

# CIENCIA, INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA



Editores: Jhenny Cayambe, Ximena Coronado y Francklin Rivas

## CRÉDITOS

Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Ibarra  
Ibarra: Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Aurelio Espinosa Pólit.  
Cdla. “La Victoria” Teléfono: 06 2615 500 / 06 2615 631  
Fax: (593)6-2615 446 Apartado Postal 10.01.12  
Web Site: [www.pucesi.edu.ec](http://www.pucesi.edu.ec) Email: [prorect@pucesi.edu.ec](mailto:prorect@pucesi.edu.ec)

## SELLO EDITORIAL

Centro de Publicaciones PUCE Web Site: [www.edipuce.edu.ec](http://www.edipuce.edu.ec)  
Quito, Av. 12 de octubre y Robles Apartado N° 17-01-2184  
Telf. (5932) 2991 700  
E-mail: [publicaciones@puce.edu.ec](mailto:publicaciones@puce.edu.ec) Primera edición copyright © 2023

**Título:** Ciencia, Innovación y Tecnología  
**Editores:** Jhenny Cayambe, Ximena Coronado y Francklin Rivas  
**Revisión de estilo y redacción:** Beatriz Camero Bejarano  
**Concepto gráfico y diagramación:** Oswaldo Portilla  
**ISBN:** 978-9978-375-68-6

## REVISIÓN DE PARES

El presente libro fue sometido al debido arbitraje y dictamen de pares evaluadores expertos en el área del conocimiento.

## COMITÉ CIENTÍFICO:

Alejandro Aldás

Alfonsina Andrade

Álvaro Cevallos

Ana Cecilia Vaca Tapia

Ana Culqui

Ana Lucia Tocaín

Anna Gabriela Pérez

Augusta Cueva Agila

Carliz Mejías

Cristian Balcázar

Cristian Cifuentes

Daniel Díaz

Daniela Batallas

Danilo Figueroa

Darwin Pillo

Dayané Arroyo

Dennis Ortiz Cumbal

Diego Baroja Llanos

Diego Pinilla

Diego León

Diego Mejía Romo

Diego Mafla

Diego Mina

Dulce Rivero

Edmundo Recalde

Edwin Del Pozo

Elizabeth Morales Garzón

Eugenia Fernández

Fabio Bolaños

Fanny Torres

Fernando Ramírez

Francklin Rivas

Franklin Sánchez E.

Galo Hernán Puetate Huera

Hellen Izquierdo Guerrero

Hishochy Delgado

Hugo Santacruz Cruz

Hugo Vallejos Álvarez

Irene Marisol Revelo Portilla

Iris Argüello

Ítala Paredes

Iván García-Santillán

Jeniffer Barona

Jhenny Cayambe

Jorge Chávez

Jorge Javier Andrade Benítez

Jorge Vivero

José Anido

José Luis Ibarra Estévez

José Moncada

José Segnini

Johana Morillo

Juan Carlos De la Vega

Julio Joaquín Armas Arciniega

Laura Guerra

Ledys Hernández

Lennys Berutti

Leoncio Fernández

Lorena Arrellano

Luis David Narváez

Luis Haro

Luis Sánchez

Mantilla Verónica

Marcela Coronel

Marcelo Luna

Marco Heredia-R

María Alejandra Noguera

María Dávila

María del Cisne Guamán Balcázar

María Fernanda López

María Francisca Fernández

Mariela Montenegro

Marilena Asprino Salas

Mary Vergara

Mercy Noguera

Mónica López

Mónica Polanco

Mónica Velastegui

Moraima Mera

Morella Briceño

Nancy Ulloa

Osmany Pérez Barral

Pablo Escandón

Paola Chávez

Paola Ordoñez

Paulina Arias

Pedro Arias Romero

Richar Germán Serrano

Rosa Armijos

Rosa Garzón Riaño

Samuel Yáñez

Salvador Prado

Sandra Ayala

Sandra Landázuri

Sandra Ruiz Gros

Santiago Quishpe Morales

Santiago Mafla

Segundo Pusdá

Sixto Manosalvas

Sixto Manosalvas Sánchez

Stalin Arciniegas

Valdemar Andrade

Valentín Martínez Fernández

Verónica Crespo

Vicente Arteaga

Víctor Bravo

Viviana Galarza

Viviana Torres

Ximena Coronado

Yadira Ordóñez

Yalitzá Ramos

Ysbelia Sánchez García

# INTRODUCCIÓN

En este giro de época postpandemia se ha visto la necesidad de aterrizar en las áreas multidisciplinarias desde los grandes campos de la educación y las humanidades; las ciencias de la vida; los negocios, el marketing, los servicios, así como las Tecnologías y la Innovación. De esta manera, el libro Ciencia, Innovación y Tecnología presenta 56 capítulos desde los cuales se profundiza en todo aquello que investigadores de Ecuador y Colombia han priorizado desde universidades e institutos de educación superior.

El recorrido por la obra empieza por el amplio camino de la Educación y Humanidades, es así que se abordan cuestiones metodológicas sobre competencias, habilidades y destrezas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación básica y superior. Del mismo modo, hay capítulos que profundizan en las competencias actitudinales y la inclusión educativa tomando como sujeto de estudio instituciones concretas.

Se muestran también indagaciones preliminares sobre crisis del aprendizaje y la pedagogía social, así como reflexiones sobre los métodos didácticos y la inteligencia musical centrada en el área de la lengua inglesa. De la misma forma, se expone el uso de las redes sociales académicas como fuente de intercambio entre investigadores en la zona sur de Ecuador.

Merece la pena señalar que en este primer bloque casi en su mayoría todos los estudios topan de modo tangencial a las Tecnologías de la Información y la Comunicación como esa línea transversal que cada vez tiene mayor relación con el amplio campo de la educación.

A medida que se adentra en la lectura del libro se plasman los resultados de las investigaciones relacionadas al campo de Ciencias de la Vida. En este bloque se despliegan trabajos relacionados con cultivos tanto de Ecuador, mediante el estudio de los indicadores socioeconómicos del maíz duro y el análisis de los parámetros físicos y químicos en la maduración de papaya; así como de Colombia, respecto a las alternativas para aprovechamiento y valorización de la Uva Isabella.

Así también, se muestran tres estudios relacionados con la calidad de los ríos ecuatorianos, estos se enfocan en el análisis biológico del agua, la optimización del proceso de potabilización, y el tratamiento de ríos contaminados. Existen dos capítulos sobre otro de los recursos naturales, el suelo. Se muestra un análisis durante 56 años de la clasificación del suelo, así como procesos de biorremediación de este recurso mediante microorganismos.

Posteriormente, se presenta una caracterización de la percepción ante el cambio climático por los habitantes de una comunidad kichwa, en la provincia de Imbabura. Este capítulo evidencia mediante un análisis cualitativo, cómo los habitantes han percibido variaciones en la cantidad de lluvias, radiación solar, sequías; lo cual, ha repercutido en su producción de alimentos.

Este apartado de Ciencias de la Vida, ha cubierto varios aspectos relacionados con los recursos naturales, como son el suelo, agua, biodiversidad tanto flora como fauna, conectando además con la manera en la que el cambio climático está afectando a nuestro planeta.

El siguiente bloque o sección está relacionado a los temas de “Administración, marketing y servicios” incluyendo un grupo interesante de trabajos que abarcan desde estudios asociados a análisis financieros, indicadores de gestión y calidad de servicios hasta diagnósticos organizacionales asociados al desarrollo de las habilidades blandas y motivación. Por supuesto, temas relacionados a un área de creciente interés como es el marketing y sus diversas aplicaciones y terminando con temas de gastronomía y turismo.

Como se puede evidenciar, es una sección que permitirá al lector obtener diversas aristas y miradas a temas fundamentales de temas económicos, sociales y de servicios con aplicaciones claras en sectores industriales y empresariales.

La última sección del libro está dedicada a los temas de “Tecnología e innovación”, incluyendo trabajos asociados al desarrollo de aplicaciones computacionales en sectores como la educación, telecomunicaciones, medicina y ciberseguridad. Igualmente se presenta el uso de herramientas de gestión en el área de informática y computación. Es una excelente sección para profundizar sobre aplicaciones novedosas en áreas fundamentales en el desarrollo tanto social como tecnológico.

Los 53 capítulos contenidos en este libro podrán ser utilizados como referencias para investigadores, docentes, estudiantes e interesados sobre las diversas temáticas contenidas. Permitirá al lector contar con toda una diversidad de trabajos que, de forma clara, sencilla y con ejemplos de aplicación estudian los temas de mayor relevancia en la sociedad actual y permite conocer los principales desafíos que enfrentan nuestros tiempos actuales y futuros, ya que se dejan líneas de investigación abiertas y se sugieren nuevos trabajos que podrán ser abordados por interesados en las diversas temáticas.

Los invitamos a disfrutar de esta obra editorial y esperamos poder contar con sus participaciones en futuros proyectos de esta índole que nos permitan mantenernos al día con las principales temáticas estudiadas en los contextos académicos y profesionales.

Los editores.

# PRÓLOGO

La educación siempre ha sido el motor que impulsa el potencial humano y contribuye a fomentar una sociedad más ilustrada. Sin embargo, es necesario repensar el papel de la educación en la actualidad; ya que no se trata solo de adquirir conocimientos y habilidades técnicas para el mercado laboral, sino también de desarrollar el pensamiento crítico, la empatía, la creatividad y una comprensión profunda de nuestra humanidad compartida. Entendiéndola de esta forma, la educación realmente se puede convertir en el camino hacia la libertad y la igualdad de los seres humanos, y en una herramienta mediante la cual aprendemos a navegar por las complejidades del mundo y dar sentido a nuestra existencia.

En la antigua Grecia el término *Skholè*, que luego ha dado origen a la palabra ‘escuela’, nos refería a la noción de ocio o tiempo libre; concebido como un espacio de tiempo que liberaba a los ciudadanos de actividades utilitarias (o dedicadas a la subsistencia), y les permitía enfocarse en la búsqueda del conocimiento y la sabiduría desde la contemplación y el pensamiento creativo, sin la carga del trabajo o las obligaciones rutinarias. En los tiempos actuales, la idea de *Skholè* continúa siendo relevante porque nos permite pensar sobre el cambio de rumbo que ha tomado la institución educativa; cuyo fin parece hoy estar más relacionado con la ocupación del tiempo de estudio dedicado al único fin de obtener un empleo o ingresos monetarios, más que con sus valores originarios de fomentar la curiosidad intelectual y el crecimiento personal.

En este sentido, las humanidades, con su enfoque en el estudio de la cultura humana, la historia, la literatura, la filosofía y las artes, juegan un papel esencial en la formación de una educación integral. Nos brindan las herramientas para reflexionar sobre las cuestiones fundamentales de la vida, desafiar nuestras suposiciones y participar en diálogos significativos que fomentan la empatía, la tolerancia y la comprensión mutua. Lamentablemente, dentro del actual paradigma educativo tecnocientífico, las humanidades han ido encontrando cada vez menos cabida en los currículos académicos. Vivimos en una época de importantes cambios sociales, por lo que es indispensable ser conscientes del inconmensurable valor de las humanidades y cultivarlas, no desde la imposición de una asignatura; sino disfrutando de ellas a través del placer que produce la exploración intelectual como un fin en sí mismo. Solo así caminaremos en la dirección de formar individuos con un espíritu libre y creativo.

La curiosidad sin límites del ser humano ha permitido que la ciencia, la innovación y la tecnología sean los puntales del progreso de la sociedad a través de los siglos. Desde el descubrimiento del fuego hasta la invención de Internet, estos



avances han dado forma a nuestro mundo y han transformado la manera en que vivimos, trabajamos e interactuamos como unos con otros. En la actualidad, los cambios están ocurriendo a un ritmo acelerado y sin precedentes, los avances tecnológicos son cada vez más sofisticados, tenemos una mayor interconexión y, al mismo tiempo, nuevos desafíos globales. Frente a este escenario, el papel de la educación y las humanidades se vuelve más crítico que nunca. Necesitamos preparar a nuestros estudiantes no solo para satisfacer las necesidades del mercado laboral, sino también para la vida en libertad, equiparlos con las habilidades y el conocimiento necesarios para que puedan aprovechar el potencial de los avances científicos y tecnológicos, y sean capaces de actuar frente a los cambios que se generan en nuestra vida y en la sociedad.

En este mundo globalizado, la academia tiene el reto de generar conocimientos que contribuyan a comprender y dar solución a los fenómenos y problemáticas que son específicos de nuestros entornos y contextos. Históricamente, la ciencia en el mundo ha formado parte de estructuras y narrativas impuestas por la colonización en diferentes campos del saber; esto ha ocasionado de alguna manera la invisibilización de la sabiduría y la riqueza de conocimiento que existe en los pueblos del sur global. Es necesario que se reconozca la existencia de diferentes cosmovisiones, epistemologías y formas de razonamiento; esto incluye la recuperación y valoración de los saberes tradicionales y ancestrales de los pueblos indígenas y afrodescendientes, así como el fomento de la investigación y la enseñanza desde una perspectiva más inclusiva y diversa. De esta forma, se puede fomentar un diálogo intercultural más equitativo y enriquecedor, y contribuir a la construcción de una sociedad más justa y respetuosa de la diversidad.

Este libro es una amplia colección de artículos escritos por un grupo diverso de académicos, educadores y profesionales apasionados por fomentar una investigación con enfoque técnico-humanista y orientada al desarrollo del conocimiento en nuestra región. En base a sus experiencias y metodologías, en el texto se plasman interesantes perspectivas e ideas que inspirarán a investigadores, educadores, líderes, estudiantes y cualquier persona interesada en distintas áreas como: la educación y humanidades, las ciencias de la vida, estudios de administración y marketing, y sobre tecnología e innovación. Invito a los lectores a embarcarse en un viaje de reflexión y diálogo mientras exploramos cada una de las temáticas que abordan aspectos de nuestro contexto local y regional, con una mirada crítica sobre el estado actual de la ciencia, la innovación y la tecnología y su aporte en la configuración de un mejor futuro.

Silvana Escobar Córdova

# ÍNDICE

## EDUCACIÓN Y HUMANIDADES

Fondo documental del Museo de la Música “Salvador Zaragocín Tapia” de la ciudad de Loja. Proceso metodológico para su catalogación en la plataforma SIPCE. <i>Karol Mishell Vivanco Pinta, Verónica Fernanda Pardo Frías.</i>	14
Competencias docentes en la educación superior que influyen en la concienciación de la cultura sanitaria <i>Yoslany Mercedes Herrera Avila, Iván A. Coronel Pérez, Johana Katiusca Meza</i>	27
El Diseño Universal Para El Aprendizaje Como Marco De Referencia Para Atender La Diversidad En Contexto Universitario <i>María de los Lirios Bernabé, Irlanda Magaly Armijos</i>	41
Educación STEAM y sus Diferentes Métodos de Aplicación <i>Leonardo Andrés Carrión-Campoverde</i>	62
Desarrollo de Destrezas del Área Lengua y Literatura en Educación Básica <i>Itala María Paredes, Emma Nohemí Yépez</i>	75
Impacto de las Plataformas Educativas como herramienta de Diseño del Modelo Curricular de aprendizaje inclusivo. <i>Rodríguez Rodríguez, Ketty Amarilis; García Franco, Mariana del Carmen, Delgado Pin, Silvana Narcisa, Freire Sierra, Félix David</i>	91
Redes Sociales Académicas: Researchgate y Academia.edu en la Universidad Pública de la Región Sur de Ecuador <i>Henríquez Mendoza Eduardo Fabio, Jaramillo Campoverde Alex Rene, Maldonado González Marlon Alexander</i>	108
Análisis de Prodigy en el desarrollo de las habilidades matemáticas en estudiantes de 6to. y 7mo. de EGB de la Unidad Educativa Bilingüe Jefferson. <i>Hugo Enrique Troya Félix, Vanessa Ormaza Pérez, Edith Ordóñez-Vera</i>	126
Competencias actitudinales docentes: revisión sistemática del estado de la cuestión <i>Armida Mariela Montenegro Cevallos</i>	136
Inclusión Socioescolar de Niños, Niñas y Adolescentes con Discapacidad Intelectual: un Análisis Teórico de Experiencias Internacionales <i>Daniela Jaure, Daniela Robles, Bernardita López, María Álvarez</i>	152

Trastornos de ansiedad en los niños causado por el Covid-19 <i>Enrique Nicolas Barnuevo Montaña</i>	165
Inclusión Educativa de los Estudiantes con Discapacidad en la Universidad Central del Ecuador <i>Mila Moreno Pramatárova, Alexandra Jaramillo León, Cecilia Ortiz Palacios, Ramiro Cazar Flores</i>	177
Inclusión educativa para niños que presentan discalculia <i>Emerson Aranha, Verónica Mantilla</i>	198
Experiencias Adversas en la Infancia y la posibilidad de florecimiento en niños de 9 a 12 años. Problemas fundamentales desde la Educación Existencial Positiva. <i>José Miguel Mayorga González, Liliana Elizabeth Fuquen Giral, Irma Yoel Huertas Ramírez</i>	214
Una Radiografía a La Crisis del Aprendizaje <i>Andrés Ricardo Tapia Moscoso</i>	232
Pedagogía Social en los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje de la Filosofía <i>Alexander Guillermo Ortega Rojas, Leidy Yuri Guzmán Escobar</i>	246
Inteligencia Musical e Interpersonal en la Clase de Lengua Inglesa: entramados comunicativos y educativos <i>César Andrade Dávila</i>	258
Evaluación de la Influencia de los Métodos Didácticos de Enseñanza y de los Factores Ambientales en el Aprendizaje <i>Diego Iván Muñoz Naranjo, Shurguen Gustavo Pazos Galeas</i>	272
Estrategias Pedagógicas Mediadas Con El Uso De Las Tics Para Promover El Emprendimiento En Tiempos De Pandemia <i>Javier Mauricio Villota Paz, Angela Sofía Parra Paz</i>	285
El Hacinamiento Carcelario una mirada desde los Derechos Humanos en los Privados de Libertad del Centro de Rehabilitación Social de Ibarra <i>Magdalena Hermoza, Jefferson Benítez, Hugo Santacruz</i>	295
Adaptación de las comunidades de la provincia de Imbabura en Ecuador ante los conflictos por el agua, Cuenca Hidrográfica la Marquesa- Cotacachi, entre el 2009-2019 <i>David Andrade</i>	309

## CIENCIAS DE LA VIDA

- Indicadores socioeconómicos de los productores de maíz duro en la provincia de Loja – Ecuador *Flor Celi Carrión, Diego Pineda Arévalo, Carlos Cobos Suárez* 326
- Alternativas para el aprovechamiento y valorización de la baya de la Uva Isabella cultivada en la zona centro del departamento del Huila *Francy Rocío Chavarro Cardozo, Geyni Arias Vargas, Jesús David Perdomo Zúñiga* 340
- Percepción de los cambios en las variables climáticas de la comunidad Fakcha LLakta, Provincia de Imbabura, Ecuador *Jorge Andrés Garzón Flores, José Ali Moncada Rangel* 358
- Optimización del proceso de potabilización de agua en el municipio de Venecia en el departamento de Cundinamarca, Colombia *Andrés Dario Hoyos Gutiérrez, Ximena Andrea Lemaitre Ruiz, Laura Henao Herreño* 370
- Estudio de la cronometría dentaria y su relación con el peso vivo en la cabra criolla “Chusca Lojana” manejada extensivamente en el bosque seco del Sur del Ecuador *Édgar Lenin Aguirre-Riofrío, Stalin Jiménez-Capa* 379
- Evaluación de *Pleurotus ostreatus* en procesos de biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos *Nicole Lara, Mafla Andrade, Santiago Xavier* 393
- Valoración de parámetros físicos, químicos en la maduración artificial de papaya (carica papaya L.) Variedad hawaiana usando acetiluro de calcio CaC<sub>2</sub> como agente de maduración *Diego Armando Tuarez García, Liz Geanella Aspiazu Sanchez, Luis Humberto Vásquez Cortez, Jaime Fabián Vera Chang* 416
- Citotoxicidad en células endoteliales por degradación hidrolítico de biopolímeros de PLLGA *María José Valarezo Ulloa, Lazaro Ruiz Virgen* 430
- Aislamiento de consorcio bacteriano de la fuente termal de Pucará, perteneciente al cantón Urcuquí-Imbabura para la recuperación de cobre *César Arcos Ortíz* 442
- Codigestión del estiércol de ganado vacuno con residuos de paja de trigo para la producción de metano *Orlando Meneses Quelal, Norka, Vidaurre Alanes* 455
- Estudio de la significancia de temperaturas y tiempos en los tratamientos térmicos para la carburación del acero AISI 1020 mediante diseño de experimentos *Walter Intriago, Leonidas Ramírez, Isaac Simbaña, Cristian Guilcaso* 471

Uso de un biosorbente en el tratamiento de agua contaminada con mercurio <i>Jessica Pamela Rodríguez Tamba, Rubén del Toro Déniz</i>	486
Análisis multitemporal de la clasificación del suelo en la subcuenca del río Tahuando, tramo Ibarra, desde el año 1965 hasta el año 2021. <i>Andreina Rojas Benavides, Andrea Molina Cuasapaz, Guillermo Molina Cuasapaz</i>	495
Evaluación de <i>Pleurotus ostreatus</i> en procesos de biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos <i>Nicole Lara, Mafla Andrade, Santiago Xavier</i>	514
<b>ADMINISTRACIÓN, MARKETING Y SERVICIOS</b>	
Análisis financiero del impacto social: Un modelo de medición para ONG's <i>Sixto Raúl Manosalvas Sánchez, Marilyn Raquel Vaca Encalada, María José Avendaño Ramírez</i>	534
Gestión de Indicadores de Proceso de Producción. Caso de Estudio en la Industria del Calzado <i>Amanda Martínez Gladys Proaño</i>	551
Satisfacción del Paciente en Relación con el Tiempo de Espera en el Servicio de Emergencia <i>Walter Patricio Castelo Rivas, Kelly Aztrid Mazón Yépez, Angie Micaela Aldaz Sampedro, Cristhian Ricardo Rodríguez Figueroa</i>	565
Modelo conceptual para estudiar las relaciones entre habilidades blandas del director de proyectos y éxito en la gerencia de proyectos <i>Argenis Gregorio Gamboa Santos, Andrea Echeverry Zulet</i>	579
Diagnóstico de Motivación Laboral en la Empresa ZADA salud ocupacional S.A.S <i>Leidy Viviana Velosa Sepulveda, Yolima Andrea; Hernández Puerto, María del Pilar Báez Roa</i>	600
Análisis del impacto financiero y laboral causado por el covid-19 en MiPymes de artículos de cuero, de la ciudad de Cotacachi, en la provincia de Imbabura <i>Verónica Gisella Jaramillo Cruz, Sandra del Carmen Ramos Quistial, Karol Solange Pillajo Pozo, Gissela de Las Mercedes Ponce Ruales</i>	614
Incidencia del Marketing Mix en la captación de estudiantes para la carrera de Marketing en la ULVR <i>Félix David Freire Sierra, Wladimir Alberto Del Rosario Alvarado, Bolívar Alfredo MaderoRomero, Guido Mesías Mantilla Buenaño</i>	628
Plan de marketing con énfasis en el desarrollo de estrategias competitivas digitales, para mejorar la comercialización de miel de abeja en el cantón Ibarra, Imbabura-Ecuador <i>Lucía del Rocío Vásquez Hernández, Galo Jacinto Pabón Garcés, Juan Guillermo Brucil Almeida</i>	645

Propuesta de Reforzamiento de la Superestructura de un puente en la ruta del Spondylus del Ecuador *Juan Carlos Mediavilla, Luis Tinerfe Hernández, María Belén Correa* 667

Potencial del turismo termal en el cantón Urcuquí *Camila Salomé Arciniega Echeverría, Dennis Victoria Ortiz Cumbal, Elizabeth Domínguez Ruiz, Tana Vanessa Palomeque Llerena* 690

Patrimonio alimentario - Recetas de bebidas tradicionales de Imbabura Geoparque Mundial UNESCO *Sonia Lorena Arellano, Ronny Kleber Soriano, Juan Carlos Andrade, Erick Leonardo Tigse* 705

## TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Kanban como herramienta de gestión para actividades en grupos de investigación informáticos *Enrique Xavier Garcés Freire, Verónica Maribel Pailiacho Mena* 733

Desarrollo de un Simulador Virtual 3D Mediante la Aplicación de Ecuaciones Cinemáticas para el Aprendizaje del Movimiento Parabólico *Daniela Alejandra Tupiza Peralta* 741

Análisis de la Disponibilidad de los Servicios en una Red de Telecomunicaciones usando software estadístico *Karen Lissette Estacio, Karen Mite* 762

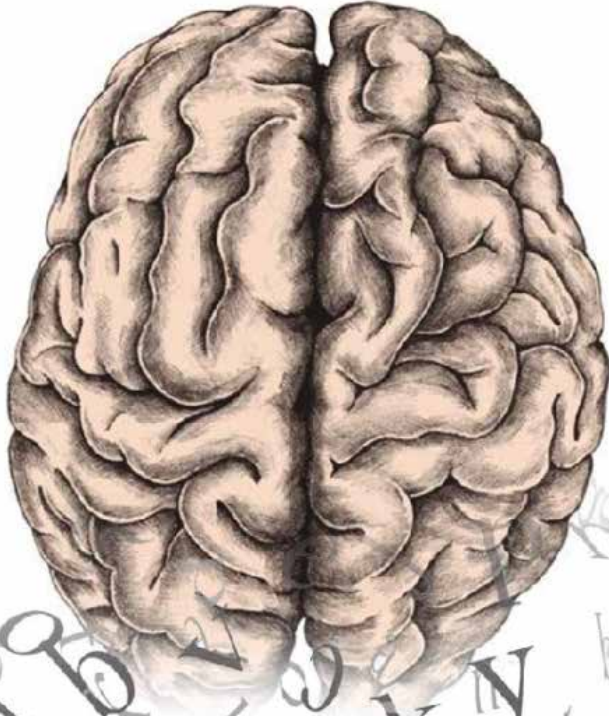
Desarrollo de un sistema de adquisición de señales electromiográficas de superficie (sEMG) asequible mediante el uso de hardware y software de código abierto *Amaury José Pino, Noel Camilo Castro* 777

Importancia de la Enseñanza de Ciberseguridad en BGU en el Ecuador *Ríos Ríos Ricardo-Sebastián* 795

Un Modelo para la estimación de Temperatura en equipos tecnológicos con Ecuaciones Diferenciales con Retardo *Carlos Julio Mayorga Arias, Antonio Sirvent, Milton Henry Villacis García* 806

Aplicación Móvil de obtención de información para análisis de deterioro cognitivo *Samuel Marín, Francklin Rivas, Mary Vergara* 818

# Educación y Humanidades



MATHYU LEONARDO CALAPI SARANGO

# Fondo Documental del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia de la Ciudad de Loja. Proceso Metodológico para su Catalogación en la Plataforma SIPCE

Karol Mishell Vivanco Pinta , Verónica Fernanda Pardo Frías 

Vivanco Pinta, Karol Mishell  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador  
Autor para correspondencia: karol.vivanco@unl.edu.ec

Pardo Frías, Verónica Fernanda  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador  
veronica.pardo@unl.edu.ec

## Resumen

El repertorio musical patrimonial alojado en el Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia representa una importante fuente de información sobre la cual se ha edificado la identidad musical de la ciudad, por lo que desarrollar actividades en materia de preservación del patrimonio es imprescindible. En el presente trabajo, el empleo de estrategias para el resguardo del patrimonio musical permitió la creación de un catálogo con la documentación patrimonial que reposa en las salas del Archivo del Museo de la Música; este constituye una herramienta completa en cuanto a ordenamiento y registro se refiere. La metodología se orientó a describir, comprender e interpretar la realidad de los documentos musicales del archivo en cuestión a través del diseño no experimental transeccional. La información recopilada en los resultados permitió identificar las estrategias de descripción archivística empleadas en el repositorio, que corresponden al empleo del índice como instrumento de registro de la información patrimonial. Sin embargo, el índice no constituye una herramienta completa de registro de la información, pues generalmente se emplea como apoyo de otros instrumentos. La ampliación de este índice que aquí se propone, a través de un catálogo, contribuye a la preservación del patrimonio mediante la difusión del mismo.

**Palabras clave:** patrimonio musical, catálogo, archivística

## Introducción

Los testimonios de las actividades en el entorno artístico y cultural constituyen el patrimonio material e inmaterial que se conserva en la actualidad. En este sentido, los esfuerzos para la conservación, ordenamiento y registro del patrimonio, en este caso musical, son, más que importantes, necesarios. Son diversas las estrategias que se pueden emplear para el resguardo del patrimonio; entre ellas, la realización de trabajos catalográficos y de archivo es una de las más relevantes. Entre las herramientas más empleadas para la descripción archivística figuran los inventarios, índices, guías,



catálogos, etc. Todas ellas se usan con el principal objetivo de facilitar el resguardo y correcto acceso al patrimonio.

En el Ecuador, las investigaciones dedicadas a la conservación, ordenamiento y registro del patrimonio musical alojado en bibliotecas, archivos y museos no son numerosas, lo cual dificulta la visibilización de la obra de compositores ecuatorianos. Ante esta situación, los procesos investigativos se tornan extensos por el limitado acceso a los documentos musicales; por otra parte, la manipulación directa y en ocasiones innecesaria de los manuscritos contribuye al deterioro del material, lo que se traduce en pérdidas para la memoria cultural.

En materia de conservación, ordenamiento y registro de patrimonio existen investigaciones previas con resultados similares al presente trabajo. El estudio *Propuesta de descripción archivística y modelo de inventario para el archivo fotográfico generado por el proyecto de restauración del Convento de San Francisco de Quito entre 1983 y 2002* (Saltos, 2019) si bien no describe documentos estrictamente musicales, visibiliza y coadyuva a la puesta en valor del material patrimonial, al facilitar el acceso al archivo fotográfico y presentar, a partir de la norma archivística ISAD, un inventario como instrumento de descripción archivística. El *Catálogo musical digital del archivo histórico nacional Biblioteca Luis Pauta Rodríguez* (Hernández, 2016) permite conocer la propuesta de creación de un catálogo a partir de los manuscritos originales que reposan en el archivo histórico de la biblioteca del Conservatorio Nacional de Música José María Rodríguez, en la ciudad de Cuenca. En esta investigación se puede apreciar el relevamiento de los manuscritos musicales y cómo esta actividad favorece el acceso y estudio de los documentos que se encontraban archivados en carpetas. Finalmente, el *Catálogo de composiciones musicales de Segundo Luis Moreno, Archivo del Museo de Instrumentos Musicales Pedro Pablo Traversari, Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión* (Gavilánez, 2016) muestra la necesidad de catalogar las obras del compositor en cuestión para facilitar el acceso a su producción musical a estudiantes e investigadores; para ello, se emplean parámetros internacionales, como los establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), ya que en el Ecuador, según la autora, no existe legislación para la catalogación musical.

En la ciudad de Loja la situación es similar a la del resto del Ecuador. La producción musical es vasta y se encuentra resguardada en los diversos archivos, museos y bibliotecas de la localidad; sin embargo, no se han empleado las herramientas de descripción archivística necesarias. Una excepción es el proyecto de investigación *Colección de literatura musical académica de mediados del s. XIX y s. XX en la ciudad de Loja* (Larez et al., 2021) que busca poner en valor la música de compositores lojanos y ecuatorianos con producción musical académica en esta ciudad.

El Archivo del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia es uno de los repositorios más importantes de la memoria cultural lojana. Se ha constatado que la institución ha aplicado la indexación como herramienta de descripción archivística; no obstante, esta herramienta no da cuenta de la producción musical completa que reposa en las salas del archivo. En este contexto, el presente trabajo versa sobre el fondo documental del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia, el cual alberga la obra musical de varios compositores lojanos y no lojanos que, en muchas ocasiones, son desconocidos

debido a la desinformación y a las dificultades de acceso a sus creaciones. El equipo de investigación del proyecto *Repertorio Pianístico Ecuatoriano. Capítulo Loja* ha identificado la necesidad de visibilizar el repertorio que allí reposa, excluido por mucho tiempo de los atriles y condenado al ocaso y al olvido.

## Revisión teórica

### Patrimonio sonoro

Las expresiones sonoras en Latinoamérica tienen especial relevancia, puesto que han acompañado al pueblo hispanohablante en todas las actividades que se han desarrollado y transmitido de generación en generación. Dichas expresiones se constituyen como una parte de la memoria colectiva, permitiendo la construcción de la identidad que faculta a los pueblos a pertenecer a una cultura, lengua y forma de vida concreta (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2004). El legado recibido del pasado constituye el patrimonio cultural de las sociedades; en este sentido, las expresiones sonoras, que forman parte de ese legado, tienen un valor social, económico y cultural intrínseco.

En pro de la conservación, ordenamiento y registro del patrimonio sonoro, los esfuerzos gestados desde las instituciones son, más que importantes, necesarios; a decir de Torres Mulas (2000), si el documento musical —entendido como aquello que un músico produce o recibe en el transcurso de su vida— no transmite música de carácter sonoro, será solamente un compendio de ideas, palabras o signos relacionados con la música, de ahí la importancia de llevar a cabo procesos que permitan la adecuada salvaguardia en materia de conservación, ordenamiento y registro patrimonial.

Entre los bienes que son considerados patrimonio sonoro se encuentran los discos de pizarra, discos de acetato, casetes de audio y partituras; todos ellos, según Cabezas (2005), transmiten música a través del sonido, sin importar su soporte.

### Archivos y repositorios en la ciudad de Loja

A nivel nacional, los repositorios de la memoria social, tales como hemerotecas, archivos, musicotecas, cinematecas, videotecas, fonotecas, archivos, bibliotecas y museos, representan el lugar en el que se almacenan documentos de diversos tipos y responden a una serie de funciones desempeñadas por un organismo o individuo. Son espacios dedicados a reunir, conservar, ordenar y difundir la información que custodian; están al servicio de la cultura, la información y la gestión administrativa. En este punto, es necesario referirse a los archivos musicales como aquellos centros en los que se reúnen o acumulan ordenadamente fondos y colecciones musicales. Estos archivos, en muchas ocasiones, se nutren de las donaciones que los familiares realizan a las instituciones y, en otros casos, son hallazgos o el resultado de intervenciones de rescate por tráfico ilegal de patrimonio (Cabezas, 2005, p. 86).

En la ciudad de Loja, los archivos y repositorios encargados de preservar la memoria sociocultural son los siguientes:

Archivo Conventual de Santo Domingo; Archivo histórico de la Universidad Nacional de Loja; Biblioteca del Conservatorio Salvador Bustamante Celi;

Archivo Histórico del GAD Municipal de Loja; Biblioteca del Museo y Centro Cultural de Loja (Antiguo Museo del Banco Central); Biblioteca Máximo Agustín Rodríguez de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión Núcleo de Loja. (Pardo y Pacají, 2022, p. 9)

De acuerdo con Larez et al. (2021) otro repositorio importante encargado de la salvaguarda del patrimonio sonoro en la ciudad de Loja es el Archivo del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia.

## **Fondo documental del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia**

La información documental es considerada como un conjunto de datos fijos y estructurados, cuyo propósito se dirige a comprender un hecho, reconstruir un personaje o tomar decisiones ante un objeto de estudio que gestará un nuevo conocimiento (Navarro, 1996). En los centros especializados en resguardo de información con alto valor científico, educativo y cultural —bibliotecas, archivos, museos— la aplicabilidad de las ciencias de la información resulta factible gracias a la bibliotecología, documentación, museología y archivística. Conocidas como ciencias de la información documental, son denominadas así en virtud del material con el que operan, ya sean libros, revistas, documentos de archivo, videos, hojas o piezas (Quintero et al., 2009).

Heredia (1991) define el fondo documental como la agrupación natural de documentos que se nutre de las donaciones o depósitos realizados por las instituciones o personas que los produjeron, pudiendo estar íntegros o incompletos. Están organizados de acuerdo a los principios de la archivística, lo que permite el desarrollo de actividades de conservación, clasificación, organización y la consiguiente puesta a disposición de los documentos.

El Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia de la ciudad de Loja alberga información comprendida entre los años 1873 y 1920, lo que lo convierte en un repositorio de gran relevancia para la identidad cultural de la ciudad; contiene instrumentos, partituras originales, artículos personales y una gran variedad de discografía, en gran parte donada por familiares (Granda, 2019). Es, sin duda, uno de los pilares de la memoria histórico-cultural de la ciudad. Es una institución pública administrada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja y, bajo su custodia, se encuentran una serie de objetos con alto valor patrimonial. En las salas de exhibición (Figura 1) se pueden apreciar instrumentos musicales y partituras cedidas a la institución por donación de las familias de los compositores lojanos, cuya trayectoria es de relevante significación para la ciudad de Loja y el sur del país.



**Figura 1.** Sala de exhibición del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia.

**Fuente.** Proyecto *Repertorio Pianístico Ecuatoriano*. Capítulo Loja.

El fondo documental del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia posee tres elementos: soporte, medio e información; en este caso particular, el soporte es la partitura, el medio es la notación musical y la información, el contenido. El material que forma parte del fondo documental se encuentra resguardado en una de las salas de exhibición, dentro de unos contenedores. Los documentos están guardados en sobres de manila, organizados por compositor, rotulados con la palabra “Anexo” y numerados del 1 al 34 (Figura 2).



**Figura 2.** Contenedores que albergan el fondo documental del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia.

**Fuente.** Proyecto *Repertorio Pianístico Ecuatoriano*. Capítulo Loja.

A continuación, se presenta a través de la Tabla 1 el material que forma parte del fondo documental del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia.

**Tabla 1.** Ficha de descripción sobre el contenido de los sobres de manila, del fondo documental del Museo de la Música

<b>Anexo</b>	<b>Compositor</b>	<b>Nro. de piezas</b>	<b>Géneros</b>
1	José María Bustamante Palacios	52	Sanjuanito
2	José María Bustamante Palacios	109	Pasillo
3	José María Bustamante Palacios	75	Pasillo
4	José María Bustamante Palacios	61	Pasillo
5	José María Bustamante Palacios	14	Sanjuanito
6	Salvador Bustamante Celi	34	Música religiosa
7	Salvador Bustamante Celi	77	Vals
8	Salvador Bustamante Celi	6	Misa
9	Segundo Puertas Moreno	11	Himno
10	Segundo Puertas Moreno	8	Pasillo
11	Manuel de Jesús Lozano	6	Pasillo
12	Manuel de Jesús Lozano	79	Pasillo
13	Manuel de Jesús Lozano	68	Pasillo
14	Antonio de Jesús Hidalgo	4	Himno
15	Antonio de Jesús Hidalgo	41	Marcha
16	Francisco Rodas Bustamante	2	Vals
17	Carlos Manuel Valarezo	4	Pasillo
18 A	Carlos Manuel Valarezo	99	Vals
18 B	Carlos Manuel Valarezo	77	Pasillo
18 C	Carlos Manuel Valarezo	125	Himno
19	Segundo Daniel Armijos Carrasco	78	Pasacalle
20- 21	Víctor Antonio Moreno Iñiguez	12	Sanjuanito
22	César Alberto Ortega	6	Sanjuanito
23	Marco Ochoa Muñoz	75	Pasillo
24	Segundo Cueva Celi	4	Himno
25	Segundo Cueva Celi	4	Pasillo
26	Manuel Mesías Sánchez	3	Sanjuanito
27	Ángelo Negri	6	Vals
28	Autor Anónimo	8	Pasillo
29	Varios Autores	10	Pasillo

30	Varios Autores	15	Pasillo
31	David A. Pacheco Ochoa	15	Pasillo
32	Manuel Torres Vega	5	Pasodoble
33	Cristóbal Ojeda Dávila	2	Pasillo
34	Autores Ecuatorianos y Extranjeros	43	Pasodoble
SN	Salvador Bustamante Celi	5	Villancico
SN	Varias partituras sueltas	19	Vals

**Fuente.** Proyecto *Repertorio Pianístico Ecuatoriano. Capítulo Loja*.

Como se puede observar, varias de las partituras contenidas en el Archivo del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia pertenecen a dieciocho compositores lojanos, de los cuales destacan: José María Bustamante, Salvador Bustamante Celi, Segundo Puertas Moreno, Manuel de Jesús Lozano, Antonio de Jesús Hidalgo, Francisco Rodas Bustamante, Carlos Manuel Valarezo, Daniel Armijos Carrasco, Víctor Moreno Iñiguez, César Alberto Ortega, Marco Ochoa Muñoz, Segundo Cueva Celi, Sebastián Paredes, entre otros. La información se encuentra organizada en treinta y cuatro anexos numerados y tres sin numerar. Partituras manuscritas, copias manuscritas y copias impresas forman parte del patrimonio sonoro de la localidad.

El acceso a este material es limitado, por lo que la mayoría de los intérpretes desconocen la existencia del mismo. Ante esta realidad, se toma la decisión de catalogar todo el material que se encuentra contenido en el Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia a través de una herramienta que, de acuerdo con el *Instructivo para fichas de registro e inventario de bienes muebles*, elaborado por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC), se dirige a la “promoción y difusión del patrimonio, mediante la construcción de políticas públicas para su conservación, preservación, salvaguardia y puesta en valor” (2011, p. 11).

Todo el material patrimonial ingresado a la plataforma del Sistema de Información del Patrimonio Cultural del Ecuador (SIPCE) se encuentra en soporte documental —partitura manuscrita—. En función de las implicaciones de su utilización, se procedió a la descripción exhaustiva de los caracteres internos —nombre, género y soporte— y externos —localización, medidas y descripción física— de los documentos encontrados. Este proceso muestra cómo el SIPCE es una herramienta esencial que coadyuva a la valoración del patrimonio, promueve la investigación académica y facilita la difusión del mismo.

## **SIPCE: herramienta completa y pormenorizada para el desarrollo del catálogo del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia**

El SIPCE es una plataforma de software libre que contiene fichas de inventario de los bienes culturales patrimoniales del Ecuador. Esta herramienta permite la carga dinámica de la información e inventariar de manera digital el patrimonio que reposa en el Archivo del Museo de la Música. Las fichas de registro responden a los requerimientos de información de acuerdo a cada bien y se pueden encontrar ordenadas por fondos, según sean bienes arqueológicos, inmateriales, inmuebles, muebles o documentales. Las fichas se componen de ocho áreas: información técnica, datos de localización, régimen de

propiedad, estado de conservación, conservación preventiva, observaciones, fotografía y datos de control; estas áreas concuerdan con la fase de catalogación descriptiva.

En base a lo descrito acerca de la catalogación musical, el SIPCE se convierte en una herramienta completa en materia de registro, en la que es posible hallar datos relacionados con los bienes sonoros. Para la presente investigación, se cargó la información en la mencionada plataforma para, posteriormente, realizar la descarga de las fichas ingresadas. Estas fichas tienen asignado por defecto un código alfanumérico, el cual forma parte de las fichas del catálogo de la colección perteneciente al Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia.

## Métodos

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia, con la finalidad de catalogar todo el material sonoro que se encuentra resguardado en una zona especial de la sala de exhibición del museo, en la que se expone el legado patrimonial de músicos lojanos de manera permanente. Gracias a un convenio interinstitucional entre la Universidad Nacional de Loja, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja y el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural fue posible acceder a los documentos patrimoniales que reposan en las salas de exhibición del museo. En la parte metodológica, la investigación se desarrolló con el diseño no experimental transeccional, a través del cual se pudo describir, comprender e interpretar la realidad de los documentos musicales. El estudio de tipo documental con impronta archivística realizado permitió destacar la relevancia del patrimonio sonoro que reposa en el Archivo del Museo de la Música.

La investigación se elaboró desde un enfoque cualitativo, que permitió describir el objeto de estudio tal y como se fue presentando en el escenario *in situ*. Se realizaron dos tipos de investigación: la documental y la de campo; para su desarrollo, fue necesaria la utilización de los métodos histórico, analítico-sintético, la catalogación descriptiva y el método explicativo. El proceso se llevó a cabo conjuntamente con el equipo del proyecto *Repertorio pianístico ecuatoriano. Capítulo Loja*, en tres etapas.

La primera etapa consistió en levantar la información correspondiente al repertorio musical que reposa en las salas del Archivo del Museo de la Música de Loja Salvador Zaragocín Tapia. Este proceso se llevó a cabo entre los meses de junio y septiembre del año 2021. Para ello, se utilizó el método histórico, el cual permitió estudiar las distintas etapas que han atravesado los bienes patrimoniales sonoros del museo, desde su surgimiento hasta su evolución y desarrollo, con el propósito de descubrir tendencias (Torres Miranda, 2020). El método histórico fue aplicado sobre el objeto de estudio en sus cuatro fases: la heurística, permitió la localización y clasificación de los documentos; la crítica, externa e interna, determinó la autenticidad de las fuentes según sus características formales, las circunstancias en que se hallaron las fuentes y la manera en que se ha accedido a ellas para su comprensión e interpretación; la hermenéutica, coadyuvó en la labor de interpretar el contexto histórico, y, finalmente, la exposición, que consiste en mostrar el trabajo histórico desarrollado (Ruiz, 1976).

En la segunda etapa, a través del método analítico-sintético, se precisó la información del repertorio musical que reposa en las salas del Archivo del Museo de la Música Salvador

Zaragocín Tapia, con la integración eficaz de los datos. Para ello, el instrumento que facilitó esta tarea fue la ficha de registro, que se elaboró con el programa informático Excel para, posteriormente, volcar los datos en el Sistema de Información del Patrimonio Cultural del Ecuador (SIPCE).

En la tercera etapa, se llevó a cabo la conformación del catálogo. A partir de los datos volcados en el SIPCE, se realizó la descarga de las fichas generadas en el sistema, las cuales fueron el insumo principal para la conformación del catálogo.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, fue necesaria la utilización de diversos materiales, entre ellos: guantes de nitrilo, flexómetro, mascarillas KN-95, computadora portátil, materiales de oficina y dispositivo móvil para la digitalización. Todos los métodos y materiales detallados en los párrafos previos permitieron llevar a buen término la elaboración del catálogo de la obra musical patrimonial que reposa en las salas del Archivo del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia.

## Resultados y Discusión

Los resultados que a continuación se presentan corresponden al levantamiento de información realizado en el Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia. Este trabajo ha permitido la localización de obras para diferentes formatos y la verificación de la existencia de manuscritos originales y copias manuscritas de compositores ecuatorianos y extranjeros. La procedencia del patrimonio sonoro que alberga esta institución se relaciona con la donación por parte de los familiares de los compositores.

La *Regla Técnica Nacional para la Organización y Mantenimiento de los Archivos Públicos* en su Art. 36 sostiene que:

La descripción archivística se realiza con el fin de identificar, gestionar, localizar y explicar los documentos de archivo, así como para darles contexto en el sistema institucional que los ha producido y es fundamental para facilitar la localización y consulta de los expedientes. (Presidencia de la República del Ecuador, 2020, p. 16)

En relación con el acápite anterior, el Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia, con la finalidad de cumplir con lo dispuesto en la regla técnica, cuenta con un índice que, en cierta manera, permite llevar un control de lo que allí reposa; sin embargo, y sin desmerecer el trabajo efectuado por esta institución, este documento es vulnerable, ya que no cuenta con especificidades técnicas que abonen las buenas prácticas archivísticas. En aras de fortalecer el trabajo que viene efectuando el museo, se consideró oportuno realizar, con ayuda de una ficha, el facsímil y registro de la información proveniente de cada uno de los contenedores —en este caso, sobres de manila— que reposan en un espacio dentro de una de las salas de exhibición.

Los campos que fueron cumplimentados a través de la ficha fueron: nombre del compositor o colección, nombre de la obra, lugar y fecha, género, forma o movimiento musical, orgánico o formato instrumental, número de folios y observaciones. Una vez culminada la etapa de registro, se procedió a ingresar toda la información en la plataforma SIPCE para, posteriormente, crear el catálogo con los datos registrados.



## **Análisis de la ficha de registro SIPCE del patrimonio sonoro que reposa en el Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia**

La ficha catalográfica es un instrumento en el que, según Miranda (1992), se pueden apreciar datos en torno a la localización de un bien documental determinado, su descripción física y el asunto del que trata. Todos estos datos permiten agilizar la búsqueda y consulta en un archivo relativamente ordenado. Considerando los estándares internacionales de catalogación, en la ficha de registro del SIPCE se podrán apreciar los campos de: descripción, recopilación, análisis, organización y registro (Moyano, 2013), los cuales se ajustan perfectamente a los modelos internacionales.

Las fichas de registro del SIPCE se estructuran de acuerdo al tipo de bien documental y se dividen en ocho áreas; estas se conforman por un conjunto de campos que proporcionan información sobre la temática que da nombre a cada sección, que a su vez se encuentra numerada de forma secuencial.

A continuación, y con ayuda de la Tabla 2, se detallan cada una de las áreas que componen la ficha de registro del SIPCE.

**Tabla 2.** Estructura de la ficha de registro SIPCE.

Áreas	Contenido
Información técnica	Título/tema, material o soporte, técnica, formato, tipo de música, cultura musical, género, autor, fecha, dimensiones, descripción física, contenido general.
Datos de localización	Ubicación geográfica del bien.
Régimen de propiedad	Tenencia del bien, condición legal.
Estado de conservación	Integridad del bien.
Conservación preventiva	Ambientales, físicos y de seguridad.
Observaciones	Información adicional relevante.
Fotografía	Fotos del bien.
Datos de control	Nombre de las entidades y personas que intervienen en el registro.

**Fuente.** Proyecto *Repertorio Pianístico Ecuatoriano. Capítulo Loja*.

En función de lo planteado en la Tabla 2, se expone a continuación, de manera operativa, el análisis de cada uno de los descriptores que componen la ficha de registro SIPCE del patrimonio sonoro que reposa en el Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia.

### **Información técnica**

Este apartado está destinado a recolectar información técnica que permita la identificación física del bien y la localización del documento dentro del fondo.

## **Datos de localización**

En esta sección, se describe la localización geográfica del bien de manera detallada. Los datos que se solicitan son: provincia, cantón, ciudad, parroquia, contenedor, dirección, dirección electrónica del responsable o custodio, teléfono, disposición en el contenedor, nombre del propietario/responsable.

## **Régimen de propiedad**

Se registra la información relacionada con la tenencia —si constituye un bien público o privado— y con la condición legal del bien —deberá especificarse si el bien atraviesa algún proceso jurídico: decomiso, expropiación, incautación, retiro o recuperación—.

## **Estado de conservación**

Área designada para el registro de información sobre la integridad y estado de conservación del bien.

## **Conservación preventiva**

Área destinada a describir factores que pueden poner en peligro la integridad del fondo documental, estos pueden ser: ambientales —humedad, temperatura, luz—, físicos —extintores, montaje, electricidad—, y de seguridad —alarmas, acceso, sensores, guardias, cámaras—.

## **Observaciones**

Se registra información adicional que no se encuentra especificada en los campos anteriormente descritos y que resulta relevante para la identificación del bien.

## **Fotografía**

En esta sección se muestran fotografías del bien, a las que el sistema asigna un código de forma automática.

## **Datos de control**

Área destinada a detallar el nombre de las entidades y personas que intervienen en el registro de la información, con el objetivo de dejar constancia de las responsabilidades en el proceso.

## **Conclusiones**

El Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia es una institución pública con un archivo cuyas especificidades están relacionadas con la actividad artística de la ciudad, lo que permite dar cuenta de la escena musical e incluso del paisaje sonoro que forma parte de la historia local. Pocos son los usuarios que tienen acceso al material musical que reposa en dicha institución. Registrar toda la información del patrimonio sonoro que custodia el Archivo del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia permitirá, a través de un sistema informático, que estudiantes, docentes e investigadores accedan a este repositorio y difundan los repertorios que allí se encuentran.

Gracias a los esfuerzos realizados desde el proyecto de investigación *Repertorio Pianístico Ecuatoriano. Capítulo Loja* se ha logrado consolidar, como resultado de la actividad archivística, un catálogo digital que permite acceder de forma eficiente a los repertorios que pertenecen al fondo documental. Este fondo ha sido organizado por colecciones para que sea posible acceder a los repertorios que allí reposan y así visibilizar el material de los compositores lojanos que, por mucho tiempo, ha permanecido silenciado por las dificultades de acceso.

Se recomienda a las autoridades encargadas del Archivo del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia velar por el mantenimiento de los contenedores en los cuales se salvaguarda el patrimonio sonoro de la localidad, así como unificar los criterios relacionados con las especificidades técnicas para abonar las buenas prácticas archivísticas.

Al contar con el registro de la información patrimonial sonora del Archivo del Museo de la Música Salvador Zaragocín Tapia, se recomienda a los docentes, estudiantes e investigadores hacer uso del catálogo que está disponible en la plataforma del Sistema de Información del Patrimonio Cultural del Ecuador (SIPCE). Con ayuda del motor de búsqueda, esto permitirá que la institución pueda afrontar con eficiencia las necesidades y requerimientos de los usuarios, garantizando así un acceso seguro al material sonoro que allí reposa.

## Referencias

- Cabezas Bolaños, E. (2005). La organización de archivos musicales marco conceptual. *Información Cultura y Sociedad*, (13), 81-99.
- Gavilánez, C. (2016). *Catálogo de composiciones musicales de Segundo Luis Moreno, Archivo del Museo de Instrumentos Musicales Pedro Pablo Traversari, Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión*. [Tesis de licenciatura, Universidad de los Hemisferios]. Repositorio de la Universidad de los Hemisferios. <https://bit.ly/3A14byS>
- Granda, N. (2019). *La obra musical de Salvador Bustamante Celi como aporte al Desarrollo Cultural Artístico del Ecuador. Catálogo de su obra. Años 1894-1935*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio de la Universidad Nacional de Loja. <https://bit.ly/3PvYUsp>
- Heredia Herrera, A. (1991). *Archivística general. Teoría y práctica*. Diputación Provincial de Sevilla. <https://bit.ly/3zVPxfX>
- Hernández, C. (2016). *Catálogo musical digital del archivo histórico nacional Biblioteca Luis Pauta Rodríguez*. [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3AoEopu>
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2011). *Instructivo para fichas de registro e inventario de Bienes Muebles*. Ediecuatorial.
- Larez, Ch., Arocha, M., Pacají, G., Granda, N., y Sarango, F. (2021) Colección de literatura musical académica de mediados del siglo XIX y siglo XX en la ciudad de Loja. Tomo I: Salvador Bustamante Celi. Universidad Nacional de

Loja. <https://bit.ly/3Aq5Bs2>

- Miranda Arguedas, A. (1992). Fundamentos de la catalogación actual. [Serie monográfica]. Asociación latinoamericana de escuelas de bibliotecología y ciencia de la información. <https://bit.ly/3JTStyt>
- Moyano Collado, J. (2013). La descripción archivística. De los instrumentos de descripción hacia la web semántica. *Anales de Documentación*, 16(2), 1-13. <https://bit.ly/3QOiXDN>
- Navarro, M. (1996). El marco disciplinar de los lenguajes documentales: la Organización del Conocimiento y las ciencias sociales. *Scire Representación y organización del conocimiento*, 2 (1), 93-107. <https://bit.ly/3Pr7WqE>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2004). *La UNESCO y el Patrimonio Mundial*. <https://bit.ly/3zYoUXR>
- Pardo Frías, V. y Pacají Ruiz, G. (2022). Aproximación a la experiencia archivística de documentos musicales en los repositorios de la ciudad de Loja (Ecuador). *Revista de Investigación y Pedagogía del Arte*, (11). <https://bit.ly/3A0yDwT>
- Presidencia de la República del Ecuador [Acuerdo SGPR-2019-0107]. (5 de 11 de 2020). *Regla Técnica Nacional para la Organización y Mantenimiento de los Archivos Públicos*. <https://bit.ly/3QpSJY9>
- Quintero, N., Giraldo M., Bernal, I., Viana, C. y Tabora, J., (2009). Identificación de las ciencias de la información documental. *Revista Interamericana de Bibliotecología*. (32) 2, 195-229. <https://bit.ly/3pjqGOk>
- Ruiz Berrio, J. (1976). El método histórico en la investigación histórica de la educación. *Revista Española de Pedagogía*, 34(134), 449-475. <https://bit.ly/3w2jQR2>
- Saltos Basantes, C. (2019). *Propuesta de descripción archivística y modelo de inventario para el archivo fotográfico generado por el proyecto de restauración del Convento de San Francisco de Quito entre 1983 y 2002*. [Tesis de Maestría en Archivística y Sistemas de Gestión Documental, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. Repositorio de la Universidad Andina Simón Bolívar. <https://bit.ly/3A1GzOi>
- Torres Mirada, T. (2020). En defensa del método histórico-lógico desde la Lógica como ciencia. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(2). <https://bit.ly/3dmyBrm>
- Torres Mulas, J. (14-17 de noviembre del 2000). El documento musical: ensayo de tipología. [Ponencia]. I Congreso Universitario de Ciencias de la Documentación, Madrid, España. <https://bit.ly/3JUBPOY>

# Competencias Docentes en la Educación Superior que Influyen en la Concienciación de la Cultura Sanitaria

Yoslany Mercedes Herrera Avila , Iván A. Coronel Pérez , Johana Katusca Meza 

Herrera, Yoslany Mercedes  
Universidad de Las Américas, Ecuador  
Autor para correspondencia: [yoslany.herrera@udla.edu.ec](mailto:yoslany.herrera@udla.edu.ec)

Coronel, Iván Ariolfo  
AES SRL, Panamá  
[ivan.coronel@aes.com](mailto:ivan.coronel@aes.com)

Meza, Johana Katusca  
Universidad de Guayaquil, Ecuador.  
[johana.mezas@ug.edu.ec](mailto:johana.mezas@ug.edu.ec)

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo la revisión de las competencias del profesorado universitario en el contexto del desarrollo y concienciación de la atención a la salud para la construcción de una cultura sanitaria en la población. Es una investigación básica con un diseño descriptivo y transversal, con enfoque cualitativo. Los hallazgos son analizados de forma global y de acuerdo con una revisión de la literatura relacionada con el tema. Las principales conclusiones exponen que no existen estudios relacionados con la aplicación de estrategias para el desarrollo y fortalecimiento de estas competencias con enfoque en la salud. Por ello, es necesario un enfoque cultural con competencias de carácter transversal que puedan ser evaluadas, para así comprobar que pueden ayudar a la población a tomar conciencia sobre su salud y sobre la importancia de tomar medidas pertinentes en su beneficio.

**Palabras clave:** cultura sanitaria, docencia, salud, competencias

## Introducción

Las estrategias del profesorado para impartir docencia e investigar han cobrado un papel fundamental en el perfil del docente actual y el del futuro. Estas derivan en un sinnúmero de ámbitos, entre los cuales destacan los relacionados con la educación en sí misma, el desarrollo profesional y personal e incluso temas sensibles como la salud. Como argumenta Díaz (2019), las estrategias a desarrollar deben ser innovadoras; estas se entienden como procedimientos que, basados en la ciencia y la tecnología actuales, predisponen al estudiante para alcanzar determinada competencia, en un proceso de comprensión del contenido, la información y el significado de la competencia.

En este proceso cada vez hay más metodologías activas (Torra y Esteban, 2012) que representan importantes retos para la gestión docente. Se requieren nuevas habilidades para la aplicación de estas metodologías innovadoras hasta lograr dominarlas para el beneficio del alumnado, del que se es guía y conductor de aprendizaje. En este sentido, investigaciones iniciales promueven la identificación de competencias y necesidades de formación con el objetivo de generar planes eficientes para la capacitación del profesorado (Triadó et al., 2014).

A través de diversos estudios se ha intentado abordar este tema de investigación desde distintos contextos de aplicación. Autores como Campos y Chinchilla (2009) indican que siempre se debe analizar la educación superior desde la vinculación con la formación y los trabajos de acción o extensión social, como parte de la gestión del conocimiento que es clave en las organizaciones universitarias, llevando la teoría a la práctica.

Diseñar metodologías y estrategias para lograr este objetivo ayudan a la efectividad del proceso pedagógico implementado (García et al., 2017). En este sentido, varios estudios confirman y proponen mejoras para este tipo de procesos, direccionadas a desarrollar el conocimiento hacia un aprendizaje más certero, comprometido y colaborativo con los compañeros de aula y con el círculo social del estudiante.

Las competencias que se generen producto de la aplicación de las estrategias seleccionadas deben adaptarse a las tendencias actuales, que buscan promover la mejora continua y la calidad en los centros universitarios (Acosta y Lovato, 2019) a través de la actualización de los currículos en cada uno de los espacios en los que se desarrolle la educación, para incluir en ellos los nuevos requerimientos de la sociedad del conocimiento.

En la investigación de Arbea et al. (2020) se describe la importancia de conectar con los estudiantes a través de los conocimientos que se imparten. En las aristas de salud, el desarrollo de competencias, actitudes y hábitos personales constituye un pilar trascendental para que la población aprenda normas sanitarias que conlleven una mejora integral en su salud y la de su entorno. Teniendo en cuenta esta declaración, el estudio menciona que es posible, a través de la actividad del docente, que el alumnado descubra valores y actitudes que guardan una estrecha relación con la práctica de la medicina. Esto promueve que se desarrollen con naturalidad hábitos claves de la profesión médica, con especial atención a las acciones que permitan al paciente recibir una mejor atención. Simultáneamente, se aprenderá a realizar un buen análisis e identificación de los múltiples problemas de la medicina, consiguiendo elementos de argumentación crítica para aplicarlos en la esfera social y personal.

Esta investigación tiene como objetivo identificar la importancia de la aplicación de competencias que enriquezcan la labor docente y logren cimentar un mensaje en beneficio del alumnado. La salud es un tema que se cree propio de la medicina y de otras ciencias exactas; sin embargo, no se estudian en profundidad otros aspectos de esta área. ¿Cómo debe construirse una cultura sanitaria que fortalezca a la sociedad en el corto y mediano plazo? Esto permitiría que la población pueda afrontar nuevas pandemias como la que se vive actualmente con el COVID-19, en la cual la carencia de educación sanitaria quedó evidenciada a nivel mundial.

## Revisión teórica

A continuación, se realizará una revisión de los principales conceptos e investigaciones que guardan relación con las cuestiones que se plantean, con el objetivo de configurar el contexto de estudio.

## Competencias

Las competencias docentes han sido ampliamente analizadas desde la educación primaria hasta la educación superior, principalmente para encontrar una forma de evaluar al docente y esquematizar un perfil de este. Los autores coinciden en algunos aspectos y, en otros, se sujetan al tipo de profesional y al contexto educacional en el que se desenvuelven.

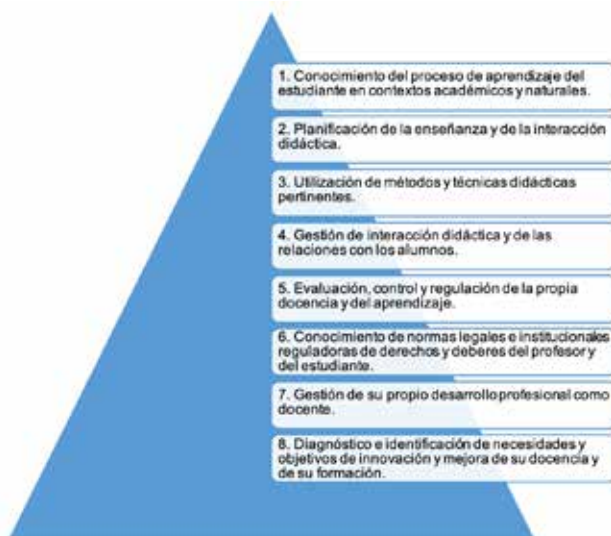
La Tabla 1 muestra las principales competencias identificadas en el proceso de educación universitaria de acuerdo con el enfoque de dos autores estudiados.

**Tabla 1.** Competencias del docente universitario

<b>Perspectiva Funcional</b> (Zabalza, 2003)	<b>Perspectiva Educativa</b> (Valcárcel, 2005)
1. Planificar el proceso enseñanza-aprendizaje.	1. Competencias cognitivas propias de la función de profesor de una determinada disciplina, lo que conlleva una formación adecuada, esto es, un conocimiento amplio en los ámbitos disciplinar específico y pedagógico, que le permita desarrollar las acciones formativas pertinentes en apoyo del aprendizaje de los estudiantes.
2. Seleccionar y preparar los contenidos disciplinares.	2. Competencias meta-cognitivas que le conviertan en un profesional reflexivo y autocrítico con su enseñanza, con el objetivo de revisarla y mejorarla de forma sistemática.
3. Ofrecer informaciones y explicaciones comprensibles y bien organizadas.	3. Competencias comunicativas, estrechamente vinculadas al uso adecuado de los lenguajes científicos (numéricos, alfabéticos, gráficos, etc.) y de sus diferentes registros (artículos, informes, ensayos conferencias, lecciones, etc.).
4. Manejo de las nuevas tecnologías.	4. Competencias gerenciales, vinculadas a la gestión eficiente de la enseñanza y de sus recursos en diversos ambientes y entornos de aprendizaje.
5. Diseñar metodología y organizar actividades Comunicarse-relacionarse con los alumnos.	5. Competencias sociales que le permitan acciones de liderazgo, de cooperación, de persuasión, de trabajo en equipo, etc., favoreciendo así la formación y disposición de sus estudiantes en este ámbito, así como su propio desarrollo profesional, prioritariamente dentro del espacio europeo de educación superior.
6. Tutorizar.	6. Competencias afectivas que aseguren unas actitudes, unas motivaciones y unas conductas favorecedoras de una docencia responsable y comprometida con el logro de los objetivos formativos deseables.
7. Evaluar.	
8. Reflexionar e investigar sobre la enseñanza.	
9. Identificarse con la institución y trabajar en equipo.	

Estas competencias son esenciales en el desarrollo de la actividad educativa de un docente universitario que, adicionalmente, debe estar preparado en la disciplina que imparte (Tejada, 2009), lo que complementa las competencias básicas descritas. En su

investigación el autor también desarrolla una propuesta de competencias clave en el perfil docente, que incluye el conocimiento del proceso, su planificación hasta llegar al diagnóstico y la identificación de necesidades, tal y como se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Competencias del Docente Universitario  
**Fuente.** Adaptado de Tejada (2009)

Un estudio inicial de Abadía et al. (2015) también clasifica las competencias en intelectuales, interpersonales e intrapersonales, sociales y profesionales. Este primer grupo permite un análisis desde el conocer (intelectuales), el ser (interpersonales e intrapersonales), convivir con otros (sociales) y el hacer (profesionales). Todas estas agrupaciones convergen en el aprovechamiento del aprendizaje para promover el trabajo grupal y cooperativo.

Otra elemental clasificación de competencias es la identificada en la investigación de Villarroel y Bruna (2017), en la que se exponen tres grandes grupos de competencias: las básicas, las específicas y las transversales. Desde el punto de vista de los investigadores, esta escala de competencias permite distinguir niveles para establecer un perfil adecuado en la impartición de la docencia universitaria. Las competencias básicas se refieren al “conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes propias de la labor de un profesor, y que conforman los requisitos o las condiciones mínimas necesarias para el ejercicio de la docencia” (p. 78). Cabe señalar que estas competencias no representan a un docente destacado o excelente. El segundo grupo de competencias son las específicas, una parte elemental del proceso de enseñanza (McCabe y O’Connor, 2014) al centrarse en lo que se enseña y en las características de los alumnos. Finalmente, las transversales, tienen que ver con los valores agregados que se generan en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que crean satisfacción del deber cumplido para el alumnado y para el docente.



Las competencias básicas son las siguientes:

- Cognitivas, de acuerdo a la materia impartida.
- Sociales, relacionadas con el trabajo en equipo.
- Comunicativas, concernientes a la capacidad de comunicación.
- De tecnología, ligadas al manejo de las tecnologías de la información.
- Personales, relacionadas con la ética y el compromiso.

Las competencias básicas, especialmente las cognitivas, son las que ayudan al alumnado a “adaptarse mejor a los cambios que se producen en la sociedad del conocimiento, asimilar las nuevas tecnologías e incorporarse al mercado laboral; una preparación, en suma, para poder actuar de forma eficiente en todos los ámbitos de la vida” (Sanz, 2016, p. 9).

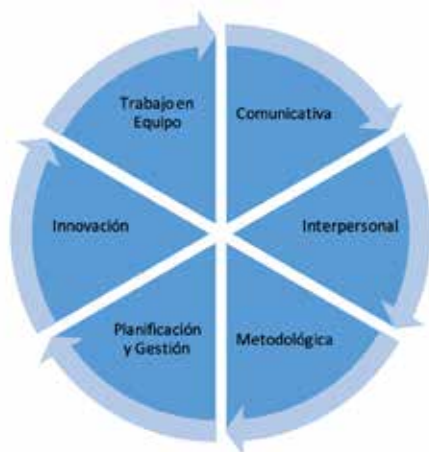
Dentro del grupo de competencias específicas y transversales (McCabe y O’Connor, 2014), se detallan algunos aspectos esenciales de la docencia, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2 .** Competencias específicas y transversales

<b>Específicas</b>	<b>Transversales</b>
1. Planificación y Organización.	1. Positivismo.
2. Didácticas.	2. Investigación y Reflexión.
3. Diseño e implementación de la Evaluación.	

Todas las competencias tiene su función clara y propenden a desarrollarse en las distintas actividades del ser humano. Los docentes son parte del aprendizaje del individuo, lo impulsa a potenciar sus talentos y saberes. Las competencias transversales, como señala Sepúlveda (2015), tienen una característica destacable: forman parte de la base del aprendizaje, al permitir desarrollar habilidades de tipo cognitivo, crítico y de autocrítica, y otras capacidades individuales, de metodología y comprensión, en el marco de la meta “aprender a aprender”.

Citando a Villarroel y Bruna (2017), las competencias también pueden agruparse en temáticas que intervienen directamente en la construcción de un perfil, tal y como hicieron los investigadores Torra et al. (2012), quienes establecieron un modelo de perfil susceptible de evaluación en el que incluían aspectos comunicativos y de planificación, como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Competencias del Docente Universitario  
**Fuente.** Adaptado de Villarroel y Bruna (2017)

## Competencia Digital

Con la presencia de la pandemia del COVID-19, la competencia digital es considerada actualmente una competencia clave (Rambay y De la Cruz, 2020). Es definida como el uso seguro y crítico de la gama completa de tecnologías digitales para la información, la comunicación y la resolución de problemas básicos en todos los aspectos de la vida. En la actualidad, el aprendizaje se centra en el alumno y en el aprendizaje multimedia (Rodríguez, 2019). Tomando en consideración este contexto es importante tener en cuenta que se trata de una competencia transversal: “la competencia digital también ayuda a dominar otras competencias claves, como la comunicación, las habilidades lingüísticas o las habilidades básicas en matemáticas y ciencias” (p. 515).

Por su importancia, se recogen a continuación, en la Tabla 3, algunos aspectos de la competencia digital divididos por áreas, tal y como han sido desarrollados por la Comisión Europea en el denominado *Marco Europeo de Competencias Digitales para la Ciudadanía* (2017):

**Tabla 3.** Marco europeo de competencias digitales

---

Áreas de Competencia Digital
1. Área 1: Alfabetización en Información y Datos: Navegación, búsqueda y filtrado de datos, información y contenido digital. Evaluación de datos, información y contenido digital. Gestión de datos, información y contenido digital
2. Área 2: Comunicación y Colaboración: Interactuar a través de tecnologías digitales. Compartir a través de tecnologías digitales. Compromiso con la ciudadanía a través de tecnologías digitales. Colaboración a través de tecnologías digitales. Netiqueta. Gestionar la identidad digital.
3. Área 3: Creación de Contenido Digital: Desarrollar el contenido digital. Integrar y reelaborar contenidos digitales. Copyright y licencias. Programación.
4. Área 4: Seguridad: Protección de dispositivos. Protección de datos personales y privacidad. Protección de la salud y el bienestar. Protección del medio ambiente. Desarrollo de las competencias digitales
5. Área 5: Resolución de Problemas: Resolver problemas técnicos. Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas. Uso creativo de tecnologías digitales. Identificar brechas de competencia digital.

Con respecto a la competencia digital, en el ámbito latinoamericano, la investigación de Rambay y De la Cruz (2020) llega a dos conclusiones principales:

- Se debe elaborar un plan de fortalecimiento para desarrollar las competencias que no se han logrado cubrir de forma satisfactoria, con especial atención en aquellas relacionadas con el “rol del docente (planificación, desarrollo, conducción de experiencias de aprendizaje presenciales con TIC), la creación del contenido digital y la seguridad” (p. 525).

- Se ha identificado que los docentes sufren de problemas socioafectivos, en los que está implicada la salud, frustración, tristeza, cansancio, ansiedad y otros aspectos relacionados con las emociones.

Con esto, se comprueba la importancia de las competencias digitales como parte del grupo de estrategias transversales, así como la afectación que pueden tener sobre el docente y, derivadamente, sobre el alumnado. Un docente ansioso o cansado no podrá transmitir el conocimiento requerido y, en consecuencia, dificultará que el estudiante desarrolle las competencias que requiere su carrera (Acosta et al., 2017).

Como se puede apreciar, las clasificaciones coinciden en conceptos similares que los autores jerarquizan dependiendo del enfoque de estudio, pero todos ellos propician el cumplimiento de los objetivos de instrucción del alumnado. Las competencias docentes aportan de manera significativa al proceso de aprendizaje; impulsan el contacto

interpersonal, la comunicación y el trabajo en equipo, generan conciencia y motivan a expandir el conocimiento más allá de la cátedra, como, por ejemplo, en los ámbitos de la salud mental y física.

## **Cultura Sanitaria**

Sobre la cultura sanitaria se han realizado investigaciones que datan de más de 70 años (Chávez-Courtois, 2007), principalmente desde el enfoque médico. Estos estudios se han fundamentado en la tríada salud-enfermedad-atención, tomando como base el contexto sociocultural y las variables sociales y demográficas. El aspecto cultural es clave en lo que respecta a las causas y la evolución de cualquier enfermedad (García y Prieto, 2010), e incluso puede tener influencia en la curación de esta. Por ello, este aspecto se relaciona con la “interpretación de la enfermedad y del profesional, interactuando en múltiples niveles del sistema de cuidados de la salud” (p. 431).

Los profesionales han actuado basados en un enfoque de prevención con el objetivo de disminuir el riesgo de contagio, enfermedad e incluso muerte y, en su lugar, aumentar la calidad y la esperanza de vida de la población (Tapia, 1996). En ese sentido, se han identificado fortalezas y debilidades en los sistemas de salud que, indiscutiblemente, ante la falta de cultura, se acrecientan y terminan en resultados desfavorables para la población.

Esto representa la esencia del problema: desde las aulas se ha restado importancia al desarrollo de estrategias que aprovechen las competencias docentes para generar una cultura sanitaria alrededor del mundo. El profesional aprende su especialidad y, en muchos casos, no tiene conciencia de la importancia de su salud para poder desarrollar a cabalidad sus funciones profesionales e, incluso, su vida familiar, a través del deporte, el descanso, la alimentación o la diversión, entre otras actividades.

Otro destacado postulado es el estado de salud de los jóvenes estudiantes al iniciar sus estudios. El alumnado debe ser correctamente monitoreado en el momento de la admisión (preuniversitarios), durante su etapa de ingreso (matriculación), durante su formación profesional y, si es posible, también después de sus períodos de pasantías o estudios de posgrado. Evaluar la salud debe ser esencial incluso en el momento de elegir la carrera a estudiar, sin que esto suponga una discriminación hacia el alumno.

El ámbito de la cultura sanitaria cada vez tiene más implicaciones humanistas (Chávez-Courtois, 2007); sus problemas ya son parte de la salud pública de hombres y mujeres, y su estudio debe afrontarse desde la diversidad, buscando significados. No debe concebirse como un estudio experimental, sino como un trabajo que se complementa con otras dimensiones, asegurando su constante vinculación con la evolución de la sociedad. No se tendrá futuro si no hay salud en él.

En cuanto a la cultura sanitaria, es vital comprender cuáles son los factores principales que la componen, que a su vez incluyen aspectos relacionados con la calidad del servicio o con la percepción que tiene la ciudadanía de estos. Algunos de estos elementos, adaptados de la investigación de Portanda (2011), se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Factores de la cultura sanitaria

<b>Factores</b>
1. Calidad de Atención: Se entiende como la forma integral de atención en los centros médicos públicos o privados.
2. Relación interpersonal: Médico-paciente.
3. Proyección con la comunidad: Relación del paciente y su entorno, desde las instituciones gubernamentales hasta las de asistencia privada (seguros).
4. Creencias, prácticas y costumbres: Factores culturales, ideologías o costumbres familiares.
5. Interculturalidad: Nuevamente el factor intercultural tiene gran importancia en la atención que se recibe por parte de los involucrados en el proceso sanitario.
6. Percepción del personal de salud: Visión de todo el personal de salud involucrado.
7. Perspectiva médica: Visión médica que tienen los profesionales involucrados en la atención del paciente.
8. Perspectiva del paciente: Visión del paciente.

## **Investigaciones previas que relacionan las variables competencia y cultura sanitaria**

Si bien este objeto de estudio es de importancia actual, son pocos los trabajos que abordan directamente la vinculación de las competencias docentes con la construcción de una cultura sanitaria en el alumnado. Entre los estudios que se han realizado hasta la presente fecha, se pueden citar los siguientes.

Un estudio con enfoque aplicado es el realizado por Marciales et al. (2015), en el que se muestra el impacto de desarrollar competencias con fines informacionales, tomando en consideración enfoques, modelos y estrategias. La investigación tiene como conclusión principal la falta de instrumentos de evaluación para medir correctamente los resultados. Asimismo, se describe la importancia del aspecto cognitivo/metacognitivo en cómo los sujetos usan la información, y la influencia del contexto sociocultural para lograr los objetivos deseados, puesto que hay muchos obstáculos relacionados con la disposición económica, institucional e incluso administrativa que no permiten su implementación con éxito.

Otro estudio, denominado *La aplicación del modelo de competencia cultural en la experiencia del cuidado en profesionales de Enfermería de Atención Primaria* de Gil y Solano (2017), tiene como objetivo conocer las experiencias y percepciones de los profesionales de enfermería en la prestación de cuidados y promoción de la salud con mujeres pertenecientes a colectivos en riesgo de vulnerabilidad social, aplicando

el modelo de competencia cultural de Purnell. Este estudio pone de manifiesto la importancia de adquirir conocimientos, habilidades y actitudes ante la diversidad cultural para proporcionar cuidados culturalmente competentes, así como la importancia de la enfermera como agente comunicador e interpretador de la realidad de los pacientes.

La investigación de Zaldívar y Lorenzo (2021) propone analizar la percepción de competencias docentes en profesores universitarios de Ciencias de la Salud, demostrando que las competencias docentes más desarrolladas son las que corresponden a las dimensiones de metacognición, socialización y disposición a la docencia. Las competencias percibidas como las menos desarrolladas y que no tienen relación con las variables de edad y tiempo en la gestión docente son las relativas a la cognición de la disciplina impartida y al proceso de enseñanza en sí mismo. El estudio fue cuantitativo y, nuevamente, estaba enfocado hacia el área médica, lo que muestra la importancia de involucrar nuevos grupos de estudio en otras carreras y entornos.

El estudio realizado por Veliz-Rojas y Bianchetti-Saavedra (2021) analiza que “existen competencias basales consolidadas para el desarrollo completo de la competencia intercultural, a través de eventuales procesos formativos sistemáticos en el contexto de su proceso académico” (p. 303). En este sentido, los “aspectos abordados con relación a la diversidad cultural surgen desde iniciativas específicas dadas a través de asignaturas y actividades puntuales, y no desde una estrategia integrada y permanente de formación, que permita su consolidación desde la educación formal” (p. 334).

El trabajo desarrollado por Krychkovska et al. (2021) describe también la necesidad de monitorear el estado de salud de los jóvenes estudiantes y la importancia de que mantengan un estilo de vida saludable. Además, se señala que estos aspectos son parte de un proceso de calidad educativa, y usan de ejemplo a la Universidad Nacional Politécnica de Lviv. En la investigación se establece que la calidad de la educación se ve afectada por diversos factores, pero los mayores riesgos y amenazas a la educación superior están relacionados con la salud. El metanálisis realizado y las fuentes estadísticas permitieron estudiar la salud relativamente general de los jóvenes en Ucrania, a partir de un cuestionario que constaba de bloques separados sobre malos hábitos, como el tabaquismo y la drogadicción. Se investigó además sobre el consumo de alcohol, temas anticonceptivos, deportes, estilo de vida saludable, vacunas, etc. Los resultados presentados en este estudio indican la necesidad de promover un estilo de vida saludable y el seguimiento del ambiente juvenil estudiantil. Además, se muestra un nuevo mal hábito: la adicción a Internet, que puede desarrollarse de manera especialmente activa en el contexto del COVID-19. Adicionalmente, se elaboró un cuestionario para los estudiantes sobre el uso que hacen de los recursos de Internet en el tiempo de estudio y de recreación. Según los resultados de la encuesta, se brindan recomendaciones razonables sobre la necesidad de dar consejos a los estudiantes sobre el uso adecuado de los recursos de Internet.

## Métodos

Es una investigación básica con un diseño descriptivo y transversal, con enfoque cualitativo, donde los hallazgos son analizados de forma global y de acuerdo con una revisión de la literatura relacionada con el objeto de estudio. Se realizó una revisión bibliográfica, hemerográfica y archivística, determinando los aspectos clave del marco teórico del estudio.

La técnica usada es la técnica documental, que permitió elaborar un marco conceptual utilizando como fuentes libros, artículos, tesis, informes y estudios de origen secundario realizados por otros investigadores (Arias, 2012). El propósito del diseño es generar nuevos conocimientos.

## Resultados y Discusión

Los resultados derivados de esta investigación permiten determinar tres hallazgos principales:

- No existen estudios exclusivos del tema investigado, por lo que es elemental construir conocimiento basado en la experimentación con modelos referentes y la vinculación de las competencias al proceso de salud.
- Los enfoques de los estudios previos están relacionados con el área de la salud y la profesión médica, incluyendo a los profesionales de la enfermería, pero no logran vincular dichos objetivos con otras especialidades.
- Se requiere trabajar en un modelo flexible para generar la cultura sanitaria en la población.

Los autores determinan que no hay una sola estrategia ni competencia que, de manera holística, permita lograr los objetivos de una cultura sanitaria exitosa. Se deben aplicar en el contexto apropiado y con conocimiento de las características del grupo, es decir, sus saberes, costumbres y creencias, ya que de ello dependerá su reacción a los estímulos que generarán las competencias que se quiera fortalecer y vincular al tema de su salud.

Los estudios de Marciales et al. (2015) y de Gil y Solano (2017) también concluyen que deben existir factores motivantes y formación pedagógica que permitan potenciar la función docente, la calidad de la enseñanza y la reflexión de la práctica de la docencia. Ambas investigaciones sitúan a la cultura como un factor común para lograr la integración del proceso académico en temas vinculados a la salud e interdisciplinarios.

Al analizar la percepción de las competencias docentes de los profesionales de la salud, el estudio de Zaldívar y Lorenzo (2021) ratifica las competencias cognitivas como parte valiosa del proceso de enseñanza, así como su vinculación con el ámbito social, que fortalece la importancia de la cultura para tomar decisiones sobre el área de salud.

En el último estudio (Krychkovska et al., 2021), se muestra cómo Internet es un nuevo factor que afecta la salud de los estudiantes. Se señala la importancia de velar por el alumnado en el proceso educativo y se expone que incluso la calidad del establecimiento educativo puede evaluarse a través de la calidad de la salud de sus estudiantes.

## Conclusiones

A nivel mundial, se identifican deficiencias en la cultura sanitaria de la población. Es imperativo que, desde la educación, se fomenten y consoliden valores para lograr la atención integral de la salud en la población, modificando la práctica en el aula. Sin educación no hay cultura y sin cultura no hay salud. Las universidades, por tanto, deben promover estilos de vida saludables en su comunidad educativa —desde el personal docente hasta el alumnado, así como en todo el personal involucrado en el proceso educativo— basándose en un estudio cultural y cognitivo de la población a estudiar.

Los hallazgos reconocidos permiten generar nuevos interrogantes en otros ambientes de la educación superior; posibilitan la promoción de ciclos de investigación con los análisis cuantitativos de datos, el inicio de pruebas y estudios definiendo la población pertinente a los fines de la indagación y prestando principal atención a los aspectos socioculturales de la población que se estudia, pues, de esta forma, los resultados se sujetarán al contexto en el que se desarrolle la investigación.

Finalmente, advertir que los resultados muestran que no existe un único modelo, competencia o estrategia para aplicar, y que existen aún teorías y epistemologías pendientes de ser estudiadas en un mundo cambiante. Lo primordial en el sistema educativo es la adaptación a las circunstancias y la resiliencia para mejorar las condiciones de vida de la población, la cual debe estar lista para afrontar nuevos desafíos sanitarios que pueden afectar directa e indirectamente a su salud y la de sus seres queridos.

## Referencias

- Abadía, A., Concepción, B., Ubieto, M., Marquez, M., Sabaté, S., Jorba, H., y Pagés, T. (2015). Competencias del buen docente universitario. Opinión de los estudiantes. *Revista de Docencia Universitaria*, 13(2), 363-390.
- Acosta, M., y Lovato, S. (2019). Las competencias investigativas en docentes. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 23(93), 34-42.
- Acosta, W., Acosta, J., y Ramirez, M. (2017). *Competencias docentes para la educación superior en la sociedad del conocimiento de América Latina*. Bogotá: Ediciones Unilasalle.
- Arbea, L., Juan, D., Centeno, C., Del Pozo, J., Martinez, M., Salvador, J., . . . Soteras, M. (2020). Diseño e implantación de un proyecto docente para la formación de la identidad médica en estudiantes de Medicina. *Educación Médica*, 21(3), 207-211. doi:10.1016/j.edumed.2019.07.002
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de investigación Científica*. Caracas: EPISTEME.
- Barrios, S., y Vera, L. (2013). Relación entre los estilos cognitivos y las estrategias didácticas en un grupo de docentes de la ciudad de Bogotá. *Información Científica*, 7(1), 144-157.



- Campos, J., y Chinchilla, A. (2009). Reflexiones acerca de los desafíos en la formación de competencias para la investigación en educación superior. *Actualidades Investigativas en Educación*, 9(2), 1-20. <https://www.redalyc.org/pdf/447/44713058023.pdf>
- Chávez-Courtois, M. L. (2007). El Concepto de cultura sanitaria. . *Argumentos. Estudios Críticos De La Sociedad*, 45, 59-80. <https://argumentos.xoc.uam.mx/index.php/argumentos/article/view/539>
- Díaz, C. (2019). Estrategias participativas en arte y educación: un estudio de caso on adolescentes hospitalizados (Tesis Doctoral). *Universidad Complutense*, 296. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/14912/1/T33618.pdf>
- García, D., Rigo, E., y Jiménez, R. (2017). Comprensión textual y audiovisual. Medios multimedia como formatos enriquecedores del Entorno Personal de Aprendizaje. *Journal of new approaches in educational research*, 6(1), 3-10. doi:10.7821/naer.2017.1.180
- García, V., y Prieto, I. (2010). La competencia cultural como herramienta para la atención sanitaria a la población inmigrante. *Gaceta Sanitaria*, 24(5), 431. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-91112010000500013&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112010000500013&lng=es&tlng=es).
- Gil, M., y Solano, M. (2017). La aplicación del modelo de competencia cultural en la experiencia del cuidado en profesionales de Enfermería de Atención Primaria. *Atención Primaria*, 49(9), 549-556. doi:10.1016/j.aprim.2016.10.013
- Krychkovska, A., Zayarnyuk, N., Konechna, R., y Khomenko, O. (2021). Student Youth Health Culture in System Managing the Quality of. *Archive of Pharmacy Practice*, 12(2), 86-93. doi:10.51847/48jgaY6s4L
- Marciales, G., Barbosa, J., y Casteñeda, H. (2015). Desarrollo de competencias informacionales en contextos universitarios: enfoques, modelos y estrategias de intervención. *Investigación Bibliotecológica*, 29(65), 39-72.
- Marco Europeo de Competencias Digitales para la Ciudadanía. (2017 de Noviembre de 2017). *Plan de Alfabetización Tecnológica*. <https://somos-digital.org/disponible-online-y-en-espanol-el-marco-europeo-de-competencias-digitales-para-la-ciudadania/>
- McCabe, A., y O'Connor, U. (2014). Student-centred learning: the role and responsibility of the lecturer. *Teaching in Higher Education*, 19(4), 350-359.
- Portanda, G. (2011). *Factores culturales que influyen en la calidad de atención en el centro de salud Rosas de Palma. Tesis de Especialidad*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Rambay, M., y De la Cruz, J. (2020). Desarrollo de las competencias digitales en los docentes universitarios en tiempo de pandemia: Una revisión sistemática. *In Crescendo*, 11(4), 511-527. <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increcendo/article/view/2331/1605>

- Rodríguez, L. (2019). *El aprendizaje virtual. Enseñar y aprender en la era digital*. Rosario: Homo Sapiens.
- Sanz, M. L. (2016). *Competencias cognitivas en Educación Superior*. Madrid: Narcea Ediciones S.A.
- Sepúlveda, M. (2015). Las competencias transversales, base del aprendizaje para toda la vida. *Universidad EAN*, 19. <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/5073.pdf>
- Tapia, R. (1996). La importancia de la vigilancia epidemiológica en los servicios de medicina preventiva. *Revista de Salud Pública*, 38(5).
- Tejada, J. (2009). Competencias docentes. *Profesorado, Revista de curriculum y formación del Profesorado*, 13(2), 1-15. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/7373/rev132COL2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torra, I., y Esteban, R. (2012). Número monográfico dedicado a Competencias docentes en la Educación Financiera. *REDU – Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), 17-20. <http://red-u.net/redu/index.php/REDU/article/view/427>
- Triadó, X., Estebanell, M., Márquez, M. D., y Del Corral, I. (2014). Identificación del perfil competencial docente en educación superior. Evidencias para la elaboración de programas de formación continua del profesorado universitario. *Revista Española de Pedagogía*(257), 51-72.
- Valcarcel, M. (2005). La preparación del profesorado universitario para la convergencia europea en educación superior. *Informe Investigación, Proyecto EA2003-0040*.
- Veliz-Rojas, L., y Bianchetti-Saavedra, A. (2021). State of cross-cultural competencies development among students from the Faculty of Medicine at Universidad Católica del Norte in Chile. *Calidad en la educación*, 54, 303-338. doi:10.31619/caledu.n54.955
- Villarroel, V., y Bruna, D. (2017). Competencias Pedagógicas que Caracterizan a un Docente Universitario de Excelencia: Un Estudio de Caso que Incorpora la Perspectiva de Docentes y Estudiantes. *Formación Universitaria*, 10(4), 75-96. doi:10.4067/S0718-50062017000400008
- Zabalza, M. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Madrid: Narcea.
- Zaldívar, M., y Lorenzo, O. (2021). Percepción de competencias docentes en profesores universitarios de Ciencias de la Salud. 22, S420-S423. doi:10.1016/j.edumed.2021.02.002

# El Diseño Universal para el Aprendizaje como Marco de Referencia para Atender la Diversidad en el Contexto Universitario

María de los Lirios Bernabé , Irlanda Magaly Armijos 

Bernabé, María de los Lirios  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas  
Autor para correspondencia: maria.bernabe@pucese.edu.ec

Armijos, Irlanda Magaly  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas  
irlanda.armijos@pucese.edu.ec

## Resumen

La educación inclusiva en la educación superior se concreta garantizando la igualdad de oportunidades en el acceso, permanencia y titulación de todos los estudiantes. La homogeneización del desarrollo curricular, tan presente en las instituciones educativas, evidencia la dificultad para garantizar la atención a la diversidad y la personalización del aprendizaje. Esta investigación tiene como objetivo revisar la práctica pedagógica de una muestra no probabilística por conveniencia de diez docentes, en torno a los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), con el fin de que la práctica docente mejore y sea posible caminar, como comunidad universitaria, hacia una inclusión efectiva. Se parte de un proceso formativo dirigido a docentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas, seguido de un proceso de autoanálisis y reflexión personal y colectiva, desde donde se evalúa la propia práctica pedagógica a la luz de los principios del DUA.

**Palabras clave:** educación superior, diseño universal para el aprendizaje, formación del profesorado, atención a la diversidad

## Introducción

La diversidad es una característica presente en la realidad de las personas y los grupos y, por tanto, en toda institución educativa. Tomar conciencia de la diversidad de los estudiantes implica reconocer sus características tanto personales (capacidades, experiencias, intereses, necesidades, ritmos de aprendizaje, etc.) como sociales (nivel socioeconómico, redes de apoyo, cultura, religión, lengua, etnia, etc.) y actuar en consecuencia. Tal y como señala Booth (2000): “todos los seres humanos somos diferentes, no hay dos seres idénticos y estas diferencias individuales se deben reconocer en los procesos educativos” (p. 9).

Ahora bien, para Sandoval et al. (2019) los actuales sistemas de educación superior no han sido pensados ni diseñados para responder equitativamente a la diversidad del alumnado, de ahí que puedan observarse en muchas instituciones múltiples barreras a la presencia, participación y logro (p. 8). Estos autores señalan que las mismas prácticas de enseñanza pueden ser una barrera para el aprendizaje y la participación de algunos estudiantes, especialmente cuando los materiales o las actividades no se diseñan pensando en la diversidad del alumnado, o no se toma en cuenta lo importante que es motivar el aprendizaje y mantener unas relaciones positivas (p. 10).

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, la educación debería considerar la atención a la diversidad en las aulas como uno de sus pilares básicos; entendiendo como atención a la diversidad la puesta en marcha de acciones que tengan como objetivo que todas las personas, independientemente de cuáles sean sus características, puedan acceder en igualdad de oportunidades al proceso educativo (Díez y Sánchez, 2015, p. 88), en aras de una educación inclusiva que garantice el derecho a la educación en un sentido pleno para todos y todas.

La idea de una educación más inclusiva a lo largo de todo el sistema educativo, es decir, desde la educación infantil hasta la universidad, ha ido ganando terreno en los últimos años, hasta el punto de formar parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en su objetivo 4, plantea: “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (Naciones Unidas, 2018).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura determinó años antes que la educación inclusiva no es una cuestión marginal, sino que es crucial para lograr una educación de calidad para todos los estudiantes (UNESCO, 2008). No obstante, aún queda bastante camino por recorrer y las condiciones de posibilidad no existen en muchas instituciones educativas, que no cuentan ni con la formación ni con las condiciones necesarias para iniciar un proceso inclusivo a pesar de lo mucho que se arriesga con ello, puesto que lo que está en juego es el derecho de toda persona a aprender y a participar.

La educación superior en el Ecuador es un derecho ineludible de todas las personas, razón por la cual las instituciones educativas y el Estado deben garantizar el acceso, la permanencia y la titulación, sin ningún tipo de discriminación, para un efectivo cumplimiento de este derecho.

En el marco de la LOES, concretamente el Art. 93, que hace referencia al principio de calidad, y del reglamento emitido por el CES en el año 2017, que tiene como fin garantizar la igualdad como principio rector de todos los actores en el sistema de educación superior, se señala a la inclusión y a la diversidad como aspectos que deben orientar la calidad de la educación superior.

En la misma línea, la Constitución de la República del Ecuador (2008) apuesta por la calidad educativa, basada en un enfoque de derechos, de género, intercultural e inclusiva.

Teniendo en cuenta la legislación existente y la necesidad de que la construcción de la oferta académica se sustente en lineamientos basados en el acceso universal y el diseño para todos, urge que los docentes universitarios se formen en DUA, en tanto

que este enfoque permite acoger la flexibilidad necesaria para atender las diferencias existentes en las instituciones, exigencia que, según Clavijo y Bautista-Cerro (2020), es fundamental para una verdadera inclusión educativa.

El presente estudio tiene como objetivo revisar la praxis pedagógica de un grupo de docentes universitarios en torno a los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje, con el fin de mejorar su práctica educativa y caminar como comunidad universitaria hacia una inclusión efectiva.

A partir de esta experiencia, se pretende acercar a la comunidad universitaria nuevos modos de afrontar el reto de diseñar e implementar currículos inclusivos que tomen en consideración a todo el alumnado, así como nuevas propuestas de formación docente orientadas a la transformación de la praxis pedagógica desde la reflexión y la colaboración.

## **Revisión teórica**

El Diseño Universal es un paradigma que nace en 1970 en el ámbito de la arquitectura, cuya premisa central es el diseño de entornos y productos accesibles. En el ámbito educativo, aparece como Diseño Universal para el Aprendizaje, y el término “universal” hace referencia a la diversidad de opciones y a la flexibilidad y personalización del proceso educativo (Sandoval et al., 2019, p.13).

Para el Center for Applied Special Technology (CAST) el DUA es un marco de referencia científicamente válido, caracterizado por la flexibilidad en las formas de presentar la información, en el modo de demostrar los conocimientos y habilidades adquiridas y en la manera de comprometerse y motivarse en el propio proceso de aprendizaje (CAST, 2011).

El DUA está relacionado de forma directa con los recursos de aprendizaje en abierto y tiene el objetivo de poder personalizar el recorrido educativo por medio de la creación y desarrollo de un Entorno Personal de Aprendizaje propio. Igualmente, el DUA implica la accesibilidad universal a la educación, marcando el camino hacia una inclusión efectiva. Se trata de una visión humanista de la educación, que nos recuerda que todos somos diferentes y únicos, con nuestros puntos fuertes y débiles, dado que la diversidad es la regla, no la excepción. Se aplica mediante un currículo flexible, abierto e inclusivo, en el que se ofrecen distintas opciones de acceso al contenido, empleando diferentes metodologías activas y motivando al alumnado.

Como bien señalan McGuire et al. (2006), “el diseño universal aplicado a la educación puede ser un nuevo paradigma que permita hacer efectiva la implementación de la inclusión y proporcionar acceso a la educación general del currículo” (p. 167). Uno de los caminos que propone el DUA para alcanzar este objetivo es la creación de currículos accesibles y flexibles que permitan atender la diversidad existente en las aulas.

El DUA defiende los principios del diseño universal como fundamentales para atender la diversidad y propone que el diseño curricular se apoye en tres principios: proporcionar múltiples formas de representación (el «qué» del aprendizaje); proporcionar múltiples

formas para la acción y la expresión (el «cómo» del aprendizaje); y proporcionar múltiples formas de participación (el «porqué» del aprendizaje). Cada uno de estos principios se divide en tres pautas concretas y varios puntos de verificación.

La estructura del DUA se basa en los avances de la neurociencia sobre el aprendizaje. Según Rose et al. (2006), citados en Gutiérrez-Saldivia et al. (2020), la neurociencia señala que en el aprendizaje actúan tres redes neuronales: las redes de reconocimiento, encargadas de percibir la información, las redes estratégicas y las redes afectivas (p.131) y cada una de ellas está asociada a uno de los principios del DUA.

Esto condujo a la realización de un curso formativo sobre el DUA, teniendo en cuenta, como dice Vaillant (2018), que existe un consenso en que el buen profesor y su desarrollo profesional son un insumo clave para lograr la mejora de la calidad educativa y de los aprendizajes de los estudiantes de educación superior.

Conscientes de esto, se planteó una modalidad formativa que integrara el componente teórico, el práctico y el crítico-reflexivo, en respuesta a lo que señalan Fernández y Alcaráz (2016) al afirmar que mucha de la formación que se les da a los docentes es una formación instrumental, poco capaz de transformar de forma profunda las creencias del profesorado y su práctica docente.

En esta misma línea, autores como Vaillant y Cardozo (2017) señalan que para producir cambios sostenibles en las prácticas de enseñanza es necesario generar espacios de reflexión, autorregulación y colaboración entre iguales, donde la experiencia analizada, reflexionada y contrastada se convierte en camino de aprendizaje (p. 67).

## **Métodos**

La investigación se enmarca en el paradigma socio-crítico, puesto que va más allá de la descripción de la realidad y está orientada a la transformación de la praxis pedagógica de los docentes, es decir, busca “la transformación de realidades como objeto de estudio” (Roa, 2017, p. 43). Se emplea un enfoque cualitativo a nivel exploratorio y como metodología se utiliza el estudio de casos, dado que permite la explicación de fenómenos contemporáneos ubicados en su entorno real (Yin, 1989). El caso único de estudio fueron las prácticas pedagógicas de un grupo de 10 docentes de la Escuela de Ciencias de la Educación de la PUCESE durante el año 2021.

La selección de la muestra fue por conveniencia. La muestra se conformó por diez docentes que, tras recibir la formación en torno al DUA, decidieron participar de un proceso de autoanálisis y reflexión personal y colectiva, desde el que evaluar y mejorar la praxis pedagógica a la luz de los principios del DUA.

La investigación se realizó en tres fases. En la fase inicial, al inicio del primer período académico de 2021, los docentes recibieron una capacitación de 40 horas sobre el DUA de parte de un experto. A partir de esta capacitación, se inició la segunda fase, centrada fundamentalmente en el proceso de autoevaluación y análisis. Este se realizó con una lista de chequeo que fue entregada a los docentes y que contenía las pautas y puntos de verificación de cada uno de los tres principios del DUA, así como las posibles acciones

asociadas a cada uno de ellos. A partir del análisis de las respuestas obtenidas en las listas de chequeo, se identificaron aquellas acciones más utilizadas por los docentes (frecuencia igual o mayor a cinco) y las que menos se utilizan (frecuencia menor a cinco). En una tercera fase, los docentes seleccionaron nuevas acciones asociadas al DUA a incorporar en sus asignaturas en el segundo período académico de 2021, actividad acompañada de un espacio mensual de reflexión en grupo desde donde se compartió y valoró la experiencia.

El problema de investigación hace referencia a la preocupación por mejorar la praxis pedagógica de los docentes de la Escuela de Educación a la luz los principios del DUA y se concreta en las siguientes preguntas de investigación: ¿En qué medida la praxis pedagógica del personal docente de la Escuela de Educación de la PUCESE responde a los principios del DUA? ¿Cómo favorecer que la formación recibida por los docentes en torno al DUA transforme su praxis en el aula?

Los instrumentos utilizados para la recolección de los datos fueron una lista de chequeo de cada uno de los tres principios, con sus pautas y puntos de verificación, así como posibles actividades asociadas a cada uno de los puntos; y un cuestionario de diez preguntas abiertas, centrado en recoger la experiencia de implementación del DUA en la propia praxis pedagógica y la experiencia de la modalidad de formación recibida, que integró tres niveles: la teoría, la práctica y la reflexión crítica.

## **Resultados y Discusión**

A continuación, se presentan los resultados fruto de la autoevaluación y análisis de los docentes en cada uno de los tres principios del DUA.

**En cuanto al principio I:** Proporcionar múltiples formas de motivación, en el que se encuentran tres pautas y diez puntos de verificación, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 1. Principio I

---

<b>PAUTAS PRINCIPIO I</b>	
<b>Pauta 1: Proporcionar opciones para captar el interés</b>	
<b>Punto de verificación 1.1.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:  Optimizar la elección individual y la autonomía. <ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar una encuesta inicial para recoger información de los estudiantes sobre conocimientos previos, expectativas e interés hacia la materia entre otros aspectos.</li><li>• Partir de experiencias previas que tiene el alumnado en torno al tema de estudio asociado a su materia.</li><li>• Uso de metodologías activas.</li></ul> Se realizan muy pocas acciones para hacer partícipes a los alumnos en la decisión del tipo de evaluación final o para seleccionar algunos de los contenidos a ser tratados.
<b>Punto de verificación 1.2.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:  Optimizar la relevancia, el valor y la autenticidad. <ul style="list-style-type: none"><li>• Partir de la realidad del contexto y la cultura como parte del conocimiento.</li><li>• Partir de las inquietudes que tiene el alumnado en torno al tema de estudio.</li><li>• Plantear aprendizajes auténticos conectados con la realidad.</li><li>• Enfatizar la relevancia del tema de estudio.</li></ul> Entre las acciones menos trabajadas se encuentran plantear actividades que supongan una intervención con la comunidad o buscar materiales de estudio relevantes para su entorno o realidad.
<b>Punto de verificación 1.3.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:  Minimizar las amenazas y las distracciones. <ul style="list-style-type: none"><li>• El uso de aulas virtuales bien estructuradas.</li><li>• La socialización con el alumnado de las rúbricas o guías de evaluación.</li><li>• La presentación de guías de actividades.</li><li>• La aplicación de rutinas de revisión, en las que primero se revisa y luego se entrega para calificación.</li><li>• La creación de un clima agradable y de confianza adecuado para el aprendizaje.</li></ul> Acciones como el uso de calendarios o alertas de actividades, así como el uso de guías de aprendizaje asociadas a las materias son acciones menos utilizadas por los docentes.

---



---

## **Pauta 2: Proporcionar opciones para mantener el esfuerzo y la persistencia**

---

**Punto de verificación 2.1.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

- Resaltar la relevancia de las metas y los objetivos.
- Dialogar sobre la relevancia de la materia y las metas a alcanzar en ella.
  - Promover el desarrollo de actividades prácticas.
  - Trabajar con estudios de caso.

Son menos trabajadas acciones como personalizar los objetivos, contar con ejemplos y actores reales que compartan su experiencia, o el desarrollo de actividades orientadas a una audiencia o que sitúe al alumnado en escenarios reales.

**Punto de verificación 2.2.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

- Variar los niveles de desafío y apoyo.
- Valorar el esfuerzo, más allá de la calificación.
  - Diversificar los recursos.
  - Trabajar con estudios de caso.

Las acciones menos trabajadas son: ofrecer actividades con diferentes niveles o dar varias opciones de actividades para que los alumnos decidan cuáles realizar, en función de sus intereses, nivel y habilidades.

**Punto de verificación 2.3.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

- Fomentar la colaboración y la comunicación.
- Diseñar agrupamientos flexibles.
  - Diversificar los recursos.
  - Trabajar con estudios de caso.

Son menos trabajadas acciones como ofrecer actividades con diferentes niveles o dar varias opciones de actividades para que los alumnos decidan cuáles realizar, en función de sus intereses, nivel y habilidades.

**Punto de verificación 2.4.** En este punto de verificación los docentes aplican diversas acciones como:

- Incrementar el dominio de retroalimentación orientada.
- La retroalimentación dialógica durante el proceso, justo a tiempo.
  - Orientación a la hora de corregir los errores, en positivo, orientados hacia la mejora y no tanto hacia la penalización.
  - Uso de retroalimentación de las tareas en la plataforma Moodle.

Unas de las acciones menos trabajadas es el uso del control de cambios.

---

---

### **Pauta 3: Proporcionar opciones para la autorregulación**

---

**Punto de verificación 3.1.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Promover expectativas y creencias que optimicen la motivación.

- Uso de la escalera metacognitiva.
- Desarrollo de actividades que les ayudan a ser conscientes de lo que han aprendido.
- Creación de momentos de reflexión guiada.

Una de las acciones menos trabajadas es fomentar la autorreflexión y el autoconocimiento.

---

**Punto de verificación 3.2.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Facilitar habilidades y estrategias para afrontar desafíos.

- Uso de modelos y situaciones reales sobre habilidades para afrontar problemas.

Las acciones menos trabajadas son: facilitar modelos, apoyos o retroalimentación para gestionar emociones a la hora de afrontar desafíos, garantizar que todos participen y ejercitar habilidades blandas que les ayuden a hacer frente a situaciones conflictivas.

---

**Punto de verificación 3.3.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Desarrollar la autoevaluación y la reflexión.

- Hacer uso de la autoevaluación como parte del proceso de evaluación, tutoría o retroalimentación.
- Preguntarles al final del semestre sobre su proceso de aprendizaje, qué han aprendido, cómo se han visto, qué necesitan seguir mejorando.

Son menos trabajadas acciones como el uso de cuadernos de bitácora o portafolios y la aplicación de cuestionarios de contenidos como ejercicio de autoevaluación sin calificación.

---

En el marco del principio I, son las pautas 2 y 3, que hacen referencia a proporcionar opciones para mantener el esfuerzo y la persistencia y para la autorregulación, las menos empleadas por los docentes en su práctica pedagógica.

**En cuanto al principio II:** Proporcionar múltiples formas de representación, en el que se encuentran tres pautas y doce puntos de verificación, se obtienen los siguientes resultados.

**Tabla 2.** Principio II

---

<b>PAUTAS PRINCIPIO II</b>	
<b>Pauta 1: Proporcionar opciones para la Percepción</b>	
<b>Punto de verificación 1.1.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ofrecer formas para personalizar la visualización de la información.<ul style="list-style-type: none"><li>• Cambiar el tamaño del texto, de letra o tipo de fuente de los documentos entregados.</li><li>• Utilizar el color como medio de información o para resaltar algún elemento.</li><li>• Grabar las clases y compartirlas.</li><li>• Tener en cuenta el contraste entre fondo, texto e imagen, evitando aquello que distorsiona.</li></ul></li></ul>
	Una de las acciones menos trabajadas es variar el volumen o velocidad con la que se presenta la información sonora, en el caso de audios o videos.
<b>Punto de verificación 1.2.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ofrecer alternativas para la información auditiva<ul style="list-style-type: none"><li>• Usar diagramas, gráficos e imágenes.</li></ul></li></ul>
<i>(En el caso de estudiantes con problemas auditivos).</i>	Son menos trabajadas acciones como el uso de subtítulos o transcripciones de videos. Tampoco se garantiza la existencia de una persona intérprete de lengua de signos, si bien es cierto que no se conoce alumnado con discapacidad auditiva.
<b>Punto de verificación 1.3.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ofrecer alternativas para la información visual<ul style="list-style-type: none"><li>• Permitir la participación de un compañero o una compañera para que lea el texto en voz alta.</li></ul></li></ul>
<i>(En el caso de estudiantes con problemas visuales).</i>	Las acciones menos trabajadas son: facilitar claves auditivas para ideas principales, convertir el texto (.pdf) en audio y el uso de programas informáticos que convierten el texto en voz.

---

---

## **Pauta 2: Proporcionar opciones para el Lenguaje y los Símbolos**

---

**Punto de verificación 2.1.** En este punto de verificación se utilizan poco las acciones asociadas a él, como el uso de glosarios o anotaciones al vocabulario dentro del texto.

Aclarar vocabulario y símbolos.

---

**Punto de verificación 2.2.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Clarificar sintaxis y estructura.

- Usar mapas conceptuales, explicando la relación entre los elementos.
- Ayudar a enlazar ideas o contenidos.
- Presentar contenidos con accesibilidad ofimática.
- Ayudar a identificar las palabras de transición entre las partes de un texto.

Una de las acciones menos trabajadas es crear guiones de contenidos cuando estos son extensos.

---

**Punto de verificación 2.3.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Facilitar la decodificación de textos, notaciones matemáticas y símbolos.

- Estructurar con claridad los contenidos.
- Utilizar listas de términos o de palabras clave.

Son menos trabajadas acciones como acompañar el texto digital con voz humana pregrabada o proporcionar diferentes formas de representar las notaciones: fórmulas, gráficos, etc.

---

**Punto de verificación 2.4.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Promover la comprensión entre diferentes idiomas.

- Solicitar a algún compañero que traduzca.
- Usar apoyos visuales no lingüísticos.

Las acciones menos trabajadas son: hacer uso de traducciones, proporcionar herramientas electrónicas de traducción y el uso de glosarios multilingües.

---

**Punto de verificación 2.5.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Ilustrar las ideas principales a través de múltiples medios.

- Presentar las ideas centrales en diversas formas alternativas al texto, haciendo explícitas sus relaciones.

Son menos trabajadas acciones como el subrayado de párrafos centrales en textos largos.

---

---

### **Pauta 3: Proporcionar opciones para la Comprensión**

---

**Punto de verificación 3.1.** En relación con este punto de verificación los docentes aplican numerosas acciones:

Proveer o activar los conocimientos previos.

- Antes de iniciar una unidad, fijar conceptos previos ya asimilados.
- Utilizar organizadores gráficos para visualizar las relaciones entre la información y los conceptos.
- Enseñar los conceptos previos que son esenciales para el nuevo aprendizaje.
- Presentar conceptos mediante analogías y metáforas.
- Hacer conexiones curriculares explícitas, como enseñar estrategias lectoras, de redacción o normas APA en otras materias.

---

En relación con este punto de verificación los docentes aplican también numerosas acciones:

**Punto de verificación 3.2.**

Destacar patrones, características principales, ideas centrales y las relaciones entre ellas.

- Destacar los elementos básicos o ideas centrales de un texto o contenido.
- Usar esquemas, infografías u organizadores gráficos para destacar las ideas fundamentales y las relaciones entre conceptos.
- Poner ejemplos y contraejemplos.
- Identificar y hacer explícitas habilidades o contenidos previos que se pueden utilizar para resolver nuevos problemas.

---

**Punto de verificación 3.3.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Guiar el procesamiento, visualización y manipulación de la información.

- Dar indicaciones explícitas de cada uno de los pasos que componen un proceso secuencial.
- Ofrecer modelos acerca de cómo enfrentarse a la tarea o para explorar los nuevos aprendizajes.
- Presentar los contenidos de manera progresiva, no todos a la vez.

Son menos trabajadas acciones como mostrar de manera gradual el uso de estrategias de procesamiento de la información, usar ejemplos o estrategias variadas para estudiar una lección o agrupar la información en unidades más pequeñas.

---

---

<b>Punto de verificación 3.4.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:
Maximizar la memoria, transferencia y generalización de la información.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incorporar acciones de revisión de lo aprendido (pruebas con o sin nota, cuestionarios gamificados, etc.).</li></ul> <p>Las acciones menos trabajadas son: el uso de estrategias mnemotécnicas, el uso de plantillas u organizadores que faciliten la toma de apuntes, el uso de listas de comprobación o establecer apoyos para conectar el nuevo aprendizaje con otros conocimientos o contextos donde se pueda aplicar.</p>

---

En el marco del principio II, son las pautas 1 y 2, que hacen referencia a proporcionar opciones para la percepción y para el lenguaje y los símbolos, las menos empleadas por los docentes en su práctica pedagógica. En el caso de la pauta 3, que hace referencia a proporcionar opciones para la comprensión, los puntos de verificación 3.3. y 3.4., referidos a guiar el procesamiento, visualización y manipulación de la información y a maximizar la memoria, transferencia y generalización de la información, tampoco son especialmente trabajados por los docentes.

**En cuanto al principio III:** Proporcionar múltiples formas de acción y expresión, en el que se encuentran tres pautas y nueve puntos de verificación, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 3. Principio III

---

## PAUTAS PRINCIPIO III

---

### Pauta 1: Proporcionar opciones para la acción física

---

<b>Punto de verificación 1.1.</b>	En este punto de verificación las acciones aplicadas por los docentes son:
Variar los métodos de respuesta, navegación e interacción.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proporcionar alternativas en los plazos y en las acciones a realizar para responder a las preguntas o tareas.</li><li>• Permitir que se puedan realizar tareas en distintos formatos (digital o físico) y por distintos medios (a través de la plataforma Moodle, en persona o por correo electrónico).</li></ul>
<b>Punto de verificación 1.2.</b>	En este punto de verificación los docentes aplican pocas acciones. Tan solo algunos de ellos ofrecen acompañamiento en el uso de algunas herramientas digitales, pero apenas se usan tecnologías de asistencia como pantallas táctiles, teclados u otros softwares de accesibilidad.
Optimizar el acceso a herramientas y tecnologías de asistencia.	

---

---

## **Pauta 2: Proporcionar opciones para la expresión y comunicación**

---

**Punto de verificación 2.1.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Usar múltiples medios para la comunicación.

- Proporcionar distintas aplicaciones de comunicación.
- Crear espacios diversos para la comunicación (tutorías, foros, etc.)

Una de las acciones menos trabajadas es redactar haciendo uso de diversos medios (texto, voz, dibujos, etc.).

---

**Punto de verificación 2.2.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Usar múltiples herramientas para la construcción y composición.

- Usar correctores ortográficos y gramaticales.
- Mostrar funcionalidad de diversas herramientas digitales.
- Utilizar recursos virtuales.

Las acciones menos trabajadas son: utilizar software de reconocimiento y proporcionar al alumnado comienzos o fragmentos de frases para la redacción de textos.

---

**Punto de verificación 2.3.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Desarrollar fluidez en el aprendizaje con niveles de apoyo graduados para la práctica y el desempeño.

- Permitir apoyos individualizados y graduales en función de las necesidades.
- Hacer uso de la retroalimentación formativa.
- Proporcionar ejemplos de soluciones novedosas a problemas reales.
- Atender las dudas e inquietudes planteadas por los estudiantes.

Son menos trabajadas acciones como utilizar modelos de simulación, usar mentores diversos (docente, compañeros o tutores de apoyo) y ofrecer niveles graduados de dificultad para el desarrollo de las tareas y logros a alcanzar.

---

## **Pauta 3: Proporcionar opciones para la función ejecutiva**

---

**Punto de verificación 3.1.** En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:

Guiar el establecimiento de metas adecuadas.

- Hacer visibles los objetivos

Las acciones menos trabajadas son: proporcionar pautas y listas de comprobación para definir objetivos, así como usar modelos y ejemplos del proceso y de los resultados a alcanzar.

---

---

<b>Punto de verificación 3.2.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:
Apoyar la planificación y desarrollo de estrategias.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planificar tiempos para mostrar y explicar los trabajos.</li><li>• Ofrecer pautas para dividir las metas a largo plazo en objetivos a corto plazo alcanzables.</li></ul>
	Son menos trabajadas acciones como realizar avisos para que el alumnado “pare y piense”, y proporcionar mentores que modelen el proceso de pensar en voz alta.
<b>Punto de verificación 3.3.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:
Facilitar la gestión de información y recursos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizar organizadores gráficos.</li><li>• Aportar plantillas para recoger y organizar la información.</li><li>• Ofrecer pautas para categorizar y sistematizar la información y los procesos, como el uso de portafolios de evidencias.</li></ul>
	Las acciones menos trabajadas son: usar listas de comprobación y ofrecer pautas para tomar notas.
<b>Punto de verificación 3.4.</b>	En este punto de verificación las acciones que más aplican los docentes son:
Mejorar la capacidad para monitorear el progreso.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar preguntas o plantillas que les ayuden a reflexionar sobre el trabajo desarrollado.</li><li>• Proporcionar ejemplos de prácticas.</li><li>• Facilitar trabajos de estudiantes evaluados que incluyan comentarios.</li><li>• Utilizar listas o matrices de evaluación.</li></ul>
	Son menos trabajadas acciones como usar representaciones de los avances o emplear variedad de estrategias de autoevaluación.

---

En el marco del principio III, el punto de verificación 1.2, que hace referencia al acceso a herramientas y tecnologías de asistencia, el 3.1., referido a guiar el establecimiento de metas adecuadas y el 3.2., referido a apoyar la planificación y desarrollo de estrategias, son los menos utilizados por los docentes en su práctica.

Al igual que en los resultados obtenidos en la muestra de estudio, aunque los docentes no aplican el enfoque DUA en su totalidad, pues se pueden observar varios puntos de verificación pendientes de implementar y otros tantos parcialmente implementados, es claro que su incorporación a la práctica pedagógica es considerada como una buena práctica inclusiva, ya que trata de eliminar aquellas barreras de acceso presentes en los currículos (Sánchez-Gómez y López, 2020).



Una vez realizado el curso de capacitación, aquellos docentes que decidieron seguir realizaron un ejercicio de autoanálisis de su propia praxis pedagógica, en referencia a las pautas y principios del DUA. Se evidenció que, sin saberlo, estaban desarrollando ciertas prácticas orientadas a atender la diversidad. También se destacó la posibilidad de implementar pequeñas acciones en su planificación microcurricular que atiendan la diversidad y ayuden a mejorar los procesos de aprendizaje.

Ante estas posibilidades que ofrece el DUA, Sánchez et al. (2016) señalan que la implementación de este enfoque beneficia tanto a estudiantes como a docentes, de ahí que se considere como un paradigma válido, orientado a mejorar los procesos de aprendizaje de todas y cada una de las personas (p. 128).

Tras el análisis de sus propias prácticas a partir de la lista de chequeo compuesta por los tres principios, las pautas y los puntos de verificación, así como posibles actividades asociadas, los docentes seleccionaron algunas de estas actividades, que no estaban realizando, y las implementaron en su práctica durante el primer semestre de 2021. El análisis inicial, así como la experiencia de aplicación de estas nuevas prácticas, fue evaluado y contrastado en una comunidad profesional de práctica que se creó para tal fin durante ese semestre.

Después de este proceso de reflexión personal y colectiva a partir de la práctica pedagógica, se entregó al profesorado un cuestionario de 10 preguntas abiertas, con el que se evaluó tanto la experiencia de aplicación del DUA como la modalidad de formación recibida. En esta formación se articuló la teoría, la práctica y la reflexión en un mismo proceso.

Los resultados obtenidos de estas preguntas abiertas arrojaron vivencias de satisfacción en todos los docentes. Son varios los que reconocen haber estado realizando prácticas asociadas a los principios del DUA sin ser conscientes de ello.

“He podido darme cuenta de que en el desarrollo de mi práctica tengo algunos aciertos para atender a los estudiantes que desconocía que tuviesen relación con el DUA, que a pesar de no manejar los principios, se han hecho evidentes durante el trabajo que hago” (D\_2).

“Sin saberlo, algo de esto del DUA estábamos haciendo, nos quedan muchos desafíos, pero no estamos tan crudos” (D\_5).

“De manera inconsciente he estado aplicando algunos elementos del DUA, pero con la concepción de realizar una adaptación para un determinado grupo y no con la concepción de plantear mi práctica pedagógica para que desde el principio sea accesible para casi todos mis estudiantes” (D\_6).

Se valora especialmente la posibilidad de reflexionar sobre la propia praxis y el hecho de poder hacerlo con otros compañeros.

“Valoro mucho la posibilidad de tomar conciencia de la diversidad de pequeñas acciones que podemos hacer en nuestra práctica y que pueden marcar la diferencia a la hora de atender la diversidad existente en nuestras aulas y favorecer el aprendizaje de nuestros alumnos. También me ha aportado escuchar las experiencias de los compañeros. Cada uno aporta experiencias y matices personales que dan pistas para ir mejorando nuestra praxis docente” (D\_1).

“Compartir experiencias con los compañeros me ha permitido fortalecer mi labor como docente y aprender un poco más de las prácticas que otros realizan” (D\_8).

“Me he enriquecido mucho con las diferentes actividades, estrategias y reflexiones aportadas por los compañeros. Se aprende mucho de lo que a alguien le resulta eficaz con algunos grupos o alumnado y también de lo que no resultó, de las cosas que ensayamos y erramos o dudamos” (D\_3).

“Los encuentros con los compañeros me ayudaron a sistematizar mi práctica pedagógica, es decir, a ordenar las acciones del proceso de enseñanza, a tener más consciencia de lo que hago” (D\_5).

“El curso me ha aportado los elementos claves para pensar, reflexionar e implementar mejores estrategias para hacer el aprendizaje más accesible a los estudiantes” (D\_6).

Las expresiones señaladas por los docentes refuerzan lo que afirman Soria y Hernández (2017): “las personas aprenden a partir de las interacciones con otras. A partir de esa interacción, se construye el conocimiento; primero desde un plano intersubjetivo-social; y progresivamente, se lo interioriza como un conocimiento propio intrasubjetivo” (p. 134).

Con la selección e implementación de nuevas prácticas por parte de los docentes se intentó favorecer que la teoría recibida en el curso realmente se tradujera en una práctica renovada y orientada a la mejora de los procesos de aprendizaje.

“Son varias las acciones que he implementado este semestre a raíz del curso: usar distintos modos de presentación de la información, estructurar mejor la plataforma Moodle, incorporar diversos medios para la comunicación, visibilizar mejor los resultados de aprendizaje de las asignaturas e incorporar la autoevaluación de los aprendizajes por parte de los estudiantes” (D\_7).

“En este semestre he incorporado alternativas en los plazos de entrega y actividades a realizar, los recursos entregados han seguido los criterios de accesibilidad, he agrupado la información en unidades más pequeñas y he ofrecido modelos de lo que espero en las actividades solicitadas, he dialogado con ellos sobre la relevancia de la materia y las metas a alcanzar en ella y he socializado desde el principio las guías de aprendizaje y las rúbricas, la verdad es que ha ayudado mucho” (D\_5).

“He incorporado las guías de aprendizaje y de evaluación, he invertido más tiempo en la revisión de los aprendizajes y he incorporado la escalera metacognitiva como herramienta de trabajo. También me ha ayudado mantener abiertos los canales de comunicación más allá del tiempo de clases” (D\_4).

“La verdad es que son muchas las pequeñas acciones que podemos incorporar en nuestra práctica y que pueden marcar la diferencia, a raíz del curso he incorporado las píldoras de contenido, la retroalimentación formativa, ofrecerles modelos o/y orientaciones bien detalladas de lo que les solicito. También he ido incorporando actividades que implican involucrarse con la comunidad, creo que ello favorece el desarrollo de aprendizajes auténticos y la motivación e implicación de los estudiantes en su aprendizaje” (D\_1).

En la misma línea de lo señalado por los docentes, Bucheli (2019) afirma que “la incorporación del enfoque DUA ayuda a entender cómo aprenden los estudiantes y cuáles son las necesidades particulares que pueden marcar la diferencia a la hora de construir la práctica de enseñanza” (p. 92).

Entre las dificultades encontradas en su implementación, los docentes señalan principalmente dos: el tiempo de dedicación y el dominio de las herramientas tecnológicas.

“Mi principal dificultad siempre es el tiempo. Creo que implementar todo esto lleva tiempo extra, al menos en un primer momento, y a veces no dispongo mucho de él” (D\_1).

“Las dificultades que he tenido en ocasiones han sido el tiempo para preparar las guías explicativas, elaborar rúbricas, la búsqueda de materiales adaptados al contexto y la preparación de actividades con diferentes niveles, me han costado un poco. También el desconocimiento de algunas herramientas tecnológicas que te pueden facilitar el trabajo” (D\_4).

“Las dificultades presentadas están relacionadas con el tiempo. Creo que hasta que no tenga interiorizados bien los principios del DUA, me resultará un poco complejo” (D\_6).

“El DUA es interesante aplicarlo y más bien debería ser una obligación del profesorado implementar esto en sus asignaturas, pero el único inconveniente es que se requiere más tiempo” (D\_9).

“Las dificultades que me he encontrado están más relacionadas con el poco dominio de las herramientas tecnológicas, pero creo que es necesario implementar el DUA en nuestra práctica docente” (D\_10).

En cuanto a la modalidad del curso, esta ha sido muy valorada por parte de los docentes, especialmente la posibilidad de intercambiar con los compañeros y la posibilidad de analizar y reflexionar sobre la propia práctica a la luz de la formación recibida.

“Escuchar a otros colegas siempre me da pistas de lo que otros hacen y, por otro lado, a mí me fuerza verbalizar también mis propias prácticas, ser consciente de ellas” (D\_9).

“Encontrarnos que compartir y reflexionar sobre nuestra práctica pedagógica debería ser una rutina, aprender de lo que hacen los otros y reflexionar sobre nuestras prácticas nos ayuda a salir del individualismo y la inconsciencia” (D\_2).

“En ocasiones hacemos cursos interesantes, pero con la cantidad de trabajo que tenemos no nos da la vida para profundizar mucho en ellos. Tener estos espacios de reflexión compartida nos ayuda a ello” (D\_5).

“Creo que esta modalidad de curso ha sido muy positiva, en cuanto compartimos experiencias y nos damos un espacio y tiempo donde pensar y verbalizar nuestras prácticas en el aula, aunque también creo que es difícil encontrar a veces los momentos para coincidir entre todos” (D\_7).

“Realmente creo que el curso, así como ha estado diseñado, nos plantea como docentes un desafío permanente de mejora. Este no se agota con lo implementado en este semestre, son muchas las posibles acciones pendientes de ir incorporando y evaluando” (D\_5).

“Así como estuvo planteado el curso, nos da tiempo de aplicarlo en el grupo de estudiantes y al mismo tiempo analizar en grupo su implementación, creo que eso es un acierto” (D\_8).

Esto guarda coherencia con lo señalado por Auberte et al. (2009) quienes afirman que “el aprendizaje que conduce a mayores niveles de comprensión y de sentido es aquel que se produce en la interacción social con diversidad de personas” (p.137).

En esta misma línea, Alcedo et al. (2020) resaltan la importancia de promover espacios y tiempos que permitan a los docentes reflexionar personal y colectivamente sobre lo que están aprendiendo y lo que están haciendo en el aula. Reconocen a la vez que este es el reto que actualmente enfrentan las universidades del mundo: la generación de espacios de aprendizaje interactivos, cooperativos y reflexivos (p. 81).

## **Conclusiones**

La Educación Superior en el Ecuador es un derecho ineludible de todas las personas, así se evidencia en la Constitución y en la LOES. Ahora bien, para que esto sea una realidad, se requiere de acciones estratégicas que realmente atiendan a la diversidad de estudiantes que desean acceder a la formación superior, garantizando no solo su acceso, sino la permanencia y la titulación de los mismos a través de la eliminación o reducción de aquellas barreras que puedan obstaculizar su aprendizaje o participación.

Entre estas acciones se propone la implementación del DUA como marco de referencia para atender la diversidad en el contexto universitario. Esto puede hacerse a través de: la creación de currículos accesibles y flexibles que guíen la práctica educativa de los docentes, la consideración de la multiplicidad de opciones que pueden ofrecerse respecto a las formas de presentar el acceso a la información, la presentación de diversas opciones a los estudiantes para que demuestren sus aprendizajes y con el fomento de espacios para que el alumnado pueda participar e implicarse en su propio aprendizaje.

Los docentes objeto de estudio valoran la implementación del DUA como camino para atender la diversidad y alcanzar una inclusión educativa efectiva. Reconocen que ya desarrollan algunas actividades asociadas a los principios y pautas del DUA. Apuestan por seguir implementando nuevas actividades en su praxis pedagógica, conscientes de que este modelo les abre un amplio abanico de posibilidades para atender la diversidad y favorecer los procesos de aprendizaje, aunque también afirman que el tiempo y el dominio de las herramientas tecnológicas son factores clave para su puesta en práctica.

Su implementación requiere de decisión institucional y de un cuerpo de docentes formados en los principios del DUA, dado que ellos y su desarrollo profesional son la clave para alcanzar la calidad educativa a la que se aspira. Ahora bien, si se quiere realmente transformar las prácticas de enseñanza y que la formación recibida se traduzca

en una praxis renovada, es necesario generar espacios de reflexión a partir de la propia práctica, espacios de interacción y colaboración entre iguales, en los que la experiencia concreta pensada, analizada y contrastada se convierta en un conocimiento capaz de transformar la realidad educativa.

Diseñar la planificación microcurricular de al menos una de sus materias a partir de la formación recibida y disponer de una comunidad de práctica profesional durante un semestre, donde compartir, reflexionar, analizar y evaluar la propia experiencia de aplicación del DUA, ha sido para los docentes una oportunidad para afianzar el conocimiento adquirido en el curso y despertar el compromiso por abrirse de manera colaborativa a procesos permanentes de mejora.

Se podría complementar el presente estudio con una investigación que recoja la percepción y valoración de los estudiantes frente a los cambios implementados por los docentes en su práctica tras incorporar el enfoque DUA.

Finalmente, es importante señalar que la inclusión es un proceso dinámico, dado que la misma realidad de las instituciones educativas es cambiante y dinámica. De ahí la necesidad de futuras investigaciones que contribuyan a evaluar el impacto que la implementación del DUA u otras acciones estratégicas orientadas a la inclusión y la calidad educativa generan en la participación y el aprendizaje de toda la comunidad universitaria.

## Referencias

- Alcedo, Y., Martínez, D., y Weky, L. B. (2021). Comunidades de aprendizaje, trabajo colaborativo y pensamiento complejo: retos para la transformación de la docencia universitaria en el siglo XXI. *Gestión y Desarrollo Libre*, 6(11). [https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/gestion\\_libre/article/view/8080/7322](https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/gestion_libre/article/view/8080/7322)
- Aubert, A., García, C., y Racionero, S. (2009). El aprendizaje dialógico. *Cultura y educación*, 21(2), 129-139. [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1174/113564009788345826?casa\\_token=0LMl5Kny3OgAAAAA:e-KCftDuuli4BV65OaS3HxHTQA8IK3e3B7jj2lqL6FhID8\\_i\\_HbMji-gipvszcm510u5FK0Epu8F\\_mU](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1174/113564009788345826?casa_token=0LMl5Kny3OgAAAAA:e-KCftDuuli4BV65OaS3HxHTQA8IK3e3B7jj2lqL6FhID8_i_HbMji-gipvszcm510u5FK0Epu8F_mU)
- Booth, T. (2000). Guía para la evaluación y mejora de la educación inclusiva. *Consortio Universitario para la Educación Inclusiva*, 1-13.
- Bucheli, C. L. (2019). Prácticas de enseñanza ante la diversidad en el contexto universitario. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/43701>
- CAST. (2011). Universal design for learning guidelines version 2.0. Wakefield, MA [http://www.udlcenter.org/sites/udlcenter.org/files/UDL Guidelines Version 2.0 \(Final\) 3.doc](http://www.udlcenter.org/sites/udlcenter.org/files/UDL%20Guidelines%20Version%202.0%20(Final)%203.doc)
- Clavijo, R. G., y Bautista-Cerro, M. J. (2020). La educación inclusiva. Análisis y reflexiones en la educación superior ecuatoriana. *Alteridad. Revista de Educación*, 15(1), 113-124. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-86422020000100113&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-86422020000100113&script=sci_arttext)

- Díez, E., y Sánchez, S. (2015). Diseño universal para el aprendizaje como metodología docente para atender a la diversidad en la universidad. *Aula abierta*, 43(2), 87-93. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0210277315000025>
- Fernández, M. F., y Alcaráz, N. A. (2016). *Innovación educativa: más allá de la ficción*. Pirámide.
- Gutiérrez-Saldivia, X. D., Barriá, C. M., y Tapia, C. P. (2020). Diseño universal para el aprendizaje de las matemáticas en la formación inicial del profesorado. *Formación universitaria*, 13(6), 129-142. <https://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v13n6/0718-5006-formuniv-13-06-129.pdf>
- Hernández Sampieri, R, Fernández, C y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. (Sexta Edición). México D.F, México: McGraw-Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)
- McGuire, J., Scott, S. y Shaw, S. (2006). Universal design and its applications in educational environments. *Remedial and special education*, 27(3), 166–175. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/07419325060270030501>
- Roa, N. (2017) *Fundamentos de investigación*. Fundación Universitaria del Área Andina
- Sánchez, S., Díez, E., y Martín, R. Á. (2016). El diseño universal como medio para atender a la diversidad en la educación: una revisión de casos de éxito en la universidad. *Contextos educativos: revista de educación*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5329063>
- Sánchez-Gómez, V. y López, M.(2020) Comprendiendo el diseño universal desde el paradigma de apoyos: DUA como un sistema de apoyos para el aprendizaje, *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 14(1), 143-160 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-73782020000100143>.
- Sandoval, M., Simón, C., Márquez, C., y Sánchez, S. (2019). Celebrando la diversidad: un recurso que enriquece la educación superior. Orientaciones para el profesorado universitario. [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/691485/celebrando\\_sandoval\\_UAM\\_2019.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/691485/celebrando_sandoval_UAM_2019.pdf?sequence=1)
- Soria, M. G., y Hernández, R. (2017). Aportes a la formación docente desde comunidades de aprendizaje. *Revista del Cisen Tramas/Maepova*, 5(2), 131-145. <https://core.ac.uk/download/pdf/158354296.pdf>
- UNESCO (2008) *La educación inclusiva: el camino hacia el futuro*. en 48ª Reunión de la Conferencia Internacional de Educación. [http://www.ibe.unesco.org/en/resources?search\\_api\\_views\\_fulltext=%22Policy%20Dialogue%2048th%20ICE%20General%20Presentation](http://www.ibe.unesco.org/en/resources?search_api_views_fulltext=%22Policy%20Dialogue%2048th%20ICE%20General%20Presentation)
- Vaillant, D. (2016). Trabajo colaborativo y nuevos escenarios para el desarrollo profesional docente. *Revista docencia*, 60, 7-13. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/674652>

- Vaillant, D., y Cardozo L. (2017). Desarrollo profesional docente: entre la proliferación conceptual y la escasa incidencia en la práctica de aula. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 13(26), 5-14. <https://cuaderno.pucmm.edu.do/index.php/cuadernodepedagogia/article/view/259>
- Vaillant, D. (2018). El desarrollo profesional docente en la educación superior: temas emergentes y brechas de investigación. *estrepantes no ofício de ensinar na educação superior*, 63-78. <https://ie.ort.edu.uy/innovaportal/file/79676/1/el-desarrollo-profesional-docente-en-la-educacion-superior-vaillant.pdf>
- Yin, R.K. (1989). *Case Study Research: design and Methods*, Applied social research Methods Series, Newbury Park CA: Sage.

# Educación STEAM y sus Diferentes Métodos de Aplicación

Leonardo Andrés Carrión-Campoverde 

Carrión-Campoverde, Leonardo Andrés  
Universidad Internacional del Ecuador  
Escuela de Ingeniería en Tecnologías de la Información  
Quito, Ecuador  
Autor para correspondencia: lecarriunca@uide.edu.ec

## Resumen

La educación STEAM es un método transdisciplinario que integra las ideas clave de distintas materias. El objetivo principal de la presente investigación es conocer diferentes métodos de enseñanza; se descubrió que la ilustración con juegos, los robots y la programación ayudan a que los estudiantes puedan resolver problemas de manera más rápida y eficiente, desarrollen su creatividad y se pueda captar con mayor facilidad su atención. Sin embargo, no se pueden implementar estos métodos actualmente en todo el mundo; en las naciones en desarrollo es difícil hacerlo, ya que la mayoría de sus habitantes tiene un nivel socioeconómico bajo y esto hace que no sea beneficioso para ellos. En el proceso de enseñanza, para que la experiencia de juego se ejecute correctamente, el docente debe preparar un tema con anticipación, junto a sus objetivos, que deben incluir tres componentes: contexto del aprendizaje, la experiencia de juego y la discusión o proyecto posterior al juego. Estos tres elementos darán como resultado una experiencia completa de aprendizaje. Asimismo, al tener una experiencia con kits de robótica, los estudiantes podrán mejorar su creatividad, ya que deberán usar la imaginación para crearlos y, con ayuda de la programación, ejecutarlos. Esta práctica les ayudará a que puedan resolver los problemas que se encuentren con facilidad. La mayoría de mujeres suele tener bastantes dudas al momento de elegir una carrera técnica debido a que no tienen modelos a seguir o incluso porque tienen ideas erróneas sobre estas disciplinas. Sin embargo, impulsar a las mujeres desde pequeñas ayuda a que demuestren más confianza en ellas mismas, ya que es frecuente que no confíen en lo que pueden lograr individualmente en el campo STEAM.

**Palabras clave:** educación, informática, STEAM, juegos, técnicas, estudiantes

## Introducción

La presente investigación indaga acerca de cómo se implementa la educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). El objetivo principal



es conocer algunos métodos de enseñanza en instituciones de educación primaria y secundaria. Asimismo, se busca identificar las herramientas que llamen la atención de los estudiantes en el proceso de enseñanza y, además, determinar la utilidad de emplear juegos al impartir clases. Este método de enseñanza podría ayudar a mejorar la calidad de la educación en la República del Ecuador e impulsar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La educación STEAM es un método transdisciplinario que integra las ideas clave de las distintas materias (Liao, 2016). Por otro lado, este método promueve el interés en las carreras afines a la investigación científica y las ingenierías (López, 2019), así como en las materias relacionadas con las Matemáticas y las Ciencias Naturales. Desde esta perspectiva es posible entender por qué hay pocas mujeres en el área STEAM y resaltar la necesidad de dar recomendaciones para que más mujeres se arriesguen a realizar estas carreras.

Asimismo, el currículo nacional del Ministerio de Educación ofrece muchos proyectos diferentes para que las escuelas los implementen (Asqui y De la Torre, 2020). Estos propósitos se enmarcan en los campos de la ciencia, la tecnología, el arte, las matemáticas y la ingeniería. Al implementar proyectos propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre las disciplinas STEAM, los estudiantes desarrollan habilidades de pensamiento crítico, creatividad y aptitudes para la toma de decisiones, entre otras. Estas habilidades los ayudan a ser más emprendedores e innovadores en el futuro, a desarrollar su alfabetización científica y tecnológica y a mejorar sus competencias de diseño creativo.

## Métodos

El motivo de la investigación es conocer algunos métodos de enseñanza a la hora de impartir clases STEAM. Para los procesos de selección de los diferentes documentos, se utilizaron las bases de datos SCOPUS y Google Académico. Las palabras claves utilizadas fueron: educación, informática, STEAM, juegos, técnicas y estudiantes. Asimismo, se realizó una combinación de varias palabras, entre ellas, se usaron las siguientes:

- Educación STEAM *and Women*.
- Juegos para aprendizaje STEAM and niños.
- *Minecraft and STEAM*.
- Métodos de aprendizaje or aprendizaje interactivo.
- Estudiantes *and STEAM or Games*.

Para el análisis de la documentación encontrada, se tomaron como referencia 100 documentos. Después de analizar cada uno de ellos, se seleccionaron 19 trabajos útiles para la presente investigación.

Los temas a tratar son los siguientes: integración e implementación de juegos en la educación STEAM.

## Revisión teórica

### Integración

La integración de proyectos STEAM y robótica en las aulas está respaldada por una gran cantidad de investigaciones que demuestran el impacto positivo de estas disciplinas en la creatividad y en las habilidades de resolución de problemas, necesarias para que las personas enfrenten los desafíos de este siglo. La educación STEAM proporciona evidencia empírica sobre la mejora de la creatividad entre los alumnos de los grados 5° y 6° de la escuela primaria (Casado y Checa, 2020). Para ello, en dicho estudio realizaron un taller en dos fases: la primera fase incluyó la incorporación de proyectos STEAM y robótica como herramientas educativas en el aula, el análisis de variables de creatividad a través del test CREA y el uso de un pre-test/post- diseño de prueba para este propósito; la segunda fase incluyó un concurso en el que los estudiantes tenían la oportunidad de presentar sus proyectos STEAM y los robots que habían construido y programado a un comité de expertos que evaluaba estos productos según los criterios de creatividad definidos para la prueba.

El uso de estas herramientas resulta muy beneficioso para los estudiantes, ya que fortalece la capacidad creativa para solucionar problemas. Sin embargo, la robótica y los proyectos STEAM, por sí solos, no pueden ayudar a mejorar el aprendizaje. Se deben llevar a cabo más investigaciones sobre el tema para así poder transformar la manera clásica de enseñanza (Casado y Checa, 2020). Para elegir una carrera STEAM, muchos de los hombres tienen referencias masculinas que les impulsan a realizar estas carreras y así poder llegar a ser como sus ídolos. Sin embargo, con las mujeres no ocurre lo mismo, debido al medio donde viven y a que muchas de ellas no se creen capaces de ser buenas científicas o tecnólogas, y esto se debe a que no tienen referencias femeninas en estas áreas.

En una investigación se determinó, mediante un curso, que las niñas demostraban confianza en lo que las mujeres pueden lograr (Guenaga y Fernández, 2020). Asimismo, se manifestó que no tienen tanta confianza en lo que podían lograr individualmente en ciencias y tecnologías. Esto ayuda a comprender la brecha de confianza que existe e impulsa a indagar más acerca de cómo reducir esta brecha y, en un futuro, eliminarla.

La mayoría de mujeres cada vez está más informada a la hora de elegir una carrera STEAM, ya que sus familias les brindan más apoyo. Uno de los principales factores que motiva a muchas mujeres a elegir carreras de ingenierías es que tienen de ejemplo a mujeres exitosas (Colina et al., 2010). Las expectativas de la sociedad sobre mujeres y hombres están en constante cambio, pero aún existen estereotipos sobre los roles de género que se deben romper, como, por ejemplo, la creencia de que las mujeres no están hechas para ciertos campos laborales, especialmente los vinculados con la tecnología.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) son las que deberían tomar la iniciativa de impulsar y alentar a las mujeres a estudiar estas disciplinas. Desarrollar programas que ayuden a la inclusión de las mujeres, impulsar estas ideas desde edades tempranas o promover que los docentes integren la tecnología al impartir clases son algunas de las acciones que se podrían implantar. Las clases deben estar dirigidas al desarrollo de distintas habilidades: programación, resolución de problemas, pensamiento crítico,

comunicación efectiva, liderazgo y muchas otras habilidades que se pueden adquirir y demostrar, lo que ayudaría a que haya una mejor inclusión (Aguas et al., 2022).

Los países en desarrollo pueden tener más dificultades para ajustar la educación STEM en sus pautas de enseñanza educativa. El propósito de este trabajo es ayudar a los maestros de preescolar a mejorar la educación STEM para niñas y niños a través del uso de videojuegos en temas relacionados con los Lineamientos Didácticos para la Educación Pública. Se recomienda utilizar la robótica y la realidad aumentada para crear videojuegos para niñas y niños en preescolar. Los objetivos de aprendizaje se derivan de dos temas en la Guía Preescolar de Costa Rica. Se ha diseñado un robot y desarrollando una aplicación de realidad aumentada para interactuar con robots físicos y virtuales. Los primeros resultados muestran que se pueden desarrollar videojuegos funcionales utilizando estas técnicas y siguiendo pautas de instrucción preescolar. (Méndez et al., 2021)

Los estudiantes pueden usar kits de robótica para imaginar y crear robots y, al trabajar juntos en un objetivo común, pueden aprender a trabajar en equipo (Restrepo, 2021). En el camino, se pueden encontrar problemas con frecuencia; solucionarlos junto a un equipo es una gran satisfacción, pues se consigue tener un logro en común. Esto sucede con personas que trabajan en áreas enfocadas en resolver acertijos, entre otras experiencias que ayudan al desarrollo cognitivo de los niños y niñas. Las escuelas deben crear modelos de educación que utilicen la tecnología y la innovación porque son ámbitos con alta demanda en la actualidad.

El alumnado que se especialice en STEAM debe estar bien educado en estas materias. Al tomar un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, estas metodologías ayudan a desarrollar el liderazgo, el trabajo en equipo, la creatividad, la innovación y la resolución de problemas. Estas son solo algunas de las habilidades que se pueden fomentar mediante la investigación y el pensamiento crítico.

## **Implementación de juegos en la educación STEAM**

El apoyo a los docentes para que aprendan sobre la educación STEAM con instituciones internacionales, junto con el apoyo de los gobiernos, es importante para su desarrollo personal como investigadores y para el progreso de su conocimiento específico en esta área. La educación STEAM comprende muchas materias y disciplinas diferentes, por lo que esta metodología es trascendental para el impulso docente (Santillán et al., 2019). La apuesta por que los maestros se desarrollen intelectualmente en los entornos digitales es una forma de comprender, estimular y educar a los estudiantes (Evans et al., 2016).

De acuerdo con algunos autores, durante el proceso de enseñanza, para que la experiencia de juego se ejecute correctamente, el docente debe preparar un tema con anticipación, así como sus objetivos (Méndez et al., 2021). Una vez se tenga toda la planificación lista se debe empezar invitando a jugar a los estudiantes: “Deben unirse tres componentes: contexto del aprendizaje, la experiencia de juego y la discusión o proyecto posterior al juego. Estos tres elementos darán como resultado una experiencia completa de aprendizaje” (Méndez et al., 2021).

Después de una revisión de la ciencia, los intereses y la jugabilidad de Minecraft, se clasificaron las acciones y actividades comunes del juego y se determinó que representan vínculos con disciplinas STEAM específicas. Después de que en una investigación se desarrollara una encuesta destinada a identificar intereses relacionados con STEAM, se presentaron los resultados de un estudio piloto que utilizó la encuesta en tres campamentos del videojuego durante el verano de 2017 (Lane et al., 2017). Se describieron las actividades más populares y menos populares y se realizó un análisis inicial de la encuesta, que reveló conexiones potenciales a través de los dominios terrestres, biológicos y ambientales de STEAM.

La adopción de Minecraft por parte de educadores de todo el mundo, que utilizan el juego con fines educativos, ha aumentado de forma espectacular. Según algunos expertos, es la manera de que los maestros participen de manera activa en las prácticas junto a los estudiantes; el uso del juego es relevante dentro y fuera del aula, pues, al ser un juego de mundo abierto, tiene mucha similitud con la realidad y el límite es la imaginación de todos (Evans et al., 2016). En el juego, las actividades en las que los jugadores suelen participar incluyen: explorar e investigar diferentes biomas y climas que coinciden con la tierra, incluyendo desiertos, bosques, selvas, taiga y muchos otros en diferentes tipos de terreno —colinas, montañas, cuevas, océanos, etc.—; interactuar con una gran variedad de vida silvestre y contenido agrícola, que incluye animales, peces, pájaros, trigo, hierba, frutas, verduras y una larga lista de contenido ficticio; buscar, cavar, recopilar y combinar muchos recursos diferentes, como tipos de madera, piedra, metal o tierra, y construir circuitos, interruptores y máquinas complejas, en las que incluso se replican las maravillas del mundo antiguo y moderno. Al ser un juego de mundo abierto, los estudiantes pueden libremente jugar y conocer todo lo existente, lo que ayuda a fomentar la creatividad, la imaginación y la solución de problemas.

El mundo de los videojuegos ha cambiado mucho en los últimos años. Su diversificación ha aumentado considerablemente el número de usuarios que participan en la comunidad online de este sector del entretenimiento, aumentando así el número y los tipos de juegos disponibles. Este contexto de sobrecarga de información promueve el desarrollo de sistemas de recomendación que pueden aprovechar la información recopilada por las plataformas de videojuegos para seguir la tendencia de lanzamientos de nuevos juegos cada año. En una investigación, se probó el potencial receptivo de las máquinas de factorización FM (*Frequency Modulation*), las redes neuronales profundas (*DeepNN*) y los modelos de recomendación de próxima generación derivados de un híbrido de los dos (*DeepFM*). Múltiples entradas y diferentes tipos de variables de entrada (Cheuque et al., 2019). Según este estudio, se evalúan los resultados midiendo la precisión y diversidad de clasificación de recomendaciones. El efecto emocional provenía directamente de las revisiones del juego y se descubrió que no se correlacionaba tanto con las recomendaciones como cabría esperar. Estos autores son los primeros en estudiar el sistema de recomendación antes mencionado en el contexto de una plataforma de videojuegos en línea, lo que reportó resultados novedosos que pueden usarse como punto de referencia para trabajos futuros. Todos los algoritmos logran mejores resultados que las líneas de base basadas en retroalimentación implícita (modelo de mínimos cuadrados alternos).

El algoritmo con mejor rendimiento es *DeepNN*. Para esta tarea de recomendación, las interacciones de alto orden son más importantes que las interacciones de bajo orden.

Se analiza el efecto del sentimiento extraído directamente de las reseñas de juegos y se encuentra que no se correlaciona como se esperaba con las recomendaciones. Según algunos autores, los juegos digitales pueden promover y mejorar de manera efectiva los resultados de aprendizaje de los estudiantes en la educación STEM y profundizar la comprensión de la aplicación y práctica de los juegos digitales en este tipo de educación (Wang et al., 2022).

También se han investigado diferentes variables moderadoras que afectan al tamaño del efecto de los juegos digitales; la investigación futura debería fortalecer el diseño y la mecánica del juego. Asimismo, se debe examinar el impacto de los diferentes tipos de juegos digitales en el aprendizaje de los estudiantes en la educación STEM. Gran parte del conocimiento en la educación STEM involucra conceptos abstractos y multidimensionales. Estos son a menudo difíciles de entender para los estudiantes y hacen que pierdan la motivación para aprender rápidamente. A su vez, se dificulta la interiorización y la construcción del conocimiento. Diferentes tipos de juegos y plataformas han contribuido a mejorar el rendimiento de los estudiantes, pero los investigadores educativos deben explorar más a fondo los mecanismos subyacentes en los juegos digitales, para así comprender mejor sus efectos. Los juegos digitales personalizados se pueden diseñar de acuerdo con los tipos y características del alumnado para satisfacer mejor sus preferencias.

Los juegos digitales deben combinarse con otras tecnologías para promover el desarrollo sostenible de estos juegos en aplicaciones educativas. El desarrollo de Internet y tecnologías emergentes (p. ej., tecnología móvil, AR/VR y 3D) brinda a los estudiantes la oportunidad de recibir apoyo para el aprendizaje personalizado (Wang et al., 2022).

Las aplicaciones basadas en software informático son uno de los avances más importantes para la humanidad; han transformado la vida humana y el control de los procesos. En educación, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han cambiado el proceso de enseñanza, obligando a estudiantes y docentes a mejorar sus competencias digitales. En este contexto, se ha desarrollado recientemente un juego interactivo basado en el enfoque STEAM para niños y niñas del primer año de educación básica. La aplicación anima a los alumnos a desarrollar el razonamiento lógico, matemático y espacial mientras juegan; las instrucciones ingresadas se simulan en el software a través de animaciones y, si no hay errores, se habilita un botón que permite enviar las órdenes programadas al móvil a través de la red wifi.

El juego implementado tiene una interfaz interactiva que promueve los fundamentos de la programación y permite a los estudiantes aprender mientras juegan. El área de juegos tiene desafíos con actividades diarias como bañarse, comer o ir a la escuela, y se puede cambiar el fondo para captar la atención del niño; asimismo, el uso de formas geométricas y colores permite que los estudiantes animen las instrucciones de una forma u otra. Al momento de vincular un juego interactivo con un robot móvil, se debe verificar que la distancia máxima entre ambos sea menor a cinco metros para evitar problemas de conexión. El usuario puede verificar si las instrucciones colocadas en el área de procesamiento son las adecuadas para superar el reto (Yépez, 2022).

La enseñanza de las TIC, y especialmente de la programación, es un reto basado en dos pilares fundamentales: la experiencia práctica y la motivación. El enfoque STEAM se alinea con el primer pilar a través del aprendizaje activo, con videojuegos que a menudo

motivan a los estudiantes. El desarrollo de videojuegos es el lugar perfecto para que estos ejes se unan; también brinda un espacio para experimentar con diferentes disciplinas y obtener una comprensión más profunda de varias habilidades. La enseñanza de las TIC se está convirtiendo en un requisito cada vez más imprescindible en todos los niveles educativos, ya que estas tecnologías existen de forma horizontal en todos los ámbitos, tanto profesionales como cotidianos. Su adopción se ha convertido en una necesidad tan fundamental como cualquier otra disciplina, y su peculiaridad es que son homogéneas entre ellas y no pueden estudiarse aisladamente como las disciplinas más tradicionales. El uso de las TIC implica una nueva concepción de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Convierten a los estudiantes en participantes activos y constructores de su propio aprendizaje, y a los docentes en facilitadores y facilitadoras de estos procesos. Por ello, el proyecto pretende contribuir a la aplicación y adaptación de estos métodos en los diferentes niveles educativos, utilizando el desarrollo de videojuegos como marco integrador de diferentes ejes disciplinares y permitiendo al alumnado el uso activo de las competencias TIC (Stickar y Cura, 2020).

La gran variedad de ofertas comerciales que se pueden encontrar en STEAM obligó a dejar de abordar problemas específicos. Estas entradas ofrecen posibles cortes que operan en dos niveles: por un lado, se trabaja sobre algún aspecto de una parte concreta del área comunitaria, sección que concentra funciones similares a las redes sociales; por otro lado, en cada sección, se toman decisiones para problematizar fenómenos que están directa o indirectamente relacionados con el juego. Se trata de la relación entre los enunciados y sus posiciones, a menudo olvidada por los estudios de juegos. Como puede verse, es imposible hablar de la parte de captura de manera global, ya que las formas de uso son numerosas e implican diferentes operaciones de producción y reconocimiento.

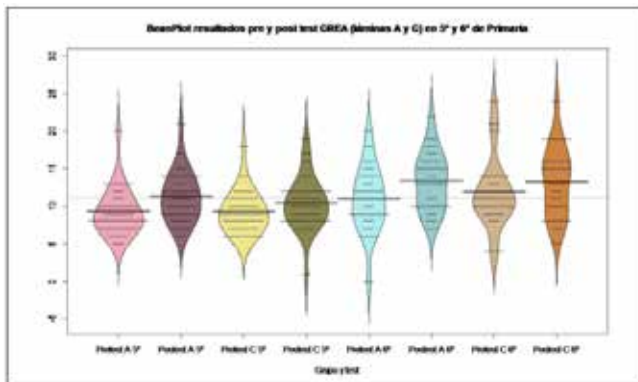
De la misma forma, las prácticas discursivas no pueden abordarse sin relacionarlas con sus funciones sociales: las capturas presentadas como prueba pueden ser más o menos lo mismo que las fotografías que exhiben apropiación estética, por lo que, en principio, no son rasgos textuales. Lo que distingue a una captura de otra sino el ciclo de práctica social que las inscribe en ella, que a su vez mediatiza patrones de uso previos de STEAM y redes sociales. Es decir, hay un discurso, la historia se extiende más allá del ciclo de vida del juego y opera como una condición de producción en cada caso. Estas son solo algunas de las preguntas a tener en cuenta al investigar plataformas de medios específicas de videojuegos. La investigación de juegos es un campo académico aún joven, en expansión y diverso, que puede enriquecer sus métodos y metodologías si adopta algunas precauciones y recomendaciones que ofrecen una perspectiva sociosemiótica (Maté, 2020).

El aprendizaje basado en juegos ha demostrado su eficacia y se utiliza frecuentemente en la educación científica (Hornstra et al., 2021). Sin embargo, a menudo no se consideran los efectos de las intervenciones en diferentes grupos de estudiantes. En una investigación se realizó un metanálisis para mostrar las diferencias en las intervenciones de aprendizaje basadas en juegos en materias relacionadas con STEM para estudiantes de primaria y secundaria. Algunos juegos tienen efectos positivos en la cognición, el comportamiento y la motivación del alumnado. Se han realizado muchos estudios diferentes sobre los juegos y hay mucha variación entre ellos. El género del estudiante no tiene ningún efecto, pero los juegos que mejoran el rendimiento académico parecen funcionar mejor con los estudiantes de grados inferiores, mientras que las intervenciones

de juegos más motivadores parecen funcionar mejor con los estudiantes de grados superiores. En este estudio se afirma que "el aprendizaje basado en juegos puede ser menos beneficioso para los estudiantes de nivel socioeconómico bajo que para los estudiantes de nivel socioeconómico alto" (Hornstra et al., 2021).

## Resultados y Discusión

El resultado del trabajo ayudó a determinar que la mayoría de metodologías utilizadas en la educación STEAM ayudan a mejorar la creatividad de los alumnos, lo que coincide con las estadísticas de Casado y Checa (2020).



**Figura 1.** BeanPlot de la variable creatividad pre y post test de los alumnos de 5° y 6° de Primaria  
**Fuente.** Casado y Checa (2020)

	Total		Robótica 1° año		Robótica 2° año	
	LamA	LamC	LamA	LamC	LamA	LamC
<b>Promedio pre-test</b>	10,043	10,447	9,038	9,269	10,952	11,905
<b>Promedio post-test</b>	12,234	11,702	11,308	10,423	13,381	13,286
	21,82%	12,02%	21,49%	12,45%	22,17%	11,60%

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de la variable creatividad en los dos grupos pre y post-test  
**Fuente.** Casado y Checa (2020)

Cabecera	Novedad	Valor	Verdad	Utilidad
Grupo 1	6,00	8,00	7,00	6,00
Grupo 2	5,00	8,00	8,00	8,00
Grupo 3	8,00	8,00	8,00	6,00
Grupo 4	9,00	8,00	6,00	7,00
Grupo 5	7,00	8,00	10,00	9,00
Grupo 6	7,00	8,00	10,00	7,00
Promedio	7,00	8,00	8,17	7,17

**Tabla 2.** Valoraciones de los proyectos STEAM y robótica por el comité de expertos

**Fuente.** Casado y Checa (2020)

Por otro lado, se afirmó que es complicado aplicar estos métodos de enseñanza en los países en desarrollo. Sin embargo, se deben impulsar estos métodos, ya que la tecnología avanza cada día y es conveniente dejar de lado el método tradicional de enseñanza y empezar a usar todos los beneficios que ofrece la tecnología. También se debe tener en cuenta que la mayor parte de la población de estos países tiene un nivel socioeconómico bajo, lo que supone un obstáculo a poder implementar la educación STEAM en las escuelas.

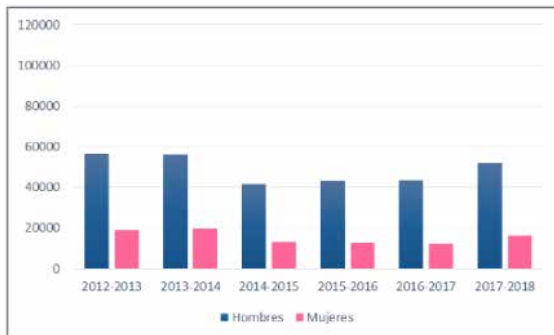
Es posible ayudar a los niños y niñas con kits de robótica, con el objetivo de que desarrollen su imaginación creando robots (Restrepo, 2021). Por otro lado, se podría impulsar la enseñanza de programación, lo que ayudaría a que puedan dejar volar su imaginación y se motiven al crear juegos y resolver problemas.

Implementar juegos conocidos como Minecraft ayudaría a que los estudiantes se interesen más en las actividades que se pueden realizar en el mismo. Con una buena planificación por parte del docente, se puede lograr que el alumnado muestre intereses, desarrolle un pensamiento lógico y pueda resolver problemas con más facilidad. Esta es la forma de que docentes y alumnos participen activamente en la práctica del juego, que es relevante dentro y fuera del aula; al ser un juego de mundo abierto, es muy similar a la realidad y el único límite es la imaginación de todos (Evans et al., 2016).

Según un informe, el 97% de los adolescentes juegan videojuegos y, entre los jóvenes de 13 a 17 años, el 59 % de las niñas y el 84% de los niños juegan videojuegos en línea o a través de sus teléfonos (PEW, 2008). A la luz de estos datos, los maestros pueden considerar los beneficios educativos y las posibilidades de implementar videojuegos como Minecraft para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en todas las áreas de enseñanza.

Asimismo, se puede decir que no hay muchas mujeres en los campos de ingeniería debido a la poca motivación, a las ideas erróneas sobre la educación STEAM y a la falta de modelos a seguir, ya que no hay muchas mujeres conocidas en estas carreras técnicas. Sin embargo, se puede observar que cada vez son más las mujeres que toman la iniciativa de seguir estas carreras (Colina et al., 2010). Por otro lado, como se puede observar en la Figura 2, la mayor parte de estudiantes inscritos en programas TIC en México son hombres.





**Figura 2.** Matrícula en programas TIC de Educación Superior en México  
**Fuente.** Aguas et al. (2022)

Estos autores afirman lo siguiente:

Derivado de encuestas realizadas a 500 mujeres de todo el mundo que trabajan en tecnología se hizo un análisis del por qué las mujeres están sobre presentadas en este campo y se identificaron cinco principales causas: la falta de mentoras (citada por el 48 %); la falta de modelos femeninos en el campo de la tecnología (42 %); sesgo de género en el lugar de trabajo (39 %); oportunidades de crecimiento desigual para las mujeres en comparación con los hombres (36 %), y desigual remuneración por las mismas habilidades (35 %). (Aguas et al., 2022)

## Conclusiones

Se llegó a la conclusión de que los juegos, la robótica y la programación serían algunos de los mejores métodos para impulsar la educación STEAM, debido a que estos ayudan a que los alumnos mejoren su capacidad para resolver problemas de manera más fácil, ayudándolos a tener un mejor razonamiento y mejorando su creatividad. Sin embargo, se determinó que en países en vías de desarrollo es más complicado aplicar estas metodologías, ya que la mayor parte de la educación es tradicional y muchos de los maestros no están capacitados o no tienen suficientes conocimientos respecto a los beneficios que les pueden proporcionar estos métodos al impartir clases.

Por otro parte, algunos autores indican que el aprendizaje basado en juegos puede no ser tan beneficioso para los estudiantes de nivel socioeconómico bajo como lo es para los estudiantes de nivel socioeconómico alto (Hornstra et al., 2021).

Se debería pedir ayuda a los gobiernos para impulsar la educación STEAM y que se tome como prioridad la educación. De esta manera, se pueden destinar más recursos para comprar el material necesario, para capacitar a los maestros y para impulsar las investigaciones. Esto conllevaría la mejora de la enseñanza y de las planificaciones y haría que más personal docente aplique estos métodos.

La brecha que existe para las mujeres en el acceso a carreras técnicas es bastante amplia, debido a que muchas de ellas tienen algún miedo, prejuicio o incluso no tienen una modelo a seguir. Para poder reducir la brecha se debe impulsar que, desde la infancia, niños y niñas conozcan estas disciplinas, para así darles seguridad al elegir carreras técnicas.

## Referencias

- Aguas García, N., Sánchez Guerrero, L. y Gómez Pantoja, A. (13 de Marzo de 2022). *Vista de Mujeres en Tecnologías de la Información y la Comunicación: acciones para reducir la brecha de género en Educación Superior*. Obtenido de Utp.ac.pa: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/2484/3281>
- Asqui, C., y De la Torre Rodríguez, F. (22 de Diciembre de 2020). *Implementación de proyectos educativos STEAM en Educación General Básica Media Ecuatoriana*. Obtenido de Usfq.edu.ec: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9785/1/128056%20-%20140760.pdf>
- Casado Fernández, R. y Checa Romero, M. (mayo de 2020). *Robótica y proyectos STEAM : desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria*. Obtenido de Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/198947>
- Cheque, G., Guzmán, J. y Parra, D. (13 de Mayo de 2019). *Recommender Systems for Online Video Game Platforms: the Case of STEAM | Companion Proceedings of The 2019 World Wide Web Conference*. Obtenido de ACM Other conferences: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3308560.3316457>
- Colina, C., Corbett, C. y Santa Rosa, A. (2010). *IEEE Standard for Information Technology Portable Operating System Interface (POSIX(R)) Base Specifications, Issue 7 - Technical Corrigendum 1*. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?id=ED509653>
- Evans, J., Pike, J. y Ellison, T. (2016). *Minecraft, Teachers, Parents, and Learning: What They Need to Know and Understand*. Obtenido de School Community Journal: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1123979.pdf>
- Guenaga Gómez, M. y Fernández Álvarez, L. (14 de 06 de 2020). *Vista de Inspira STEAM: rompiendo la brecha de confianza con roles femeninos*. Obtenido de Revistas.ucm.es: <https://revistas.ucm.es/index.php/INFE/article/view/65836/4564456553963>
- Hornstra, L., Jeurig, J. y Kester, L. (30 de abril de 2021). *Effects of games in STEM education: a meta-analysis on the moderating role of student background characteristics*. Obtenido de Studies in Science Education: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03057267.2022.2057732>
- Hunkoog, J., Jinwoong, S. y Oksu, H. (2 de Julio de 2016). *An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from*

- a Community of Practice Perspective*. Obtenido de EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education: <https://www.ejmste.com/article/an-analysis-of-stem-steam-teacher-education-in-korea-with-a-case-study-of-two-schools-from-a-4577>
- Lane, H., Yi, S., Gerrero, B. y Comins, N. (2017). *Minecraft as a Sandbox for STEM Interest Development: Preliminary Results*. Obtenido de National Science Foundation: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10095750>
- Liao, C. (2016). *From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education*. Obtenido de Art Education: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00043125.2016.1224873?journalCode=uare20>
- Lopez Gamboa, M. (2019). *Implementación y articulación del STEAM como proyecto institucional*. Obtenido de Am. J. Sci. Educ.
- Maté, D. (2020). *Tres entradas posibles para el estudio de las plataformas de videojuegos: el caso Steam*. Obtenido de [https://d1wqtxs1xzle7.cloudfront.net/65252377/9224\\_35313\\_1\\_PB-libre.pdf?1608738806=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTres\\_entradas\\_posibles\\_para\\_el\\_estudio\\_d.pdf&Expires=1656125726&Signature=cD88EY6SIZSBkfV0n-y3l~MwpNBlg0nOuLpHbt3Rur6drVI](https://d1wqtxs1xzle7.cloudfront.net/65252377/9224_35313_1_PB-libre.pdf?1608738806=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTres_entradas_posibles_para_el_estudio_d.pdf&Expires=1656125726&Signature=cD88EY6SIZSBkfV0n-y3l~MwpNBlg0nOuLpHbt3Rur6drVI)
- Méndez Porras, A., Alfaro Velasco, J. y Rojas Guzman, R. (2021). *Videojuegos educativos para niñas y niños en educación preescolar utilizando robótica y realidad aumentada - ProQuest*. Obtenido de Proquest.com: <https://www.proquest.com/openview/8c5bbc92b4525a0fdc19a784291b6057/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- PEW, C. D. (16 de 09 de 2008). *Teens, Video Games and Civics*. Obtenido de Pew Research Center: Internet, Science & Tech: <https://www.pewresearch.org/internet/2008/09/16/teens-video-games-and-civics/>
- Restrepo Echeverri, D. (2021). *Modelo de integración de robótica educativa y dispositivos móviles para la enseñanza de las áreas STEM, dentro del contexto de la Educación 4.0*. Obtenido de Unal.edu.co: <http://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81435>
- Rodriguez, E. (2005). *Metodología de la investigación. La creatividad, el rigor del estudio y la integridad son factores que transforman al estudiante en un profesionista de éxito. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. Obtenido de [http://librodigital.sangregorio.edu.ec/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=9645](http://librodigital.sangregorio.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=9645)
- Santillán Aguirre, J. P., Cadena Vaca, V. d. y Cadena Vaca, M. (10 de Septiembre de 2019). *Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento*. Obtenido de <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..847>
- Stickar, R. y Cura, R. (mayo de 2020). *Enseñanza de TICs, mediante el desarrollo de videojuegos utilizando metodologías STEAM*. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103907/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103907/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Wang, L.-H., Chen, B., Hwang, G.-J., Guan, J.-Q. y Wang, Y.-Q. (17 de Marzo de 2022). *Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: a meta-analysis*. Obtenido de International Journal of STEM Education: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-022-00344-0>
- Yépez, F. (Diciembre de 2022). *Vista de Aplicación basada en la metodología STEAM: Un juego interactivo*. Obtenido de Utn.edu.ec: <http://revistasoj.s.utm.edu.ec/index.php/ideas/article/view/623/568>

# Desarrollo de Destrezas del Área Lengua y Literatura en Educación Básica

Itala María Paredes , Nohemí Yépez 

Paredes, Itala María  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador  
Autor para correspondencia: Italmary76@gmail.com

Yépez, Nohemí  
Escuela Eloy Proaño, Ecuador  
emmanoe73@gmail.com

## Resumen

La enseñanza del área curricular de Lengua y Literatura es esencial, al desarrollar competencias para la inserción social a través de la interacción en diversos contextos, donde el dominio de usos verbales como hablantes, oyentes, lectores y escritores es un elemento clave. Este estudio tuvo como objetivo analizar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el área de Lengua y Literatura en educación básica media de la Escuela Eloy Proaño. La metodología asumió un enfoque mixto; el tipo de investigación fue descriptiva con un diseño documental y de campo. Las técnicas empleadas fueron: encuesta aplicada a docentes y estudiantes, matriz de análisis de contenido de las planificaciones didácticas y los reportes de evaluaciones anuales. Los resultados de la enseñanza-aprendizaje develaron que existe debilidad en las estrategias instruccionales empleadas en la praxis pedagógica. En relación a los factores que intervienen en la consolidación de destrezas destacan aspectos: pedagógicos (estrategias de enseñanza, poco acceso a la tecnología, inasistencia); sociológicos (ambiente familiar, compromiso, nivel de formación y nivel económico); psicológicos (nivel de razonamiento, atención, autoestima), y fisiológicos (cansancio). En cuanto al grado de aprendizaje alcanzado por los estudiantes, se evidenció un bajo dominio en lectura y escritura. En conclusión, esta área de formación requiere de un quehacer pedagógico integral e innovador que permita el logro de las destrezas declaradas a nivel del currículo.

**Palabras clave:** currículo, destrezas, Lengua y Literatura, enseñanza, aprendizaje

## Introducción

La educación enfrenta grandes y nuevos desafíos a nivel mundial. Las instituciones educativas deben dar respuesta a las necesidades que surgen más allá de límites de los recintos escolares, por lo que es necesario revitalizar la capacidad para aprender y emprender procesos formativos que conduzcan al desarrollo de las competencias para la vida en sociedad (Paredes et al., 2018).

Desde esta perspectiva, el Currículo Básico Nacional (2016) de educación media del Ecuador, en particular en el área de Lengua y Literatura, asume un enfoque comunicativo con énfasis en el desarrollo de destrezas con criterio de desempeño, lo que implica superar los límites de los conocimientos desde la esfera cognitiva para transitar hacia la configuración de saberes integrales, donde el perfil de egreso viabilice la formación de seres humanos competentes para el uso de la lengua oral y escrita.

Hablar de integralidad en la educación implica, para Paredes e Inicarte (2013), comprender que el ser humano es formado para la vida, por lo que la formación integral es:

(...) un elemento inherente a la condición humana, que tiene lugar en la existencia del hombre y se desarrolla mediante procesos formativos flexibles, abiertos, críticos, creativos, emancipadores, proactivos e integradores. La integralidad tiene como base el desarrollo de potencialidades del ser humano. (p. 26)

El currículo oficial del año 2016 de Lengua y Literatura, en su logicidad curricular, contempla cinco bloques para el desarrollo de las destrezas lingüístico-comunicativas: lengua y cultura, comunicación oral, lectura, escritura y literatura. Son bloques que garantizan la secuencia para el desarrollo de las destrezas que hacen parte del perfil de egreso, además de contemplar el principio de recursividad curricular con la complejidad creciente en cada grado dentro del subnivel.

A pesar del currículo explícito, la realidad en el Ecuador despierta preocupación, teniendo en cuenta los resultados de las últimas evaluaciones internacionales, entre las que se pueden mencionar:

- Las pruebas del Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE).
- Las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA – D).

Las áreas de conocimiento en estas evaluaciones fueron: Matemática, Lengua y Literatura y Ciencias Naturales, en las que se obtuvieron resultados poco favorables en relación con otros países. Esta situación ha derivado en acciones para garantizar criterios de calidad de la educación. Tal y como se establece en el literal 21 de la Conferencia Mundial de la Educación UNESCO (2009): “los criterios de calidad deben reflejar los objetivos generales de la educación, particularmente la meta de cultivar el pensamiento crítico e independiente y la capacidad para aprender (...)” (p. 3).

El Laboratorio Latinoamericano de Calidad y Evaluación Educativa (LLECE), evaluó en 2013 los logros de aprendizaje de estudiantes de tercer y sexto grado. El análisis se efectuó sobre la base de cuatro niveles: Nivel I, hasta 611 puntos; Nivel II, 753; Nivel III, 809, y Nivel IV, 810. Los resultados en Lengua y Literatura en Latinoamérica y el Caribe mostraron que entre el 60% y 72% de los estudiantes se encontraba en los niveles I y II, con alto índices de insolvencia en los dominios de comprensión de textos, metalingüístico y teórico, así como en los procesos cognitivos de comprensión literal, inferencial y crítica. Con respecto a la escritura en los dominios textual, discursivo y de elegibilidad, se ubicaron en el nivel IV; no obstante, como resultado de la evaluación, en el informe final se recomendó fortalecer el desarrollo de destrezas para el dominio discursivo y de elegibilidad, por el deficiente nivel de comprensión en los textos y el inadecuado propósito comunicativo (UNESCO, 2015).

Ecuador, en octubre de 2017, fue parte de las pruebas PISA-D, aplicadas a los estudiantes que cursaban entre octavo año de educación básica y tercer año de bachillerato, con el objetivo de conocer el rendimiento académico en comparación con los estándares internacionales. La valoración incluyó el área de Lengua y Literatura, donde el eje central fue la Lectura. Los resultados expuestos en la competencia lectora, mostraron que el 51% de estudiantes no alcanzaron el nivel 2 (conocimientos básicos) que representa la capacidad de asociar datos, elaborar conclusiones más allá de la información explícita y relacionar textos con sus experiencias (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2018).

A nivel nacional, en Ecuador se aplicaron las pruebas Ser Bachiller y Ser Estudiante. Según el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2019), las pruebas Ser Bachiller se enfocaron en el desarrollo de aptitudes y destrezas que los estudiantes deben alcanzar al terminar la educación, para afrontar el desafío de ingreso a la educación superior. El resultado en las escuelas fiscales en el dominio lingüístico fue del 46.4%, siendo el porcentaje más alto en este campo; esto representa un promedio de 7.69 sobre 10, puntuación que se enmarca en el nivel elemental.

En relación con las pruebas Ser Estudiante, dirigidas a los grados de cuarto, séptimo y décimo año, respecto a los niveles de logros alcanzados en Lengua y Literatura, en una escala de 400 a 1000 puntos, el cuarto año obtuvo un porcentaje de 48.3%; el séptimo año, alcanzó el 50.5%, y el décimo, el 54.3%. Estos porcentajes los ubican en el nivel insuficiente, que fluctúa entre los 400 y 699 puntos.

Ante esta realidad, y como respuesta a los resultados expuestos en el desarrollo de las destrezas lingüístico-comunicativas, este estudio se planteó como objetivo analizar el proceso de enseñanza en el logro de destrezas con criterios de desempeño del Currículo Nacional 2016, dentro del área de Lengua y Literatura en educación básica media de la Escuela Eloy Proaño. El propósito fue generar tecnología pedagógico-curricular que permitiera diseñar una propuesta de intervención.

## **Revisión teórica**

### **Currículo de Lengua y Literatura – Proceso de enseñanza y aprendizaje**

El currículo de Lengua y Literatura del Ministerio de Educación del Ecuador (2016) se centra en un enfoque comunicativo, al ser un área procedimental que promueve el desarrollo de habilidades lingüístico-comunicativas consideradas como prácticas socioculturales. En efecto, esta área de formación resulta fundamental en todas las dimensiones de la vida, por lo que se constituye como una disciplina que recorre transversalmente todos los niveles de formación, al forjar competencias para el uso de la lengua oral y escrita y promover el desarrollo de procesos comunicacionales.

El documento curricular vigente asume el enfoque por competencias, donde el desarrollo de destrezas se convierte en núcleos operativos para la concreción de lo prescrito en el currículo explícito. Los bloques de lengua y cultura, comunicación oral, lectura, escritura y literatura, que integran el área de formación, se orientan a la capacidad de comunicación requerida para la interacción e intervención de los seres humanos en la realidad contextual donde desempeñan sus funciones.

Desde esta perspectiva, el eje central de acción para la concreción de la competencia en el área de Lengua y Literatura promueve que los estudiantes exploren, usen, ejerciten e interioricen procesos lingüísticos implicados en situaciones vivenciales. El propósito es una interacción por medio de la comunicación que permita transformar y trascender en la vida. Para ello, la lógica curricular prioriza la articulación teórico-práctica en la configuración de la estructura que orienta el proceso de enseñanza y aprendizaje. En este proceso, la praxis pedagógica docente vincula de forma integral elementos conceptuales, que constituyen los rasgos betas del currículo —donde subyace la dureza disciplinar—, con elementos vivenciales para el uso práctico de los saberes, que permiten que adquieran significatividad para los estudiantes, dando cabida a la concreción de los rasgos alfas del currículo del área de Lengua y Literatura. Estos rasgos confieren el elemento humanizador presente en las realidades multidimensionales de estudiantes y docentes.

Por lo antes expuesto, a nivel microcurricular, el diseño de la secuencia didáctica para el proceso de enseñanza y aprendizaje ha de favorecer la aplicación de los saberes conceptuales en situaciones comunicativas reales que exijan a los estudiantes interrelacionar las habilidades orales, escritas, de comprensión de la expresión oral y de la producción de textos para la resolución de problemas. Con ello se logra el desarrollo de los elementos procedimentales y actitudinales que dan paso a la integralidad desde el enfoque por competencias, en la consolidación de las destrezas con criterio de desempeño de esta área curricular. Para Cassany et al. (2003), todo usuario de la lengua debe dominar las macrodestrezas lingüísticas para desarrollarse desde un enfoque comunicativo, procesual y contextual.

Lograr lo anterior implica una resignificación conceptual del proceso de enseñanza y aprendizaje en la que se revitalicen las experiencias de formación, para así conseguir que los estudiantes otorguen significados a los saberes adquiridos. Para ello, amerita pasar de metodologías pedagógicas pasivas a metodologías activas donde el eje central sea el estudiante. En consecuencia, surge la necesidad de rescatar el valor de la didáctica centrada en procesos. Para Casasola (2020), la planificación educativa ha considerado los cambios que se producen en los estudiantes para tratar de focalizar y dinamizar los procesos de enseñanza-aprendizaje con énfasis en la práctica educativa; esto invita a una investigación didáctica en la que los intereses giren alrededor de la necesidades de los discentes, generando proyectos de investigación para diseñar estrategias metodológicas que ofrezcan la posibilidad de mejorar la experiencia pedagógica.

## **Métodos**

El espacio empírico de observación fue la Escuela de Educación Básica Eloy Proaño, ubicada en la parroquia Quiroga, cantón Cotacachi, Zona 1, Distrito IOD03 Cotacachi, Circuito CO2.

## **Enfoque de investigación**

Se asumió un enfoque mixto que permitió abordar con profundidad el análisis de los fenómenos sociales particulares dentro del contexto educativo, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, para el logro de destrezas con criterios de desempeño propuestas por el Currículo, dentro del área de Lengua y Literatura.



## Tipo de investigación

### Descriptiva

La investigación fue descriptiva, lo que posibilitó desarrollar un análisis riguroso sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que desempeñan los docentes y su efectividad en el progreso de las destrezas con criterios de desempeño en el área de Lengua y Literatura. Adicionalmente, fue viable describir el nivel de conocimientos alcanzados por los estudiantes en esta área de formación para los periodos académicos 2019-2020 y 2020-2021, tomando como referencia un periodo anterior a la pandemia del COVID-19, correspondiente al 2018-2019.

### Documental

Se analizó el Currículo Nacional 2016 del área objeto de estudio en básica media, con la finalidad de establecer su estructura respecto a la configuración curricular. Como parte de los documentos clave se revisaron las planificaciones didácticas para describir las estrategias metodológicas administradas en la acción pedagógica, develando su pertinencia con la consolidación de las destrezas lingüístico-comunicativas.

### De campo

La investigación se desarrolló en la Escuela Eloy Proaño. Debido a la pandemia del COVID-19, las clases presenciales fueron suspendidas, por lo que hubo la necesidad de emplear herramientas tecnológicas para dar continuidad a los procesos de formación. La herramienta empleada fue Microsoft Teams, institucionalizada por el Ministerio de Educación del Ecuador. Esto viabilizó el desarrollo de entrevistas con las autoridades y docentes de la institución, quienes posibilitaron el contacto con los estudiantes.

## Procedimiento de investigación

Se desarrolló una indagación que involucró tres fases:

**Fase 1.** Para identificar las estrategias empleadas por los docentes y determinar los factores que intervienen en la consolidación de destrezas con criterios de desempeño del área de Lengua y Literatura en el nivel medio, se empleó la técnica de la encuesta dirigida a ocho (8) docentes y ciento ochenta y dos (182) estudiantes de quinto, sexto y séptimo año. Para la recolección de la información se contó con instrumentos diferenciados para cada actor; la técnica de análisis fue la estadística descriptiva. De igual forma, se aplicó la técnica de análisis de contenido para las planificaciones docentes. Lo anterior permitió mostrar la pertinencia del ejercicio didáctico con lo establecido en el currículo.

**Fase 2.** Con el objeto de develar el desarrollo de destrezas con criterios de desempeño alcanzado por los estudiantes del nivel medio en el área de Lengua y Literatura, se revisaron los reportes de las evaluaciones mediante un análisis que respondió a la normativa determinada por el Ministerio de Educación. La técnica empleada fue el análisis de contenido, y los periodos académicos estudiados fueron: 2018-2019, 2019-2020 y 2020-2021. El primer periodo se incluyó con el objeto de comparar el rendimiento académico antes de la pandemia del COVID-19.

**Fase 3.** A partir de los resultados obtenidos con la investigación, se diseñó una propuesta de intervención con estrategias innovadoras que pretende contribuir al desarrollo de las destrezas con criterios de desempeño propuestas por el Currículo Nacional 2016, en el área de Lengua y Literatura.

Al ser la investigación desarrollada con seres humanos inmersos en el ámbito educativo, se consideraron los principios bioéticos de beneficencia, no maleficencia y autonomía. El trabajo investigativo se llevó a cabo con la autorización explícita de las autoridades educativas del plantel, los estudiantes, docentes y padres de familia.

## Resultados y Discusión

### Fase 1. Estrategias empleadas por los docentes y factores que intervienen en la consolidación de destrezas.

Para esta fase se administró una encuesta dirigida a ocho (8) docentes y ciento ochenta y dos (182) estudiantes. A continuación se presenta el reporte de los resultados.

#### Encuesta a docentes

Para conocer las estrategias didácticas empleadas en su praxis pedagógica se procedió a indagar acerca de estas conforme a los bloques curriculares que integran el área de Lengua y Literatura. Cabe destacar que para el análisis de los datos se consideró aquellas estrategias que en el reporte de los resultados reflejaron un porcentaje  $\geq$  al 50%. Las estrategias identificadas fueron:

#### Bloques Curriculares

Lengua y cultura: trabajo cooperativo con el 100%.

Comunicación oral: resumen y lluvia de ideas con el 75%; dramatización y resolución de conflictos, 62.5%.

Lectura: lectura oral con el 100%; lectura comprensiva y proceso de la lectura 87.5%; lectura secuencial, niveles de lectura 62.5%.

Escritura: mapas conceptuales con el 87.5%; estrategias de organización 62.5%.

Literatura: lectura comentada, 75%.

Como se aprecia en los resultados, las estrategias administradas por los docentes para el desarrollo de la destreza lingüística comunicativa son de cohorte tradicional, obviando la innovación que requiere el proceso formativo para la generación de procesos metacognitivos en los estudiantes. Para Díaz y Hernández (2002), los docentes deben tener un amplio conocimiento de la utilidad y función que desempeñan las estrategias en la construcción de aprendizajes. Conforme a lo establecido por el Ministerio de Educación (2017), en la matriz de estándares, desempeño profesional docente número 10, se requiere implementar estrategias que potencien el logro de los objetivos planteados en las planificaciones microcurriculares, donde la incorporación de las TIC resulta fundamental en los tiempos actuales.

Al consultar a los docentes en relación con los métodos utilizados, se identificaron tres: Inductivo-Deductivo con el 100%.

Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Aplicación (ERCA), con el 75%.

*Flipped Classroom* con el 50%.

Contrastando los métodos empleados por los docentes con respecto a las estrategias didácticas, se observa contradicción, al ser el método de *Flipped Classroom* (aula invertida) el más utilizado en la actualidad para la gestión del aprendizaje con base en las tecnologías de la información y de la comunicación, propiciando en los estudiantes la consolidación de la competencia investigativa. No obstante, fue posible evidenciar la no consideración por parte de los docentes de métodos como el Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado en Problemas. Para Gardner, citado por Armstrong (2006), los seres humanos tienen diferentes formas de aprender y algunas inteligencias están más desarrolladas que otras, por ende, los conocimientos deben ser abordados desde diferentes perspectivas. La diversidad metodológica en el proceso de enseñanza puede coadyuvar a los aprendizajes significativos.

### **Encuesta a estudiantes**

Al consultar a los estudiantes acerca de las estrategias didácticas empleadas por los docentes para el abordaje de los contenidos curriculares del área de Lengua y Literatura, se encontró coincidencia con la información suministrada por estos. No obstante, la percepción de los estudiantes en cuanto a la praxis pedagógica develó que el 38% considera el accionar docente como poco innovador, lo que repercute en los niveles de motivación de los estudiantes y en su rendimiento académico.

### **Factores que intervienen en la consolidación de destrezas con criterios de desempeño del área de Lengua y Literatura**

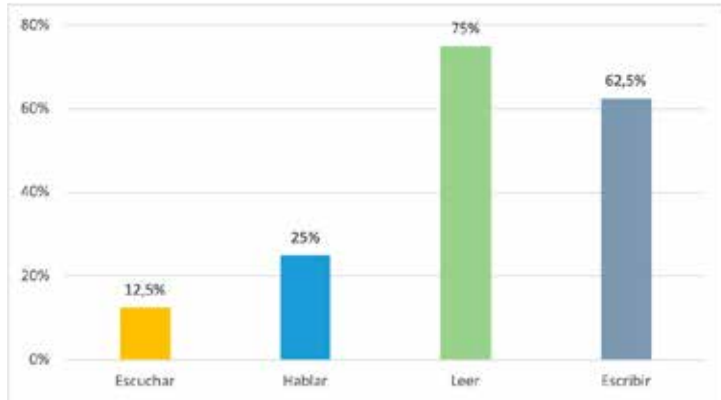
En relación a los factores que intervienen en la consolidación de destrezas se identificaron cuatro:

1. Pedagógicos: se encontraron escasas estrategias de enseñanza, poco acceso a la tecnología y elevada inasistencia de los estudiantes. Cada uno de estos factores reflejó una incidencia negativa para el desarrollo de la competencia lingüístico-comunicativas del 50%. En opinión de autores como Sánchez et al. (2017), la inasistencia de los estudiantes puede darse por: exceso de horas continuas, motivos de salud o clases con poca práctica, elementos presentes durante el periodo académico investigado.
2. Sociológicos: inadecuado ambiente familiar con una incidencia del 87.5%, nivel de formación y económico de los padres con el 50%, falta de compromiso de los padres con el 100%. Para autores como Martínez et al. (2020), la familia es la base de la sociedad y los niños deben desenvolverse en ambientes familiares óptimos con valores e ideales a seguir. Para Lara et al. (2019), la atención y tiempo que dedican los padres a sus hijos es amplio en escolaridad inicial, mientras que en niveles más altos disminuye, lo que repercute en el rendimiento académico.

3. Psicológicos: bajo nivel de razonamiento, falta de atención, baja autoestima y motivación con una incidencia del 75%, en detrimento de la consolidación de las destrezas del área. A juicio de Gallardo (2019), la desmotivación da lugar a comportamientos que interfieren en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Un estudiante desmotivado muestra: apatía por el estudio, incumplimiento de tareas y actitud negativa ante las recomendaciones de los actores curriculares.
4. Fisiológicos: se identificó el cansancio de los estudiantes con una incidencia del 87%, porcentaje que refleja el impacto que ocasionó la pandemia del COVID-19 en el ámbito educativo, con el inadecuado desarrollo de procesos de formación en la modalidad en línea, inicialmente diseñados y adaptados a las condiciones y recursos de la presencialidad. Para Touriñán (2007), integrar las TIC en la educación precisa de inversión económica para obtener recursos tecnológicos, desarrollo de estrategias para la formación docente y de estudiantes y espacios adecuados en las instituciones. De igual forma, el cansancio de los estudiantes puede ocasionarse, como expresa López (2010), por el inadecuado abordaje de contenidos programáticos.

### Dificultades de los estudiantes - Desarrollo de macrodestrezas lingüísticas

Para dar continuidad a la fase uno (1), se procedió a identificar las dificultades de los estudiantes en las macrodestrezas lingüísticas (escuchar, hablar, leer y escribir). En opinión de los docentes, el 75% presentan problemas en la lectura; el 62.5%, en escritura; el 25%, para hablar, y el 12.5% para escuchar (ver figura 1).



**Figura 1.** Dificultades de aprendizajes macrodestrezas lingüísticas

**Fuente.** Encuesta a docentes Educación Básica Media - Escuela Eloy Proaño (2021)

Estos resultados se relacionan con las debilidades en la formación docente, que traen como consecuencia una praxis pedagógica que inhibe el aprendizaje de los estudiantes en los bloques curriculares de lectura y escritura. Ello se debe a la falta de innovación en las estrategias metodológicas de enseñanza empleadas por los docentes, elemento fundamental para la consolidación de los saberes desde un accionar pedagógico curricular consustanciado con la realidad y los intereses de los estudiantes.

Para el Ministerio de Educación (2021), las estrategias didácticas implementadas por los docentes en clase convierten la lectura en una obligación y no en un acto que genere placer desde lo cognitivo. Esta situación se corresponde con los resultados obtenidos, en los que se evidencia un bajo dominio en las destrezas de lectura y escritura como consecuencia del diseño y ejecución de secuencias didácticas poco pertinentes y motivadoras. Los resultados apoyan lo planteado por Torres (2020), quien menciona que el Ecuador lee poco y lee mal. En opinión de la autora, el país no ha dado la atención necesaria a la lectura desde la política educativa.

### **Análisis de Planificaciones Didácticas**

La fase uno (1) involucró el análisis de planificaciones didácticas, empleando para ello la técnica de análisis de contenido (matriz A). La estructura del instrumento contempló: área curricular, objetivos del área por bloque, destrezas con criterio de desempeño y estrategias. Los resultados develaron los siguientes puntos:

- Las planificaciones docentes no parten del diagnóstico de necesidades de los estudiantes; esta situación ocasiona que el desarrollo del proceso formativo no se estructure sobre la identificación de los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales del estudiante, aspectos esenciales para el diseño de secuencias didácticas.
- Los objetivos del área no se orientan a cada bloque curricular, muestra del inadecuado nivel de comprensión de la lógica microcurricular.
- Las destrezas con criterio de desempeño seleccionadas por los docentes del Currículo Nacional del área de Lengua y Literatura, a nivel de las planificaciones, no se encontraban desagregadas ni fueron priorizadas, por lo que, al término del ciclo formativo, los estudiantes no lograron acceder a lo prescrito en el documento curricular. Esta situación se contrapone con lo establecido por el Ministerio de Educación (2016), que estipula que los aprendizajes deben desarrollarse en cada año de básica y complementarse en el nivel que refieren.
- Las estrategias didácticas, en el 87% de los casos, no se correspondieron con los bloques curriculares ni con los contenidos a ser desarrollados en clase con los estudiantes. Solo se evidenció la planificación de actividades.

### **Fase 2. Desarrollo de destrezas con criterios de desempeño alcanzado por los estudiantes**

Esta fase demandó la revisión de los reportes de las evaluaciones estudiantiles, aplicando la técnica de análisis de contenido (matriz B). Como resultado, se obtuvo que, durante el periodo académico 2018-2019, el promedio fue de 8.35; mientras que para el periodo 2019-2020, fue de 8.88, y durante el primer quimestre del periodo 2020-2021, el reporte de las evaluaciones develó un promedio de 8.98. Conforme a lo establecido en el instructivo para la aplicación de la evaluación del Ministerio de Educación (2019), los resultados ubican a los estudiantes en la escala cualitativa “Alcanzan los aprendizajes requeridos”, lo que representa en la escala numérica un puntaje de 7 a 8.99.

No obstante, la preocupación aún prevalece entre los actores curriculares, pues las calificaciones no representan el desarrollo de la competencia lingüístico-comunicativa.

En efecto, el proceso de investigación arrojó un alto grado de dificultad en las macrodestrezas de leer y escribir. Es una situación alarmante, ya que, aún así, los estudiantes son promovidos a niveles superiores, lo que explica los resultados de las evaluaciones nacionales e internacionales. Para Ruz (2019), el proceso de lectoescritura es un aspecto fundamental que influye en el desarrollo integral del educando, reflejándose en su desempeño académico. La evaluación ha de ser asumida como un medio y no como un fin del acto educativo; lo relevante es el desarrollo de las destrezas que forman parte de los perfiles de salida de los niveles de formación. A nivel nacional e internacional, existe evidencia del retroceso en el aprendizaje de los estudiantes durante la pandemia por COVID-19, lo que no se refleja en el reporte de los promedios analizados; esto deja la fría duda del verdadero nivel de desempeño alcanzado.

### **Fase 3. Diseño de la propuesta de intervención con estrategias innovadoras**

Como respuesta a las debilidades identificadas se diseñó una propuesta de intervención para el desarrollo de destrezas con criterios de desempeño del área curricular de Lengua y Literatura. El objetivo fue contribuir al mejoramiento de la calidad del accionar pedagógico curricular de ésta área de formación. Esta constituye un aspecto fundamental para el ser humano, al implicar una constelación de conocimientos, capacidades y habilidades que permiten la interacción en los ámbitos sociales y culturales por medio de la efectividad de la expresión oral y escrita.

Las estrategias metodológicas que integran la propuesta han sido diseñadas considerando el desarrollo de la competencia lingüístico-comunicativa por medio de la contextualización, creatividad y libertad de expresión. Se parte de lo expresado por Alzate (2000), quien afirma que el área de Lengua y Literatura es una disciplina troncal para el proceso de formación integral de los estudiantes, pues de ella depende la consolidación de la competencia comunicativa que supone un conglomerado de conocimientos, capacidades, habilidades y destrezas lingüísticas y socioculturales, tanto desde la efectividad de la expresión, como de la comprensión de los discursos.

La propuesta se fundamentó a nivel pedagógico en: 1.- Teoría Constructivista, 2.- Pedagogía Crítica y 3.- Enfoque Comunicativo Procesual, elementos planteados por el Currículo Nacional de Ecuador (2016). La primera, teoría constructivista, enmarca los procesos educativos centrados en el estudiante, que es considerado un ente activo que interactúa en el proceso educativo para la configuración de aprendizajes significativos (Tigse, 2019). La segunda, pedagogía crítica, aporta a las potencialidades, reforzando la capacidad de docentes y estudiantes de aprender a desarrollar la creatividad en la configuración de saberes, consolidar la autonomía, mejorar la habilidad para el trabajo en equipos interdisciplinarios y ampliar el espíritu crítico y creativo en el tratamiento de los contenidos programáticos (Chávez y Castro, 2019). Y el tercero, enfoque comunicativo procesual, enfatiza el desarrollo de destrezas en los cinco bloques curriculares de esta área de formación.

La estructura de la propuesta se organizó en los cinco bloques curriculares del área de Lengua y Literatura; para cada bloque se trabajó dos dimensiones (Tabla 1).

**Tabla 1.** Bloques curriculares y dimensiones del área de Lengua y Literatura

Bloque Curricular	Dimensión
Lengua y Cultura	Cultura escrita Variedades lingüísticas
Comunicación Oral	Lengua en la interacción social Expresión oral
Lectura	Comprensión de textos Uso de recursos
Escritura	Producción de textos Reflexión sobre la lengua
Literatura	Literatura en contexto Escritura creativa

**Fuente.** Currículo Básico Nacional del área de Lengua y Literatura (2016).

En lo que respecta a la estructura interna adoptada para el diseño de las estrategias metodológicas, se consideraron los objetivos propuestos en el Currículo Nacional y las destrezas con criterio de desempeño imprescindibles. En las siguientes líneas se muestra un ejemplo de las estrategias propuestas para el Bloque Curricular Escritura (Tabla 2).

**Tabla 2.** Bloque Curricular Cuatro Escritura

**Dimensión:** Producción de textos

**Estrategia:** Escritores creativos

Objetivo del Currículo 2016	O.LL.3.10. Aplicar los conocimientos semánticos, léxicos, sintácticos, ortográficos y las propiedades textuales en los procesos de composición.
Destreza con criterio de desempeño	LL.3.4.6. Autorregular la producción escrita mediante el uso habitual del procedimiento de planificación, redacción, revisión y publicación del texto.
Valores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organización</li> <li>- Respeto</li> <li>- Solidaridad</li> <li>- Compromiso</li> <li>- Curiosidad intelectual</li> </ul>
Descripción	Esta estrategia promueve la producción de textos originales para desarrollar la expresión escrita en base a la observación de lugares naturales y vivencias cotidianas.

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrolla la expresión escrita.</li> <li>- Estimula la creatividad.</li> <li>- Mejora la gramática.</li> </ul>
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo para desarrollar la actividad.</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio natural</li> <li>- Dispositivo móvil con cámara</li> <li>- Cartulinas A3</li> <li>- Fotografías</li> <li>- Marcadores colores</li> <li>- Otros</li> </ul>
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recorrer el bosque más cercano a la parroquia.</li> <li>- Escuchar los sonidos de la naturaleza.</li> <li>- Captar con cámaras los elementos de la naturaleza más sobresalientes.</li> <li>- Formular el objetivo de la escritura.</li> <li>- Determinar el tipo de folleto: díptico, tríptico, entre otros.</li> <li>- Establecer la estructura del folleto seleccionado.</li> <li>- Generar ideas propias a partir de la interacción con sus compañeros.</li> <li>- Crear el folleto siguiendo los cinco pasos de la guía de trabajo.</li> <li>- Distribuir los folletos a los habitantes de la parroquia.</li> </ul>
Recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer reglas de comportamiento.</li> <li>- Proceder con respeto y responsabilidad en el cuidado de la naturaleza.</li> </ul>
Criterio de evaluación	<p>Capacidad para producir textos descriptivos con coherencia y cohesión aplicando los elementos de la lengua y los procesos de producción.</p>



<p>Guía de trabajo</p>	<p>Después de haber visitado el lugar natural y dialogado con su docente, realiza:</p> <p><b>PASO 1: Responda</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ¿Qué voy a escribir?</li><li>- ¿Para qué voy a escribir?</li><li>- ¿Cuál es el tipo de texto que voy a utilizar?</li><li>- ¿Para quién voy a escribir?</li></ul> <p><b>PASO 2: Planificar la redacción</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Seleccionar el folleto a utilizar.</li><li>- Generar ideas propias a partir de la interacción con sus compañeros.</li><li>- Organizar las ideas jerárquicamente.</li><li>- Diseñar la estructura del folleto.</li></ul> <p><b>PASO 3: Redactar el borrador</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Crear un título llamativo enfocado al cuidado de la naturaleza.</li><li>- Escribir los subtítulos y textos que van en las caras del folleto.</li><li>- Estructurar las ideas de forma creativa tomando en cuenta la caligrafía y ortografía.</li><li>- Acompañar los textos con las fotografías que tomaron en el recorrido.</li></ul> <p><b>PASO 4: Revisar el texto escrito</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Revisar las ideas.</li><li>- Corregir errores ortográficos y gramaticales.</li><li>- Redactar nuevamente para presentar.</li></ul> <p><b>PASO 5: Publicar el texto</b></p> <p>Solicitar al presidente de la parroquia permiso para distribuir los folletos en la parroquia.</p>
------------------------	---

Fuente. Proceso de investigación y generación de conocimiento Yépez y Paredes (2021)

El desarrollo de la competencia lingüístico-comunicativa, por medio de un accionar pedagógico consustanciado con los requerimientos de formación de los estudiantes y atendiendo los estilos de aprendizaje, genera procesos metacognivos esenciales para el desarrollo de las destrezas con criterio de desempeño del área de Lengua y Literatura. Esta propuesta de intervención invita a formar para la vida, donde la capacidad de comunicación es un factor esencial para la interacción humana.

## Conclusiones

Es imperante comprender que el accionar pedagógico curricular requiere, por parte del docente, un compromiso de formación continua, en el que se consideren como elementos transversales la investigación y el desarrollo de competencias digitales esenciales para la educación. Esto implica revisar el desempeño de la función docente, la planificación didáctica y el diseño de secuencias de enseñanza que faciliten las experiencias significativas, lo cual solo es posible desde una visión diáfana de la utilidad de los conocimientos adquiridos (Paredes et al., 2020).

Se requiere desarrollar en los docentes la competencia de generación de conocimiento para favorecer la innovación de la tecnología pedagógico-curricular, que tiene su concreción a nivel microcurricular, donde el diseño de estrategias de enseñanza debe responder a la naturaleza disciplinar, al tiempo y a los estilos de aprendizaje.

Lo anterior invita a comprender la importancia de la formación para la vida. La competencia lingüístico-comunicativa es fundamental para la inserción en la vida social; el ser humano es un ente social por naturaleza, por lo que la programación de los procesos de aprendizaje ha de considerar contenidos que reflejen las necesidades y cambios sociales.

## Referencias

- Alzate, M. V. (2000). Dos perspectivas en la didáctica de la literatura: De la literatura como medio a la literatura como fin. *Revista de Ciencias Humanas*, 23. [https://www.academia.edu/38994518/Dos\\_perspectivas\\_en\\_la\\_did%C3%A1ctica\\_de\\_la\\_literatura\\_De\\_la\\_literatura\\_como\\_medio\\_a\\_la\\_literatura\\_como\\_fin](https://www.academia.edu/38994518/Dos_perspectivas_en_la_did%C3%A1ctica_de_la_literatura_De_la_literatura_como_medio_a_la_literatura_como_fin)
- Armstrong, T. (2006). *Inteligencias múltiples en el aula: Guía práctica para educadores* (2 ed.). Paidós. [https://www.planetadelibros.com/libros\\_contenido\\_extra/37/36195\\_INTELIGENCIAS\\_MULTIPLES\\_AULA.pdf](https://www.planetadelibros.com/libros_contenido_extra/37/36195_INTELIGENCIAS_MULTIPLES_AULA.pdf)
- Cassany, D., Luna, M., y Sanz, G. (2003). *Enseñar lengua* (9 ed.). Editorial GRAÓ. [https://dpe.upnfm.edu.hk/espacios\\_formativos/LENGUA\\_Y\\_LITERATURA/Ense%C3%B1ar%20Lengua%20-%20Daniel%20Cassany.pdf](https://dpe.upnfm.edu.hk/espacios_formativos/LENGUA_Y_LITERATURA/Ense%C3%B1ar%20Lengua%20-%20Daniel%20Cassany.pdf)
- Casasola, W. (2020). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Revista comunicación*, 29(1), 38-51. <https://doi.org/10.18845/rc.v29i1-2020.5258>

- Chávez, M., y Castro, M. (2019). Pedagogía crítica, la visión para favorecer la autonomía en el alumno. *Revista de Pedagogía Crítica*, 3(9), 21-28. <https://doi.org/10.35429/JCP.2019.9.3.21.28>
- Díaz, F., y Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 6(12), 398-403. <https://www.redalyc.org/pdf/311/31161208.pdf>
- Gallardo, Q. (2019). *La desmotivación escolar. [Tesis de Fin de Grado]*. Universidad Nacional de Tumbes. Repositorio UNTUMBES. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/1798/QUETY%20GALLARDO%20MELENDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL). (2019). *Informe de resultados nacional fiscal, Ser Bachiller Año Lectivo 2018-2019*. <https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/nacional/2018-2019f.pdf>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2018). *Educación en Ecuador Resultados de PISA para el desarrollo* (1 ed.). [https://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/CIE\\_InformeGeneralPISA18\\_20181123.pdf](https://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/CIE_InformeGeneralPISA18_20181123.pdf)
- Lara, F., Rodríguez, B., y Martínez, R. (2019). Padres y madres ante las tareas escolares: La visión del profesorado. *Aula abierta*, 48(1), 77-84. <https://doi.org/10.17811/rifie.48.1.2019.77-84>
- López, N. (2010). El aburrimiento en clases. *Procesos psicológicos y sociales*, 6(1), 1-43. <https://www.uv.mx/psicologia/files/2013/06/El-Aburrimiento-En-Clases.pdf>
- Martínez, G., Torres, M., y Ríos, V. (2020). El contexto familiar y su vinculación con el rendimiento académico. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11(657), 1-17. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v11i0.657](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.657)
- Ministerio de Educación. (2016). *Currículo de los niveles de educación obligatoria. Subnivel Medio*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Curriculo1.pdf>
- Ministerio de Educación. (2017). *Estándares de Gestión Escolar, desempeño profesional directivo y desempeño profesional docente*. [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Estandares\\_de\\_Gestion\\_Escolar\\_y\\_Desempeno\\_Profesional.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Estandares_de_Gestion_Escolar_y_Desempeno_Profesional.pdf)
- Ministerio de Educación. (2019). *Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil*. [https://www.colegiofarina.edu.ec/images/secretaria/instructivo\\_para\\_la\\_aplicacin\\_de\\_la\\_evaluacin\\_estudiantil\\_18\\_04\\_2019.pdf](https://www.colegiofarina.edu.ec/images/secretaria/instructivo_para_la_aplicacin_de_la_evaluacin_estudiantil_18_04_2019.pdf)
- Ministerio de Educación. (21 de Abril de 2021). Memorando Nro. MINEDUC-CGAJ-2021-00243-M de 21 de abril de 2021 mediante el cual solicita se realice el análisis respectivo y validación del proyecto de Acuerdo para expedir la Política Educativa para el fomento de la lectura “Juntos leemos”. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/MINEDUC-MINEDUC-2021-00023-A.pdf>

- Paredes, I., Naranjo, M., Paredes, A., Ávila, M., Casanova, I., Canquiz, L., y Aranguren, J. (2018). *Formación integral, enfoque por competencias y transversalidad curricular en la educación superior*. Ibarra: Editorial UTN.
- Paredes, I., y Inicialte, A. (2013). Significado de la formación integral. *Kaleidoscopia ISSN: 1690-6054, 10(19)*, 16-28. [https://www.researchgate.net/publication/319042836\\_Significados\\_de\\_la\\_formacion\\_integral](https://www.researchgate.net/publication/319042836_Significados_de_la_formacion_integral) <https://bit.ly/3yDwJRY>
- Paredes, I., Casanova, I., y Naranjo, M. (2020). *Formación de Investigadores en el Contexto Universitario*. Ibarra: Editorial UTN.
- [https://www.researchgate.net/publication/342124024\\_Formacion\\_de\\_Investigadores\\_en\\_el\\_contexto\\_universitario/link/5ee3685a92851ce9e7dcd641/download](https://www.researchgate.net/publication/342124024_Formacion_de_Investigadores_en_el_contexto_universitario/link/5ee3685a92851ce9e7dcd641/download)
- Ruz, M. (2019). Promoción del hábito lector para el fortalecimiento de la lectoescritura desde un enfoque inclusivo en los estudiantes de primero y segundo grado de la institución san isidro de chochó. En J. Arboleda, *Libro de investigación. Siaguec* (1 ed.). Editorial Redipe. <https://redipe.org/wp-content/uploads/2020/11/Libro-San-Juan-2019-parte-ii.pdf#page=5>
- Sánchez, F., Álvarez, C., Fernández, A., y Llosa, J. (2017). ¿Por qué faltan a clase los alumnos? *Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática (AENUI)*, 165-172. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/110180/PorQueFaltanAClaseLosAlumnos.publicado-actas.pdf>
- Tigse, C. (2019). El constructivismo, según bases teóricas de César Coll. *Revista Andina de Educación, 2(1)*, 25-28. <https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4>
- Torres, R. M. (24 de 09 de 2020). Transformar la educación: Imaginar y diseñar futuros educativos *OTRA EDUCACION*. <https://otra-educacion.blogspot.com/>
- Touriñán, J. (2007). Integrar la escuela en la Sociedad de la Información: desmitificar la perspectiva TIC y orientar la educación electrónica. *Tecnología y comunicación educativas, 21(45)*, 42-68
- <https://biblat.unam.mx/hevila/Tecnologiaycomunicacioneducativas/2007/vol21/no45/3.pdf>
- UNESCO. (2009). *Conferencia Mundial de Educación Superior 2009: las nuevas dinámicas de la educación superior y de la investigación para el cambio social y el desarrollo*. Paris: UNESCO. [https://pep.unc.edu.ar/wp-content/uploads/sites/46/2017/04/Declaracion\\_conferencia\\_Mundial\\_de\\_Educacion\\_Superior\\_2009.pdf](https://pep.unc.edu.ar/wp-content/uploads/sites/46/2017/04/Declaracion_conferencia_Mundial_de_Educacion_Superior_2009.pdf)
- UNESCO.(2015). *Informe de Resultados TERCE: logros de aprendizaje*. Santiago. <https://unae.edu.ec/wp-content/uploads/2019/11/informe-de-resultados-terce.pdf>

# Impacto de las Plataformas Educativas como Herramienta de Diseño del Modelo Curricular de Aprendizaje Inclusivo

Ketty Amarilis Rodríguez Rodríguez , Mariana del Carmen García Franco , Silvana Narcisca Delgado Pin , Félix David Freire Sierra 

Rodríguez Rodríguez, Ketty Amarilis  
Universidad Bolivariana del Ecuador UBE, Ecuador  
Autor para correspondencia: ka-rguez.rguez@hotmail.com

García Franco, Mariana del Carmen  
Unidad Educativa Daule, Ecuador  
marianagarcia\_26@hotmail.com

Delgado Pin, Silvana Narcisca  
Escuela de Educación Básica Fiscal Euclides Masson Benítez, Ecuador  
simi19888@hotmail.com

Freire Sierra, Félix David  
Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador  
davidfreiresierra@hotmail.com

## Resumen

Este artículo presenta el impacto que ha causado la implementación de plataformas educativas en los diversos modelos curriculares de aprendizaje. Estas plataformas aplican una serie de estrategias y técnicas que correlacionan el aprendizaje con la práctica, tanto de los docentes como de los estudiantes, con el fin de lograr resultados educativos adecuados que estén ligados al auge de la modernización e innovación. Es importante la aplicación de un enfoque crítico y analítico a todo el proceso de aprendizaje, que facilite al alumnado acoplarse a esta nueva metodología de trabajo. Otro punto a intervenir en este proyecto es la recopilación de información acorde a la perspectiva estudiantil y a las limitaciones que estos presentan a la hora de adaptarse al modelo curricular *e-learning*. En la actualidad, la educación, entendida como un proceso de enseñanza y aprendizaje, ha sufrido un cambio significativo; tanto estudiantes como docentes han tenido que adaptarse a la implementación de plataformas educativas que han sido necesarias y al cambio en el modelo curricular de las instituciones académicas. La finalidad de esta investigación es demostrar la influencia de las plataformas educativas en los modelos curriculares de aprendizaje escolar. En el diseño de la investigación se utilizó un enfoque cuantitativo mediante encuestas. Se aplicó el método deductivo y el inductivo, con un tipo de investigación exploratoria y descriptiva, que dio como resultado respuestas positivas para la educación en línea por parte del estudiantado.

**Palabras clave:** aprendizaje, modelo educativo, innovación educativa

## **Introducción**

La inclusión y evolución de las herramientas tecnológicas en la educación durante los últimos años ha impactado en la forma en la que se desarrolla la comunicación dentro del salón de clases, y más aún en la realidad mundial que se vive hoy en día con el COVID-19. Como resultado de estos hitos, las personas que forman parte del contexto escolar han tenido que adaptarse a las actualizaciones tecnológicas y sociales que van de la mano del aprendizaje y, sobre todo, a la ejecución adecuada en las diversas plataformas curriculares que tienen al alcance dentro del ámbito óptico y didáctico. Estos sistemas educativos virtuales han sido fundamentales para el desarrollo de clases en línea, con múltiples formas de entrega y de comunicación y con una inversión mínima en su implementación. Sin embargo, los docentes han invertido bastante tiempo en la preparación de clases, en realizar adecuaciones curriculares y adaptarlas a Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), tarea para la que no estaban preparados (Vera, 2021).

La creatividad por parte del docente es lo que más resalta en esta nueva metodología, ya que los insumos y estrategias que use influenciarán en cierta manera en que se complete correctamente este nuevo ciclo de aprendizaje. No obstante, no se debe descuidar que todo va ligado a la construcción dinámica de las plataformas educativas. Internet ha cambiado por completo los hábitos, más allá del consumo, la socialización, los medios o la educación. Hoy en día, la enseñanza virtual es uno de los mejores recursos para organizar infinidad de eventos y, en momentos difíciles, resultan de gran ayuda las clases virtuales para que los niños, jóvenes y adultos continúen estudiando.

Actualmente, este tipo de aprendizaje se adapta muy bien a toda persona, ya sea anciana, adulta, joven o niño, debido a que la formación se modula de acuerdo a las necesidades del alumnado y se pueden utilizar plataformas como Meet, Moodle, Blackboard, Teams o Zoom, que son herramientas diseñadas para ayudar a los docentes a crear comunidades en línea. Es fácil acceder hoy en día a plataformas virtuales; se trata simplemente de matricularse en alguna escuela, colegio o universidad. Plataformas como Zoom tienen, además, otros usos, por ejemplo, para una reunión familiar a distancia o algún evento de trabajo.

Por lo tanto, actualmente el modelo educativo expone varios elementos que se involucran en diversas facetas de la mediación pedagógica:

- El docente-estudiante separados.
- Mayor uso de elementos técnicos.
- Tutoría y apoyo del docente.
- Flexibilidad e independencia en el aprendizaje.
- Doble dirección en la comunicación docente-alumno.
- Aplicación de la tecnología en la educación de distintos niveles.
- Masificación de la comunicación educacional.

La forma en que se pueden utilizar estos elementos de aprendizaje será acorde a la manera en que se dé el contenido y a cuáles sean las metas a alcanzar. En esta investigación se resalta cuán importante ha sido contar con las ventajas de las clases por Internet. Hoy en día, una cotidianidad rodeada de tecnología ha inclinado a los estudiantes a un proceso de aprendizaje muy distinto al tradicional y presencial. El aprendizaje virtual o en línea se presenta como la modalidad de estudios del presente y del futuro inmediato. La educación es la encargada de traspasar conocimientos y proporcionar los medios, aptitudes y habilidades para producirlos y utilizarlos en la praxis diaria. La educación puede ser implementada de forma presencial o virtual; esta última, al ser un nuevo ámbito de aprendizaje, es una herramienta de comunicación, información e interacción entre los docentes y los estudiantes que promueve el proceso de formación en diferentes espacios, teniendo una repercusión positiva.

El desarrollo y uso de las plataformas virtuales en la formación de un correcto modelo de aprendizaje basado en resultados, se puede conseguir con la implementación del mismo en la educación presencial y virtual. Las actitudes de los estudiantes y maestros en respuesta a esta nueva metodología apoya a gran escala el adecuado progreso del adiestramiento disciplinar hacia estos sistemas de aprendizaje. Estas herramientas se han convertido en indispensables para continuar con la educación en todos los rincones del mundo, y es por eso que se deben encontrar plataformas que cumplan con altos estándares de dinamismo e innovación que faciliten la interacción entre el docente y los estudiantes. Los beneficios que han traído consigo estos materiales de estudio son la capacidad de exigir responsabilidad y puntualidad a los estudiantes al momento de entregar tareas, realizar evaluaciones o estar en clases y, por otra parte, la mejora en los maestros de sus habilidades comunicativas y creativas.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Demostrar la influencia de las plataformas educativas en los modelos curriculares de aprendizaje escolar.

### **Objetivos Específicos**

- Explicar la importancia que conlleva el uso correcto de las plataformas educativas para el desarrollo y aprendizaje educativos.
- Describir el efecto en el aprendizaje estudiantil del uso de plataformas educativas como herramientas para el desarrollo del conocimiento.

## **Revisión teórica**

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, este proyecto se fundamenta en mostrar el impacto que estas herramientas han tenido en el mundo educativo para la construcción de nuevas visiones y expectativas a la hora de enseñar y aprender. El enfoque que se está

empleando para adquirir nuevos conocimientos hace que los modelos curriculares sean más interactivos y llamativos. Las plataformas digitales educativas surgen a mediados de los años noventa del siglo XX como una alternativa para reforzar la preparación académica de los estudiantes desde la comodidad de sus casas y, de igual forma, para facilitar el trabajo a los docentes. Sin embargo, estas plataformas han tomado mayor importancia a nivel mundial desde inicios del año 2020 con el surgir de la pandemia del COVID-19.

Es por esto que todo el régimen académico se ha replanteado cómo manejar el sistema educativo durante esta etapa de emergencia mundial. Se plantea analizar cómo el sistema educativo ha tenido que evolucionar y adaptarse a la situación actual; tanto el personal docente, al actualizar su metodología de enseñanza, como los estudiantes, que han cambiado sus hábitos de estudios y esto, a su vez, ha generado un impacto en el nivel educativo.

A continuación, se detallan algunas definiciones a considerar:

- Evaluación informática: Son todos los progresos realizados en el área de la tecnología que permiten determinar el estado, además de evaluar y calificar el mismo.
- Competencias: Es la disputa constante en la que, afortunadamente, se encuentran las empresas más importantes en el mundo de la informática, que favorecen así el cambio y progreso constante.
- Intereses: Es aquello que busca una institución según conveniencia o necesidades para posicionarse y avanzar.
- Programas educativos: Es software que sirve como herramienta informática para educar.
- Soporte de información: Es todo aquello que puede servir como una sustentación para la elaboración de algún proyecto.

La educación virtual se da gracias a las nuevas tecnologías, que están enfocadas en permitir que exista un desarrollo de métodos didácticos alternativos que ayuden en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es la modalidad con la que aprenden la mayor parte de estudiantes actualmente, debido a la pandemia del COVID-19. Su característica principal es que el estudiante y el educador no se encuentran dentro del mismo espacio físico, por lo que tienen que usar plataformas digitales para el desarrollo de la clase, ya sea de manera sincrónica, es decir, clases en vivo, o asincrónica, aquellas que no se dan en tiempo real y en la que se usan videos, artículos y otros métodos para que el estudiante tenga una comprensión de la clase.

Para que se dé una clase con un modelo educativo que cumpla con el proceso de enseñanza-aprendizaje en línea es vital tomar en consideración los diferentes elementos y recursos informáticos que pueden aportar en la aplicación de las diversas herramientas que ofrece el mundo del Internet globalizado. Entre estos recursos electrónicos se pueden encontrar las Plataformas Virtuales de Aprendizaje (PVA), los Entornos Virtuales de



Aprendizaje (EVA), el Sistema de Enseñanza Virtual (SEV) y los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA), entre otros aplicados en la enseñanza.

Sánchez y Jara (2018) señalan que la docencia se configura por la delimitación de un ámbito propio de actuación y la necesidad de una preparación específica para su ejercicio, la cual se expresa en habilidades, competencias, estándares de desempeño, etc., según sean las demandas sociales y el enfoque adoptado. La práctica de la docencia es la labor que el docente desarrolla día a día en determinadas condiciones sociales, históricas e institucionales, las cuales son importantes para la sociedad y para el propio docente. Al ser una práctica muy compleja, ejercer la docencia es más que dar clases en el aula; hay implicaciones personales, interpersonales, institucionales, didácticas y sociales. Cada una de ellas produce grados distintos de aceptación y rechazo de las acciones que se realicen. Es por esto que se ha efectuado una división entre las dimensiones que permiten un análisis profundo: la dimensión personal, dimensión interpersonal, la dimensión institucional, la dimensión social, la dimensión didáctica y la dimensión valorada (Guerrero-Jarvio y Castillo-Aguilar, 2020). Para esta investigación, se unirán la dimensión personal, interpersonal (tomando solo a maestro-alumnos) y didáctica, y se conocerán como relación o práctica pedagógica.

Por lo anterior, el concepto base de práctica pedagógica considerado en este trabajo es el que planteó Sánchez et al. (2018), el proceso que se desarrolla en el ambiente del aula, en el que se revela una determinada relación entre el docente, el conocimiento y el alumno, con énfasis en la “enseñanza” y el “aprendizaje” (p. 6). Un modelo pedagógico es una muestra de las alternativas posibles de enseñanza-aprendizaje. Uno de estos modelos, que se ha desarrollado en los últimos años debido al crecimiento de la tecnología digital, es el *flipped classroom* o clase invertida, donde los alumnos aprenden a través de video-tutoriales *online*, desde casa, y los deberes o tareas las realizan en el aula con el docente, quien los orienta de forma personalizada, interactuando con los estudiantes (Martínez-Salas, 2019). Para determinar el tipo de aprendizaje que se efectúa al usar las plataformas educativas, en esta investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje con prácticas educativas en educación a distancia, se toman como referentes a López (2008) y Kaplún (2005). Teniendo en cuenta los aportes de ambos autores, se caracterizan los siguientes modelos de aprendizaje para la educación a distancia:

1. Tradicional-transmisivo, en el que los alumnos son receptores pasivos de la información. Lo que preocupa es el producto, sin tener en cuenta el proceso formativo. Se transmiten los contenidos distribuidos de forma lineal, asumiendo que el alumno aprende por recepción, asimilación y reproducción.
2. Modelo de transición. La importancia está en los intereses de los estudiantes y en los procedimientos frente a los contenidos. El rol del profesor evoluciona, es orientador y dinamizador de las experiencias de la clase. La transmisión del conocimiento no es solo función del docente sino también de los integrantes del curso. En este modelo, las TIC sirven a los estudiantes como herramienta de trabajo e interacción con los demás integrantes para proporcionar conocimientos y desarrollar habilidades.
3. Modelo integrador. Incluye diferentes perspectivas actuales y vigentes, como la constructivista e investigadora. Este enfoque acentúa la importancia de la adquisición de competencias específicas de naturaleza cognitiva, metacognitiva y social. Los procesos de enseñanza y aprendizaje son abiertos y se enfocan en la adquisición de conocimientos

por parte de los alumnos en la búsqueda de soluciones a problemáticas planteadas en clase. La actividad del estudiante es buscar, recuperar y construir la información.

## **Plataformas educativas**

En la actualidad, los espacios virtuales muestran estructuras organizadas para su desempeño en el proceso de formación de la persona. Sin embargo, la mayor parte de estos programas académicos están predisuestos con foros como una actividad de aprendizaje en entornos de educación a distancia, pero con carencia de encuadre procedimental. Las experiencias de aprendizaje virtuales generan en los estudiantes desafíos, al resolver problemas con investigación científica, analizando datos y sintetizando alternativas con una reflexión crítica y creando y desarrollando propuestas innovadoras (Pérez, 2015).

Una plataforma educativa virtual se puede definir, partiendo de la visión de la informática, como un programa que contiene varios tipos de herramientas digitales destinadas al uso de los docentes. Una de sus principales funciones es generar la creación de entornos virtuales para la formación y capacitación a través de Internet, sin que se requiera saber programar.

Toda plataforma actual de educación permite llevar a cabo diversas tareas, como la organización de actividades académicas, el desarrollo de contenidos de aprendizaje para un taller o curso online, además de permitir la flexibilidad en la gestión de matrículas para estudiantes en cada nuevo ciclo o período académico. También permiten dar seguimiento a las tareas de los estudiantes durante el curso, responder a cualquier duda respecto a notas y, además, crear espacios donde interactúen los grupos de estudiantes y profesores con fluida comunicación, todo ello con la finalidad de poder evaluar el progreso del aprendizaje del alumnado (Chávez y Martínez, 2018).

Las plataformas digitales también son utilizadas para gestionar ampliamente las capacitaciones y cursos de formación para la educación a distancia, o también para complementar la enseñanza presencial. Otro ámbito en el que se usan es en la creación de espacios donde discutir y trabajar con los grupos de investigación, o en la creación de las llamadas comunidades virtuales, que forman redes de enseñanza y aprendizaje donde se abordan temas de interés para los involucrados.

## **La metodología didáctica**

Identifica todas las estrategias, acciones y procedimientos que han sido organizados y planificados de manera cuidadosa y consciente por los maestros con el fin de hacer posible el aprendizaje y alcanzar las metas educativas (Jiménez, 2019).

La evolución del enfoque didáctico en el currículo de tecnología permite dictar el método que usarán los docentes en el aula y hacer uso de diversas estrategias para enriquecer su aprendizaje. Los estudiantes están dentro y fuera del aula. Profesores con experiencia recomiendan un método de enseñanza que sea flexible, abierto a la innovación y capaz de responder a una variedad de situaciones en el aula y a las diferentes necesidades de los estudiantes, es decir, que permita suficiente margen para adaptarse a los cursos y tener éxito académico.

## **Diseño curricular**

Puede definirse como el conjunto de planes de estudio, programas e instrumentación didáctica del proceso de formación que las instituciones educativas deben establecer con periodicidad para actualizar y ofrecer un amplio programa educativo. Por lo tanto, es el documento que explica la organización, el funcionamiento y la evaluación total del programa formativo ofertado o plan de estudios (Bernal et al., 2019, p. 12). Es necesario realizar un enfoque integrador en el currículo, desde el diseño hasta el proceso, además de aplicar estrategias de enseñanza enfocadas en el estudiante, lo que permite mayor calidad de aprendizaje. Esto, a su vez, promueve la solidez, flexibilidad y el carácter científico de los futuros profesionales al solucionar nuevas problemáticas (González García et al., 2019).

La correcta formulación del plan curricular sirve como herramienta estructural para el proceso de aprendizaje pedagógico en las instituciones educativas. Es necesario priorizar la gestión y aplicación de los procesos educativos, si se entienden como métodos, estrategias y técnicas de enseñanza. Además, se enfatiza la necesidad de mejorar la calidad de la enseñanza en los sistemas institucionales, a través de la práctica de la docencia con recursos modernos y basados en la gestión, el logro de objetivos y los contenidos en el aula.

## **Aprendizaje inclusivo**

Según Escribano y Martínez (2013):

La inclusión pretende transformar la educación, ya que potencia el proceso de incidir en una sociedad única en la que cada persona tiene un lugar que moldear día a día con las distintas aportaciones de sus miembros. Motiva a una persona a mejorar, dominar sus fortalezas y superar sus debilidades. (p.16)

El aprendizaje inclusivo es un modelo educativo que responde a las necesidades del alumnado de todas las edades, con especial atención a las situaciones en las que puede existir riesgo de exclusión social. Esto no hace referencia solo a prestar atención a personas con discapacidad, sino a todos los estudiantes sin ninguna distinción por condición social, raza, cultura o religión, entre otros aspectos que generalmente provocan discriminación. Es importante generar espacios y entornos educacionales inclusivos, respetando, entendiendo y protegiendo la diversidad, facilitando y democratizando los ambientes y las oportunidades de aprendizaje para todos (González-Montesino y Espada, 2020). En las diferencias entre el enfoque tradicional en la educación y la educación inclusiva, se encuentran las siguientes:

- El método tradicional para diagnosticar a cada estudiante es identificar una clase y abordar las deficiencias existentes. Por otro lado, la educación integral solo analiza las características de cada alumno para determinar la necesidad de atención.
- El enfoque tradicional está centrado en el estudiante, mientras que el enfoque inclusivo está concentrado en el aula.

En definitiva, se concluye que en una educación integral no se utilizan programas especiales para un número de alumnos, sino que se satisfacen las necesidades de cada

alumno en una misma clase.

**Tabla 1.** Comparativo de plataforma, nivel de dominio, tiempo de uso y media de evaluación

<b>Plataforma</b>	<b>Nivel de dominio</b>	<b>Tiempo de uso</b>	<b>Media de evaluación</b>
CANVAS	3.28	3.08	4.49
CHAMILO	3.28	3.28	4.04
E-DUCATIVA	3.14	2.79	4.35
GOOGLE CLASSROOMS	2.93	1.51	4.01
MICROSOFT TEAMS	2.76	1.43	3.94
MOODLE	3.30	3.28	4.3
SCHOOLGY	3.07	3.57	4.43

**Fuente.** (Educativa.com, 2021)

**Nota:** Se observa los comparativos de las plataformas digitales en dominio, tiempo de uso y la media de evaluación por parte de sus usuarios.

El uso de plataformas educativas tiene dos dimensiones: características e impacto. La dimensión característica incluye los indicadores: distribuir material, actividades individuales, evaluación, foros de discusión, gestionar comunicación, actividades colaborativas, generar informes y seguimiento del proceso de aprendizaje. La dimensión impacto tiene los indicadores: planeación de clase, logro de objetivos, distribución de tiempo, gestión de la materia, clima del aula, participación, evaluación y aprendizaje de los alumnos.

## Hipótesis

Si se usan correctamente las plataformas educativas aplicando innovación y creatividad en el proceso de aprendizaje, mejorará la recepción y rendimiento académico de los estudiantes. En esta investigación, se trató de comprobar la siguiente hipótesis: “El uso de las plataformas educativas provoca un impacto positivo en la práctica pedagógica en Instituciones de Educación Superior”. El efecto de la educación virtual se debe al uso de las nuevas tecnologías para desarrollar metodologías (doctrinas) alternativas para el aprendizaje de estudiantes pertenecientes a poblaciones específicas, limitadas por la ubicación geográfica, la gestión, la calidad del aprendizaje y el tiempo disponible. Su principal ventaja es que los profesores y alumnos no interfieren en el mismo espacio físico ni al mismo tiempo, es decir, todo el proceso de enseñanza y aprendizaje se realiza a través de un ordenador conectado a Internet (asíncrono).

## Métodos

### Diseño de la investigación

El enfoque del estudio fue cuantitativo, ya que aplica variables numéricas para la captación y análisis de los resultados, aplicando la encuesta como técnica de obtención de datos, con preguntas cerradas y de opción múltiple. Además, la investigación fue exploratoria; se aplicó el método científico empírico y el método de investigación descriptivo, además del método inductivo y deductivo, con los que se busca llegar a una conclusión partiendo de algo particular y viceversa, de lo particular a lo general. La muestra es no probabilística, se aplicó el muestreo por conveniencia, el cual permite al investigador seleccionar los casos accesibles que acepten ser incluidos, lo que es fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (Otzen y Manterola, 2017). Se presenta la información en tablas y figuras elaboradas en Excel para su mejor análisis.

### Muestra

Se analizó una muestra mediante encuestas a 22 estudiantes de educación básica, para examinar el uso y conocimiento que poseen de las plataformas educativas.

## Resultados y Discusión

### Recopilación de datos y análisis

Pregunta 1.- ¿Se aplica alguna plataforma educativa como herramienta para mejorar el aprendizaje en su institución académica?

**Tabla 2.** Resultados pregunta 1

Alternativas	Frecuencia	Resultado
Si	19	86.36%
No	3	13.64%
Total	22	100%

**Fuente.** Elaborado por los autores considerando los resultados de la respuesta a la encuesta



**Figura 1.** Aplica la plataforma educativa para el aprendizaje

**Fuente.** Elaborado por los autores considerando los resultados de la respuesta a la encuesta.

En la Figura 2 se puede observar que el 86% de los encuestados mencionan que en las instituciones en que laboran y asisten existe una plataforma digital mediante la cual pueden ampliar sus aprendizajes, mientras que el 16% de los encuestados no conoce de ninguna plataforma que sirva como medio de aprendizaje.

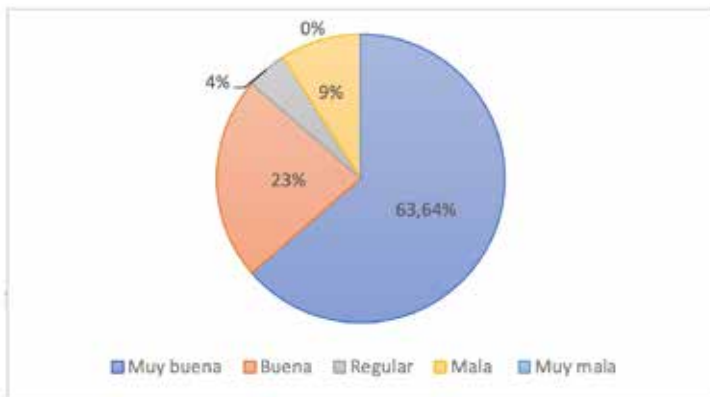
Pregunta 2.- Según su experiencia con su plataforma educativa, califique su nivel de satisfacción.

**Tabla 3.** Resultados pregunta 2

Alternativas	Frecuencia	Resultado
Muy buena	14	63.64%
Buena	5	23%
Regular	1	04%
Mala	2	09%
Muy mala	0	0%
Total	22	100%

**Fuente.** Elaborado por los autores considerando los resultados de la respuesta a la encuesta

**Figura 2.** Nivel de satisfacción de plataforma educativa



**Fuente.** Elaborado por los autores considerando los resultados de la respuesta a la encuesta.

En esta pregunta de la encuesta, se puede observar que la experiencia que tuvo el 63.64% fue “muy buena”, lo que denota que dicha plataforma implementada dentro de esta institución ha sido eficaz en el desempeño tanto de los profesores como de los estudiantes.

Pregunta 3.- ¿Cree usted que la implementación de plataformas educativas en instituciones educativas es realmente importante para la educación?

**Tabla 4.** Resultados pregunta 3

Alternativas	Frecuencia	Resultado
Sí	17	77%
No	5	23%
Total	22	100%

**Fuente.** Elaborado por los autores considerando los resultados de la respuesta a la encuesta

**Figura 3.** Importancia de plataformas educativas en la educación



**Fuente.** Elaborado por los autores considerando los resultados de la respuesta a la encuesta.

Otra de las preguntas de la encuesta abordó la importancia que tiene esta plataforma dentro de la educación de los estudiantes, la cual arrojó como resultado un porcentaje del 77% a favor de que la institución implemente este tipo de plataformas para que los estudiantes tengan un mejor aprendizaje.

Pregunta 4.- ¿Cambiaría las plataformas educativas como herramienta por alguna otra herramienta educativa diferente?

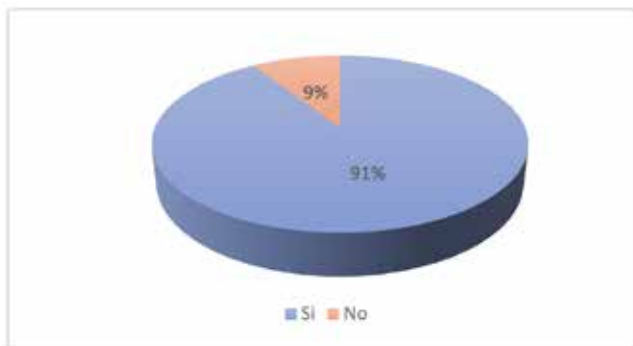
**Tabla 5.** Resultados pregunta 4

Alternativas	Frecuencia	Resultado
Sí	20	91%
No	2	09%
Total	22	100%

**Fuente.** Elaborado por los autores considerando los resultados de la respuesta a la encuesta



**Figura 4.** Cambiaría la plataforma educativa por una con mayor innovación



**Fuente.** Elaborado por los autores considerando los resultados de la respuesta a la encuesta.

El resultado a esta pregunta fue afirmativa en un 91%, lo que denota que tantos los estudiantes como los profesores están de acuerdo en que la institución cambie e innove en las herramientas educativas para dar una mejor calidad de educación a sus estudiantes.

El impacto de la tecnología es más amplio cada día, con ello, existen varias herramientas digitales que ayudan a que la educación progrese. Para validar el impacto que tienen estas herramientas dentro de la sociedad, se procedió hacer una encuesta con cuatro preguntas clave que ayudan a saber el punto de vista de la audiencia que utiliza estas plataformas educativas para el aprendizaje.

La primera pregunta de la encuesta se refiere a si la institución educativa aplica alguna plataforma virtual para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, a lo que la mayoría de los encuestados, un 86.36%, respondieron afirmativamente. Sus instituciones educativas aplican por lo menos una plataforma digital para que los estudiantes puedan adquirir conocimientos. Sabiendo que la mayoría de los encuestados utilizan por lo menos una plataforma digital para adquirir aprendizaje, la segunda pregunta trata de calificar la plataforma que les sirve de soporte para estudiar. El dato más alto en esta pregunta es un 63.64% de la opción “muy buena”. Esto quiere decir que la plataforma es manejable para los estudiantes y que estos pueden acceder al conocimiento programado. Sin embargo, también existe un grado de inconformidad con la plataforma para el 9.09% del grupo entrevistado. Aunque no es un valor elevado, evidencia que existe un problema y que se debe mejorar.

La tercera pregunta ayuda a saber si la comunidad estudiantil y quienes trabajan en este medio educativo creen que una plataforma virtual aporta al aprendizaje hoy en día. Con un 77.27%, la comunidad del aprendizaje cree que una plataforma virtual ayuda en el proceso de estudio del alumnado. No obstante, un 22.73% considera que estas herramientas digitales no ayudan a tener un buen aprendizaje, por lo que se debe evaluar más a fondo qué elementos faltan para que sean efectivas y promuevan un aprendizaje pleno.

La última pregunta hace alusión a si cambiarían la plataforma que usan para su aprendizaje por otra herramienta diferente. La respuesta con más votos fue el “sí”, con un 90.91%. Esto evidencia que la comunidad estudiantil no está conforme con que se

usen plataformas digitales para el aprendizaje y que desean otra herramienta que dé un mejor soporte para aprender.

En la actualidad, los modelos didácticos han fortalecido el aprendizaje colaborativo, en el que se descentraliza la tarea del docente y los estudiantes se convierten en los actores principales del aula, facilitando la construcción de conocimiento, la interacción y la valoración del aprendizaje (Barrera y Guapi, 2018). En conclusión, se puede evidenciar que las plataformas virtuales ayudan a un buen aprendizaje para los estudiantes. En los resultados de la encuesta, se produce una discrepancia entre la pregunta tres y cuatro, que indica que la plataforma tiene importancia, es decir, sí da resultados en el aprendizaje, pero desean cambiarla por otra herramienta. Esto hace pensar que se debe hacer un estudio más profundo con el que se pueda conocer qué se requiere para que una plataforma educativa sea ideal y aporte al alumnado, conociendo así sus necesidades. No hay que olvidar que estos entornos digitales educativos pueden ser mejorados para que tengan un mayor grado de efectividad.

Hoy, toda plataforma de educación virtual cuenta con diversos elementos o variables que permiten verificar y valorar si el aprendizaje desarrollado ha sido exitoso. La educación virtual se considera una estrategia de alto impacto, especialmente porque mejora la cobertura, calidad y pertinencia educativa en todos los niveles y en cualquier tipo de formación, al tener características multimediales e interactivas (Crisol et al., 2020). Considerando esto, cualquier **plataforma educativa digital tiene que facilitar al estudiante las herramientas de valoración y autoevaluación para que mida su avance** (materiales interactivos, test, casos enfocados a un contexto, entre otras). Con el uso de la autoevaluación, el estudiante puede tomar **conciencia de su crecimiento y de la evolución de su aprendizaje**, de su nivel de conocimientos y de los aspectos que debe mejorar. Por otro lado, el docente puede identificar los aspectos y **áreas donde se debe dar atención al refuerzo del estudiantado**, desarrollando ejemplos, tareas, ejercicios y, en general, un contenido enfocado en mejorar el proceso y resultados de aprendizaje del alumno. En este aspecto, la autoevaluación se presenta como un ejercicio de total **responsabilidad por parte del estudiante**, una forma efectiva que garantiza la mejora consciente del aprendizaje. Asimismo, las plataformas educativas proporcionan una serie de **recursos metodológicos de aprendizaje que el profesor controla para medir el seguimiento del alumno**. Por tanto, son elementos que mantienen el **compromiso del estudiante durante el período de aprendizaje y**, al mismo tiempo, disminuyen el nivel de percepción de la presión, ya que la medición del aprendizaje es amplio y no limitado a ciertos controles o a una evaluación de la cual depende el promedio total de la calificación.

## Conclusiones

En conclusión, el desarrollo y uso de las plataformas virtuales necesita de una buena estrategia pedagógica para los estudiantes, así como emplear una experiencia de aprendizaje significativa que genere nuevos conocimientos.

Por lo tanto, la participación activa de los estudiantes en la plataforma es un punto esencial. Esta herramienta brinda un valor muy importante a la clase y, además, promueve que los estudiantes tengan un mayor compromiso, organización y disciplina, lo que da orientación al proceso educativo. Así, el estudiante tendrá un aprendizaje centrado en la clase y todos participarán.

Se concluye que la interacción de la modalidad presencial no es el único medio por el que se puede garantizar un aprendizaje efectivo; la tecnología, con el paso del tiempo, se convierte en una plataforma indispensable en las instituciones, ya que ayuda a los estudiantes a aprender de una forma didáctica, por medio de debates entre compañeros, intercambios de ideas, páginas web o presentaciones.

Se puede concluir que el desarrollo de estrategias para el aprendizaje virtual es una experiencia que permite una participación activa en el ámbito profesional y que impulsa la mejora de distintas habilidades, como la organización, el liderazgo o la disciplina. Esto es posible gracias a los docentes, los estudiantes y las distintas plataformas que permiten la interacción continua para, desde el hogar, poder acceder a una amplia variedad de recursos de aprendizaje.

En la actualidad, el uso de las plataformas virtuales se ha vuelto un tema de gran interés y acogida, debido a la nueva modalidad a la que se tuvo que adaptar la enseñanza. Por ello, estas plataformas juegan un papel fundamental en la vida de los estudiantes: les facilitan el nivel de aprendizaje —ya que pueden acceder a sus aulas y recibir sus materias de una manera más accesible— y, a su vez, ciertas plataformas también permiten revisar las grabaciones para que, de esta forma, tengan una mejor retroalimentación de los contenidos. Está claro que este tipo de educación tiene sus desventajas; en el hogar existen muchas más distracciones que no permiten adquirir los conocimientos de la mejor manera y es ahí cuando se genera el desinterés en los estudiantes para seguir avanzando en su carrera profesional.

Es una muy buena iniciativa implementar herramientas virtuales en el modelo curricular, debido a que, efectivamente, es un avance en el modelo de aprendizaje, el cual había presentado muy poca evolución; sin embargo, hay que diseñar un proceso de implementación de estas herramientas con el fin de que funcionen para el estudiante, funcionen para el maestro y funcionen durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

## Referencias


- Barrera Rea, V. y Guapi Mullo, A. (2018). La importancia del uso de las plataformas virtuales en la educación superior. *Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo*. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/07/plataformas-virtuales-educacion.html>
- Bernal, A., Cevallos, J., Guerrero, J. L., Cedeño, G., Goyes, A. y Peñafiel, R. (Mayo-Junio de 2019). *El diseño curricular y la didáctica, ejes fundamentales en la educación superior contemporánea* (Vol. 5). Alicante: Editorial Area de Innovación y Desarrollo S.L. [https://books.google.com.ec/books?id=xFSkDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=el+dise%C3%B1o+curricular+es&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=el%20dise%C3%B1o%20curricular%20es&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=xFSkDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=el+dise%C3%B1o+curricular+es&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=el%20dise%C3%B1o%20curricular%20es&f=false)
- Chávez Ruíz, Y. y Martínez Rizo, F. (2018). Evaluar para aprender: hacer más compleja la tarea a los alumnos. *Educación matemática*, 30(3), 211-246. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v30n3/1665-5826-ed-30-03-211.pdf>


- Crisol Moya, E., Herrera Nieves, L. B. y Montes Soldado, R. (2020). Educación virtual para todos : una revisión sistemática. *Education in the knowledge society*, 21(15), 1-13. <https://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/eks20202115/22477>
- Educativa.com. (2021). <https://www.educativa.com>. <https://www.educativa.com/blog-articulos/cuales-son-las-plataformas-de-aprendizaje-virtual-mas-utilizadas-2/>
- Escribano, A. y Martínez, A. (2013). *Inclusión educativa y profesorado educativo*. Madrid: NARCEA.
- González García, T. R., Díaz Pérez, K. B., Cabrera Díaz de Arce, I., Ballester, W., t Banderera Sosa, L. y Cisneros Domínguez, G. (2019). Diseño curricular, una mirada desde la educación médica. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 10(1), 1-11. <http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/1397/951>
- González-Montesino, R. y Espada, R. (2020). Espacios universitarios de aprendizaje inclusivos, bilingües y multimodales: el caso del alumnado sordo signante. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 13(25), 70-83. <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/1519>
- Guerrero-Jarvio, F. D. y Castillo-Aguilar, R. (2020). La satisfacción profesional del profesorado de educación preescolar. *Eduscientia. Divulgación De La Ciencia Educativa*, 3(6), 26-45. <http://www.eduscientia.com/index.php/journal/article/download/73/55>
- Jiménez, M. (2019). *Programar al revés: El diseño curricular desde los aprendizajes*. Madrid : NARCEA S.A.
- Kaplún, G. (2005). *Aprender y enseñar en tiempos de Internet. Formación profesional a distancia y nuevas tecnologías*. Montevideo: CINTERFOR/OIT. <https://files.sld.cu/bmn/files/2014/07/aprender-y-ensenar-en-tiempos-de-internet.pdf>
- López Meneses, E. (2008). *Análisis de los modelos didácticos y estrategias de enseñanza en Teleformación: Diseño y experimentación de un instrumento de evaluación de las estrategias de enseñanza de cursos telemáticos de formación universitaria*. Sevilla: Tesis Doctoral. <https://archive.org/details/bibliotecauniversitariadesevilla>
- Martínez-Salas, M. (2019). El modelo pedagógico de clase invertida para mejorar el aprendizaje del idioma inglés. *Investigación Valdizana*, 13(4), 204-213. <http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/486>
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Pérez, J. (2015). *Plataformas educativas digitales en el proceso de aprendizaje universitario* (Primera ed.). Cochabamba: FC y T.
- Sánchez Sánchez, G. y Jara Amigo, X. (2018). Habilidades profesionales asociadas a la docencia. Fijando posiciones de profesores en formación. *Sophia Austral*(22), 247-269. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-56052018000200247&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-56052018000200247&script=sci_arttext)


Vera, F. (2021). Impacto de las plataformas de videoconferencia en la educación superior en tiempos de COVID-19. *Revista Electrónica Transformar*, 2(1), 41-57. <https://revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/8>

# Redes Sociales Académicas: Researchgate y Academia.edu en la Universidad Pública de la Región Sur de Ecuador

Henríquez Mendoza Eduardo Fabio  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador  
Autor para correspondencia: eduardo.henriquez@unl.edu.ec

Henríquez Mendoza Eduardo Fabio   
Universidad Nacional de Loja  
eduardo.henriquez@unl.edu.ec

Jaramillo Campoverde Alex Rene   
Universidad Nacional de Loja  
alex.r.jaramillo@unl.edu.ec

Maldonado González Marlon Alexander   
Universidad Nacional de Loja  
marlon.maldonado@unl.edu.ec

## Resumen

Este estudio analiza el uso de las redes sociales académicas ResearchGate y Academia.edu por parte de los profesores de la universidad pública de la Región Sur de Ecuador. Metodológicamente, se partió de un enfoque mixto utilizando una matriz de observación seleccionando las seis facultades de la Universidad Nacional de Loja donde se registró si contaban con redes sociales académicas, el número de publicaciones que compartían propias y ajenas, así como el número de citas. Además, se realizó una encuesta, a partir de una muestra de 70 docentes para determinar su interés de pertenecer a las redes sociales académicas. En los resultados se evidencia que el índice de participación docente en redes sociales académicas es no representativo y la frecuencia de publicación es incipiente. En este contexto, los resultados de las encuestas arrojan un alto interés por parte de los docentes en pertenecer a las mismas. Además, se identificaron cómo las gratificaciones motivan a los docentes a utilizar las redes sociales académicas. Encontrando en ellas los cinco indicadores de las necesidades de cognición, afección, colectivas, de confianza y escapistas, para demostrar las preferencias de los académicos.

**Palabras clave:** Docentes, investigación, redes sociales académicas, universidad pública.

## Introducción

Las redes sociales Academia.edu y ResearchGate son plataformas que han permitido a los investigadores crear un perfil que permita, a otros usuarios, conocer un poco de las temáticas e intereses investigativos de los académicos para poder contactarlos e interactuar. Por ende, su uso se centra en difundir trabajos en proceso, artículos publicados, ensayos, preguntas, resúmenes y temáticas en las cuales se pueden profundizar.

Otro uso, que posibilitan estas redes, es tener acceso a información de temas actuales de forma abierta y horizontal, más no jerárquica. También, se puede obtener unas métricas de lecturas, descargas, índices, seguidores y demanda de la interacción del tema tratado en los artículos (Míguez al et., 2017; Pieterse et al., 2016).

Este estudio analiza el uso de las redes sociales académicas ResearchGate y Academia.edu por parte de los profesores de la universidad pública de la Región Sur de Ecuador. Metodológicamente, se partió de un enfoque mixto utilizando una matriz de observación seleccionando las seis facultades de la Universidad Nacional de Loja donde se registró si contaban con redes sociales académicas, el número de publicaciones que compartían propias y ajenas, así como el número de citas. Además, se realizó una encuesta, a partir de una muestra de 70 docentes, para determinar su interés de pertenecer a las redes sociales académicas. En los resultados se evidencia, que el índice de participación docente en redes sociales académicas es no representativo y la frecuencia de publicación es incipiente. En este contexto, los resultados de las encuestas arrojan un alto interés por parte de los docentes en pertenecer a las mismas.

La investigación tiene presente, las numerosas, diferentes y múltiples posibilidades que se encuentran en cada publicación en línea. Esto, teniendo en cuenta que existen diversos sitios académicos que albergan plataformas, para la publicación de revistas científicas, blogs, páginas web y sitios personales de otras redes como lo son Facebook, LinkedIn, Scopus, entre otras, que permiten difundir la ciencia (Míguez al et., 2017; Pieterse et al., 2016).

## Revisión teórica

El aislamiento provocado por la COVID19 obligó la migración de muchos docentes a habitar en la web 2.0. La necesidad de los profesores universitarios, de ser visibles académicamente, en el mundo online, los forzó a capacitarse y especializarse mediante múltiples talleres, cursos, seminarios online. En este escenario toman fuerza nuevamente

las redes sociales académicas y los webinar, como herramientas de difusión para llegar a una audiencia aún más grande, con conferencias dictadas online de manera sincrónica en la web (Area et al., 2014; Sánchez, 2020).

Es por ello que, los docentes comenzaron a registrarse en los sitios de redes sociales académicas para comenzar a difundir sus investigaciones. Estas redes académicas, como Academia.edu y ResearchGate, se han desarrollado, brindando facilidades de promoción y posicionamiento a diversos profesionales. Porque son una red que conecta a investigadores en todo el mundo. Por ello, las redes en mención, presentan una combinación de elementos que potencian las posibilidades de visualidad y conocimiento de la investigación docente realizada en sus instituciones (Nessi, & González, 2021; Ovidia, 2014; Pieterse et al., 2016).

Las plataformas de las redes sociales académicas presentan bondades que se adaptan a las necesidades de cada usuario. Bien sea los perfiles son construidos bajo lineamientos específicos de interactividad que cumplen las necesidades académicas como sitio de carga de PDF, vinculación de perfiles afines, etiquetado, seguimiento de citas, seguidores y métricas de impacto (Campos-Freire et al., 2016; Fernández-Ramos, & Barrionuevo, 2022; Jordán, 2015; Yan et al., 2021).

Academic.edu, como red social gratuita desde el 2008, posee 18 millones de usuarios y está en aumento. Su fundador, el filósofo británico Richard Price, crea este sitio de acceso abierto con el objetivo de conectar científicos para que de manera libre puedan compartir sus investigaciones (Academic.edu, 2022; Lawal, 2017).

ResearchGate fue creada en Alemania en el año 2008. Sus fundadores son los médicos Dr. Ijad Madisch y Dr. Sören Hofmayer, y el científico informático Horst Fickenscher. Actualmente, la plataforma ResearchGate posee más de 17 millones de miembros, este dato extraído de la misma plataforma, argumenta que también cuenta con 79 científicos con premios Nobel (ResearchGate, 2022; Lawal, 2017).

Estas plataformas virtuales han posibilitado la comunicación, facilitando la interacción, la conexión de manera ágil, rápida y fácil. Es aquí, donde las oportunidades para colaborar en procesos de investigación, se hacen sin la necesidad de encontrarse físicamente. Por ello, la concepción de estos medios de conexión ha ampliado la perspectiva del docente investigado de modo importante. Ya que, la unión entre investigadores, ha roto distancias físicas, uniendo desde los intereses de personas de diferentes lenguas, culturas y creencias (Gómez-Castaño, 2020; Carreño-Corchete, 2017).



## Revistas científicas vs. Academic.edu y ResearchGate

Las dinámicas de difusión en revistas científicas arbitradas, se encuentran limitadas por los condicionamientos, cada vez más exigentes, de sus editoriales. Los medios de difusión académica, representados por las revistas impresas o en línea, son accesibles para una élite reducida que puede publicar bajo la financiación y representación de la filiación institucional. Entre tanto, muchos investigadores académicos quedan rechazados por no cumplir estos altos estándares de exigencia y pago.

Sumado a esto, se presentan los tiempos de respuesta, que impide enviar a otras revistas y de espera de publicación, si es aceptado. Ante estas circunstancias, las redes sociales académicas han desafiado el modelo de las revistas científicas arbitradas, posibilitando a los investigadores poder publicar sus comunicaciones de forma gratuita e instantánea. Además, las plataformas cuentan con identificadores de alerta mediante el reconocimiento de los nombres de los usuarios, esto permite ir agregando y enriqueciendo el perfil. El desafío hacia la revista, también se encuentra en la posibilidad del docente investigador en hacer preguntas, acción que fomenta la interacción y el crecimiento del conocimiento entre los usuarios (Borrego, 2017; Thelwall & Kousha, 2014).

Características que diferencian a las revistas científicas de Academic.edu y ResearchGate y atraen a los investigadores:

**Tabla 1:** Características diferenciales

ítem	Redes sociales académicas	Revistas científicas
a	Gestión en línea del autor	Gestión editorial
b	Transmisión instantánea de estudios	Difusión lenta de estudios
c	Interacción colaborativa	No hay interacción
d	Compilación y organización de información del autor	En menor medida
e	Métricas e índice de impacto	Métricas e índice de impacto

**Fuente:** Revistas científicas, Academic.edu y ResearchGate.

Descriptores de la tabla 1.

- Los autores pueden en la red social gestionar el uso profesional, argumentos y capacidades. Entre tanto, en la revista están limitados a la gestión y difusión de sus artículos. El interés del autor es promocionar su

línea de investigación entre más lecturas e interacción mayor alcance y reconocimiento profesional.

- Los autores cuelgan sus artículos a la espera de ser leídos y citados. Bien sea, la transmisión es instantánea. Mientras en las revistas se da de manera lenta y aislada.
- Los autores pueden interactuar y colaborar de manera online con otros investigadores. Mientras en las revistas esta acción poco existe.
- La compilación y organización de información del autor en las redes sociales, se presenta de manera amplia. Mientras en la revista es limitada.
- Métricas e índice de impacto se mide en términos del número graficados que facilitan el seguimiento de las citas. Está si se puede ver en una revista.

### **Teoría de usos y gratificaciones aplicado a las redes sociales académicas**

La gestión de la imagen personal de los académicos en las redes sociales, ha crecido en estos últimos años. Es por ello que, desde diversas investigaciones han abordado el estudio desde la teoría de los usos y gratificaciones postulados por Katz, Blumler y Gurevitch (1973). Esta teoría tiene como objeto entender, buscar, respuestas y esclarecer los interrogantes ¿Cuáles son los motivos por los cuales las personas exponen sus perfiles en los medios de comunicación? ¿Cómo entienden las personas el rol activo en estos medios?

Estos interrogantes son despejados mediante cinco categorías que intentan esclarecer la necesidad de visualización que tienen las personas en estas redes. Estas categorías se nombran, aquí, para tratar de comprender desde las redes sociales académicas, como son:

- Las necesidades cognitivas: que se incorporan con mayor intensidad la utilización de la información para generar el conocimiento.
- Necesidades personales afectivas: Que se presentan en la vinculación, interacción y conformación de las redes sociales colaborativas.
- Necesidades sociales colectivas: Generar identidad grupal mediante la contribución al debate.
- Necesidades individuales de confianza: Reivindicación de la autopercepción y promoción personal.
- Necesidades escapistas: Construcción de nuevos espacios en la realidad virtual para fugarse de la isla real en la que vive (Tarullo, 2020; Katz, et al., 1973).

Desde estas categorías se identifican las características del consumo de información, participación e interacción así como la creación y difusión de los contenidos (Shao, 2009). Bien sea, la singularidad se centra en la centralidad y la interactividad social

donde se construyen y estrechan lazos de amistades nuevas y anteriores (Park, Kee & Valenzuela, 2009).

Por ello, las categorías hablan de la autopromoción que permite al investigador adquirir un nuevo estatus académico, escapar de sus islas, promocionarse y vincularse, todo esto vinculado a la gratificación del uso de las redes sociales (Quan-Haase & Young, 2010).

## **Objetivos**

- Analizar el uso de las redes sociales académicas ResearchGate y Academia.edu por parte de los profesores de la universidad pública de la Región Sur de Ecuador.
- Determinar el número de frecuencia de publicaciones por facultad de la Universidad Nacional de Loja en las redes sociales académicas ResearchGate y Academia.edu por parte de los profesores.
- Indagar en torno a las motivaciones de los docentes frente al uso de las redes sociales académicas para difundir sus investigaciones.

## **Métodos**

La presente investigación analiza el uso de las redes sociales académicas ResearchGate y Academia.edu por parte de los profesores de la universidad pública de la Región Sur de Ecuador. Por ende, se parte de un enfoque mixto utilizando una matriz de observación web donde se registró si contaban con redes sociales académicas, el número de publicaciones que comparte propias y ajenas, así como el número de citas. Además, se realizó una entrevista para determinar su interés de pertenecer a las redes sociales académicas. Los métodos cualitativos y cuantitativos ayudaron a la descripción, identificación, expansión, operacionalización y sistematización del uso de las redes sociales académicas por parte de los profesores (Moscoso, 2017).

Por ello, se empleó la expansión como una modalidad exploratoria. Esta modalidad permitió hacer una recolección de datos mediante la observación de una matriz en la web de las redes sociales académicas, validada por pares académicos del grupo de investigación.

El análisis mixto tiene como población a los docentes de la universidad pública de la Región Sur de Ecuador. Para los efectos pertinentes, se seleccionó, en nuestro caso, la Universidad Nacional de Loja. Por ello, se redactó un cuestionario compuesto por tres secciones como son: Docentes universitarios, delimitación demográfica, motivaciones del uso y características del uso de las redes académicas. Desde esas partes se construyó una matriz de observación web para identificar, registrar y sistematizar el dato de

usuarios identificando las cuentas en redes sociales académicas.

El período de estudio fue desde el año 2019 hasta el año 2021. La exploración permitió identificar un número de 1014 docentes de la universidad pública con publicaciones en ResearchGate y publicaciones en Academia.edu.

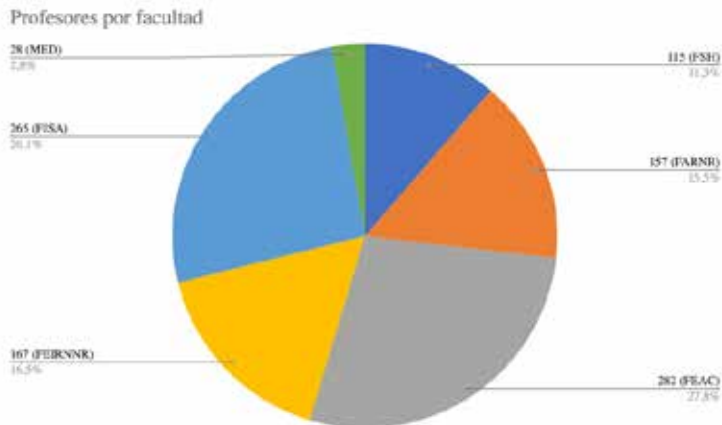
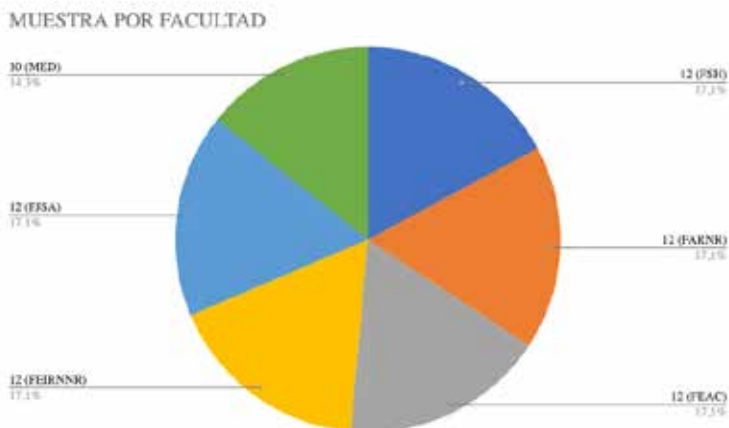


Figura 1. Número de profesores por facultad

Además, se realizó una encuesta a 70 docentes que indaga en torno a las bondades del uso de estos medios y sus facilidades de acceso, interacción con otros investigadores. Anotando su participación en investigaciones publicadas y su cuenta personal.



**Figura 2.** Muestra de profesores por facultad

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la Región Sur del Ecuador se ubica en el extremo meridional del territorio ecuatoriano. Esta región se encuentra compuesta en la región insular del Archipiélago de Jambelí, en “la zona litoral o baja de la provincia de El Oro, toda la provincia de Loja y la zona oriental o amazónica perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe” (2010).



**Imagen 1.** Ubicación geográfica

La Universidad Nacional de Loja fue fundada el 31 de diciembre de 1859, bajo el objeto de ser una organización de enseñanza preeminente, laica, autónoma, de derecho público, con personería jurídica y sin objetivos de lucro; de alta calidad académica y humanística. Su modalidad presencial y a distancia, promueve una educación científico técnica. Cuenta con seis facultades y treinta y seis carreras. Esta labor de formación estrechamente de interacción entre docentes, estudiantes, investigación y actividades culturales, piensa, acciona y se vincula al desarrollo de la ciudad, al desarrollo sostenible del territorio y de la nación. Su accionar aporta a resolver los inconvenientes del ámbito con calidad, pertinencia e igualdad (Mora & Mogrojevo, 2010; UNL, 2022).

Dentro de la encuesta, se emiten preguntas que buscan tratar de entender si las redes sociales académicas ayudan a mejorar la imagen docente. Se indaga al docente en torno a la difusión y su pertinencia respecto a la ampliación de las redes académicas de líneas de investigación y la interacción permite tener mayor acceso a investigaciones académicas de manera horizontal.

Finalmente, para comprobar si los docentes tienen impacto académico, recepción y repercusión en redes sociales, se parte de una revisión y constancia de publicación entre carreras y facultades de una universidad identificada como la Universidad Nacional de Loja.

## Resultados y discusión

A continuación, se muestran los hallazgos registrados en las redes sociales académicas de los docentes de la Universidad Nacional de Loja. Estos hallazgos, señalan, mediante gráficos, la distribución de la muestra por facultad, carrera y uso docente.

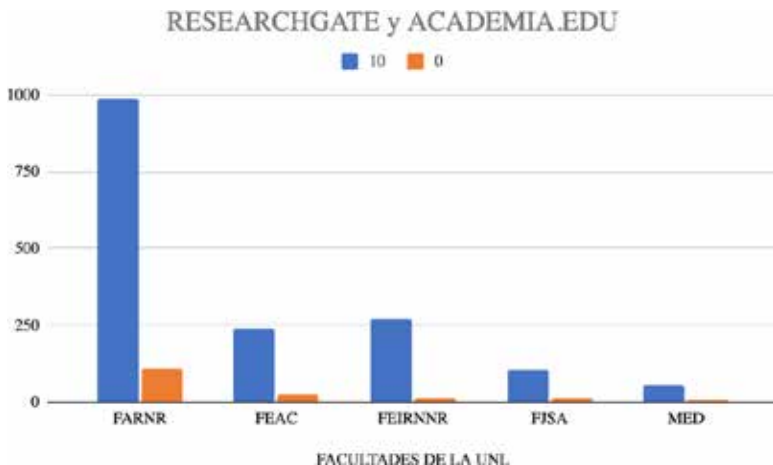
Primero, partimos de los resultados arrojados del registro y sistematización de la matriz de observación web a las dos redes sociales académicas. Estas, muestran dos hallazgos relevantes. La red social académica ResearchGate es en la que mayoritariamente utilizan los profesores de la UNL. Mientras que de manera poco frecuente la red Academia.Edu. Por ende, la difusión, posicionamiento e impacto se encuentra limitado. Además, también se detallan los hallazgos de las publicaciones por cada facultad de la universidad.

### Uso de ResearchGate y Academia.edu en las Facultades de la UNL

En la siguiente tabla se muestran el uso de ResearchGate y Academia.edu en las seis facultades de la Universidad Nacional de Loja que son: Facultad de la Salud Humana (FSH), Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables (FARNR), Facultad de la Educación el Arte y la Comunicación (FEAC), Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables (FEIRNNR), Facultad Jurídica, Social y Administrativa (FJSA), Unidad de Educación a Distancia (MED).

**Tabla 2.** Uso de ResearchGate y Academia.Edu en las Facultades de la UNL

FACULTADES DE LA UNL	RESEARCHGATE	ACADEMIA EDU
FSH	10	0
FARNR	986	111
FEAC	238	23
FEIRNNR	273	12
FJSA	103	9
MED	56	6
Suma total	1939	161



**Figura 3.** Uso de ResearchGate y Academia.Edu en las Facultades de la UNL

La figura 3 muestra la distribución de frecuencias en que los docentes de cada facultad han utilizado las redes sociales académicas en la UNL. El resultado evidencia que la mayoría de los profesores universitarios emplean ResearchGate con (1939) veces de uso de frecuencias de publicación, seguido de Academic.edu con un número menor de (161) de frecuencia de utilidad.

Los hallazgos de esta revisión demuestran, primero, que la utilización de las redes sociales académicas por parte de los docentes es incipiente. Segundo, la falta de capacitación en torno al manejo de la importancia de la difusión científica académica. Y, por último, la urgente necesidad del uso de las redes sociales académicas por parte de los académicos para el intercambio de conocimientos científicos, interacción y vinculación con otros grupos de investigación.

### **Publicaciones por facultad de la UNL en ResearchGate**

Los hallazgos revelan que los docentes de la UNL, han optado por difundir sus investigaciones en la red social académica ResearchGate de manera intermitente entre los años 2019 al 2021. Los registros de porcentualidad, que se observan en la siguiente tabla, evidencian el número de frecuencias de publicación, en cuanto a los perfiles de profesores e investigadores por facultad.

**Tabla 3.** Publicaciones por facultad de la UNL en ResearchGate

FACULTADES DE LA UNL	RESEARCHGATE	PORCENTAJE
FSH	207	20,47%
FARNR	135	13,35%
FEAC	274	27,10%
FEIRNNR	122	12,07%
FJSA	217	21,46%
MED	54	5,34%
<b>Suma total</b>	<b>1011</b>	<b>100,00%</b>

**Figura 4.** Publicaciones por facultad de la UNL en ResearchGate

### Publicaciones por facultad de la UNL en Academia.edu

Los hallazgos revelan que los docentes de la UNL, no han optado por difundir sus investigaciones en la red social académica Academia.edu. Existen pocos registros entre los años 2019 al 2021. Los registros, de porcentualidad, que se observan en la siguiente tabla, evidencian el número, de frecuencias de publicación, en cuanto a los perfiles de profesores e investigadores por facultad en esta red social académica.

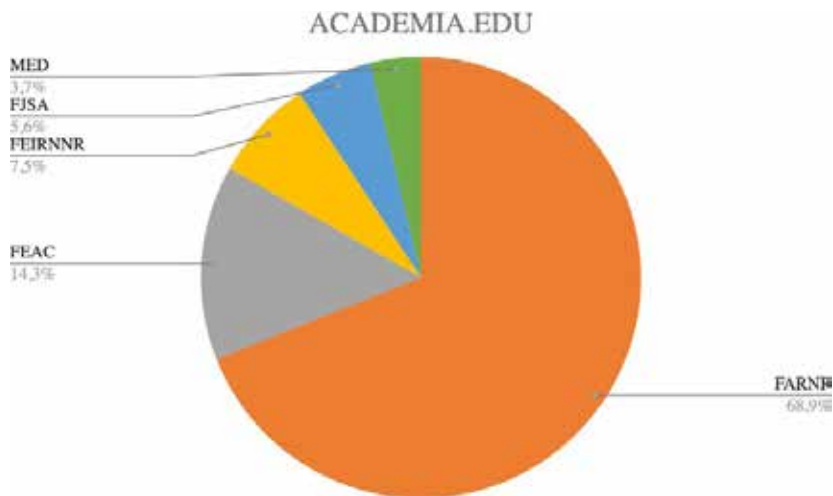
**Tabla 4.** Publicaciones por facultad de la UNL en Academia.edu.



FACULTADES DE LAUNL	ACADEMIA EDU	%ACADEMIA.EDU
FSH	0	0,0%
FARNR	111	68,9%
FEAC	23	14,3%
FEIRNNR	12	7,5%
FJSA	9	5,6%
MED	6	3,7%
<b>Suma total</b>	<b>161</b>	<b>100,00%</b>

La figura 4 muestra el uso de las publicaciones en ResearchGate, que clasifica el intercambio de conocimientos. El más alto, de la FEAC, con una puntuación total del (27,2 %), seguido por la FJSA con un (21,5%) y la FSH con un (20,5%) de publicaciones. Asimismo, se muestran los porcentajes más bajos, como son los de la FARNR con un (13,4 %), (12,1) de la FEIRNNR, y, por último, de la MED con el porcentaje más bajo de todos (5,4%). Resultados revelaron que las RSA se utilizan principalmente para obtener información de consumo.

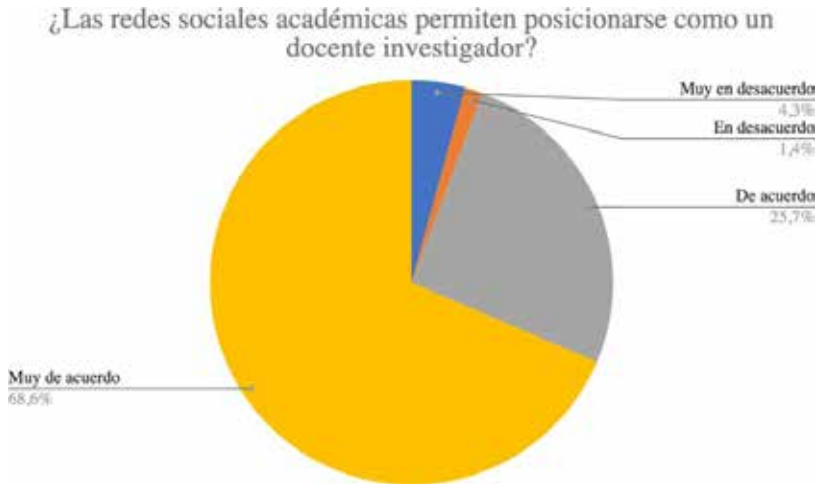
De manera similar a los hallazgos de este estudio, los investigadores también descubrieron que RSA eran usadas con un propósito más de cumplimiento exigido por las universidades, donde algunos académicos cursaron posgrados. Por tanto, no gestionaban sus redes por el interés de lograr una colaboración de investigación, de establecimiento de vínculos, de ampliar sus grupos de investigación o una transferencia de conocimiento efectiva. Su uso se centró en acceder a artículos científicos, presentar estudios académicos e intercambiar conocimientos.



**Figura 5.** Publicaciones por facultad de la UNL en Academia.edu

La figura 5 muestra el uso de las publicaciones en Academia.edu, que promueve el intercambio de investigaciones mediante las comunicaciones académicas. El porcentaje más alto lo presenta la FARNR, con un total de frecuencia del (68,9 %), seguido por la FEAC con un (14,3%) y la FEIRNNR con un (7,5%) de publicaciones. Asimismo, se muestran los porcentajes más bajos, como son los de la FJSA con un (5,5%), (3,7) de la MED y, por último, de la FSH con un porcentaje más bajo de todos (0%).

De manera similar a los hallazgos presentados en la gráfica ResearchGate se presentan los resultados de Academia.edu, donde los investigadores usan esta red social como un soporte de consulta y de compartir textos de otras autorías. No se observó una frecuencia permanente de publicación y sus perfiles están descuidados en cuanto falta de información.

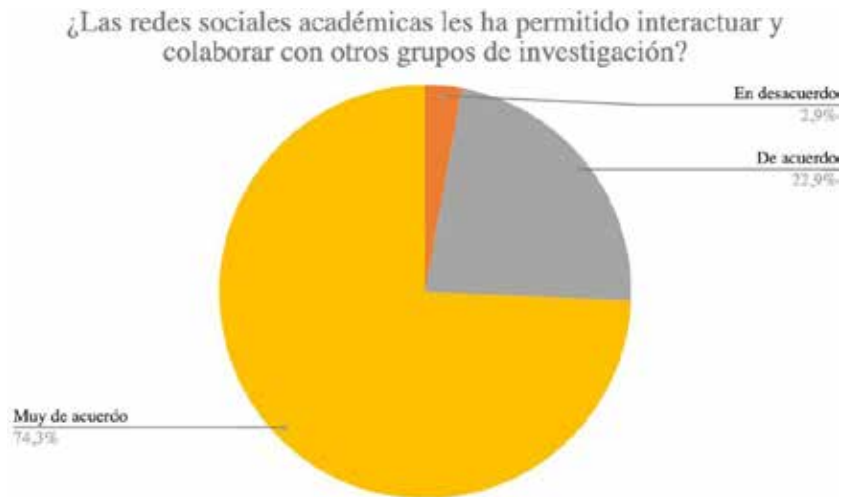


**Figura 6.** Posicionamiento

Al identificar en las respuestas las motivaciones significativas señaladas en torno al posicionamiento docente se pueden señalar las teorías de los usos y gratificaciones postulados por Katz, Blumler y Gurevitch (1973) (las necesidades cognitivas, necesidades personales afectivas, necesidades sociales colectivas, necesidades individuales de confianza y necesidades escapistas). Se encontró que los cinco indicadores muestran diferencias significativas en el interés de los docentes y los diversos tipos de gratificación.

La figura 6, revela que y, específicamente, que (68,6%) de los docentes se encuentra muy de acuerdo en que las redes sociales académicas le han permitido de alguna manera posicionarse con sus investigaciones. Mientras que el (25,7%) dice estar de acuerdo con esta premisa. Solo dos grupos están muy en desacuerdo con (4,3%) y en desacuerdo

(1,4%) dice no concordar con los indicadores de Katz, Blumler y Gurevitch. Bien sea, que las necesidades cognitivas son una gratificación significativamente más importante que la interacción con otros investigadores y la pertenencia a grupos de discusión e investigación.



**Figura 7.** Visibilidad e interacción

Como se puede observar en la figura 7, se encontró que la difusión de la investigación en redes académicas ha permitido a los docentes ser más visibles. Esta visibilidad, guarda relación entre la frecuencia de uso de estas redes y su nivel de interés del docente. Es decir, los académicos, con mayor frecuencia, utilizan la red y están muy de acuerdo (68,57%) de que sus perfiles han impactado su visibilidad. Asimismo, el 31,43% de los docentes se encuentra de acuerdo en esta variable de visibilidad. Es así que, se encuentra una relación entre la frecuencia de uso y cada uno de los tres tipos de usos y gratificaciones postulados por Katz, Blumler y Gurevitch como lo son: Consumo de información, Intercambio de información, Interacción.

¿La difusión de su investigación académica le ha permitido ser más visible e interactuar en las redes sociales académicas?

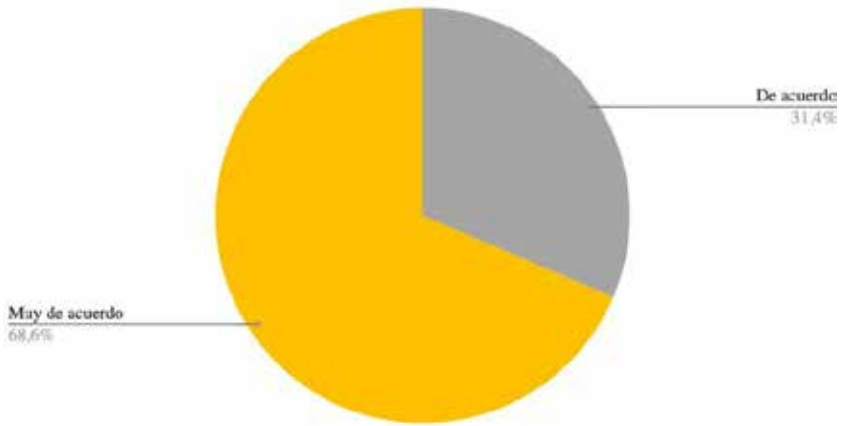


Figura 7. Colaboración

En la figura 7, encontramos que las redes sociales académicas satisfacen las necesidades escapistas y colaboran en la construcción de nuevos espacios en la realidad virtual para fugarse de la isla real en la que vive el académico. Así lo demuestran los hallazgos, con un (74,3%) de docentes que se encuentra muy de acuerdo con este indicador. Mientras el (22,9%) de los docentes se encuentra de acuerdo. Solo un (2,9%) de los docentes se encuentra en desacuerdo, de esta idea de interacción y colaboración online.

## Conclusiones

Esta indagación observa y busca, entender los usos de las redes sociales académicas por parte de los docentes de educación pública superior. Las herramientas que utilizan son los indicadores de las gratificaciones aplicados en las plataformas Academia.edu y ResearchGate. Por ello, identifican las motivaciones y consumos como punto de partida para analizar, desde la investigación mixta, la utilidad de estas redes sociales a los académicos.

Por ende, el estudio partió de los sitios de redes sociales académicas, que han ayudado significativamente a los docentes de la UNL. Se determina que las dos plataformas Academia.edu y ResearchGate han permitido una combinación de mecanismos de difusión que apoyan a las actividades de investigación, comunicación, consumo e interacción en el trabajo académico. Se identificó que los docentes de la UNL prefieren más ResearchGate que en otras plataformas. Además, a partir de los hallazgos, la investigación determina que los docentes tienen una agenda clara en los objetivos de uso de las redes sociales académicas.

Se identificaron, cómo, las gratificaciones motivan a los docentes a utilizar las redes sociales académicas. Encontrando en ellas los cinco indicadores de las necesidades

de cognición, afección, colectivas, de confianza y escapistas, para demostrar las preferencias de los académicos.

De esta manera, se concluye que los docentes de la UNL del sur de Ecuador deben recibir capacitaciones que refuercen el conocimiento en torno a cómo aprovechar de mejor manera estas plataformas de difusión. Para que desde esas nuevas capacidades se fomenten actividades de reciprocidad online y se sigan intercambiando y colaborando acciones que conlleve la investigación. Con ello, se fomentaría el consumo y actualización de los discursos disciplinares de cada profesión.

## Referencias

- Academia.edu. (2022). Founder, Richard Price Convinces 4.1 Million Academics to Accelerate the World's Research. YFS Magazine. Web: <https://yfsmagazine.com/2013/09/04/founderrichardprice/>
- Area, M., Sannicolás, B., y Borrás, J. F. (2014). Webinar como estrategia de formación online: descripción y análisis de una experiencia. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC*, 13(1), 11-23. <https://relatec.unex.es/article/view/1197>
- Borrego, Ángel. 2017. "Institutional Repositories versus ResearchGate: *The Depositing Habits of Spanish Researchers*". *Learned Publishing* 30 (3): 185-192. <https://doi.org/10.1002/leap.1099>
- Campos-Freire, Francisco y Raúl Rúas-Araújo. 2016. "Uso de las redes sociales digitales profesionales y científicas: El caso de las tres universidades gallegas". *El profesional de la información* 25 (3): 431 - 440. <https://doi.org/10.3145/epi.2016.may.13>
- Carreño, C., E. (2017) *Uso De ResearchGate Y Academia.Edu Por Los Profesores De La Universidad De Salamanca. Estudio Transversal De Género* (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Salamanca. <http://eprints.rclis.org/32023/1/TFM.pdf>
- Fernández-Ramos, Andrés, & Barrionuevo, Leticia. (2022). La difusión de la producción científica en el ámbito de las Humanidades: el caso de la Universidad de León. *Investigación bibliotecológica*, 36(90), eib0905848603. Epub 09 de mayo de 2022. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2022.90.58486>
- Gómez-Castaño, Javier. 2020. "Repositorios digitales y redes sociales académicas: ¿una coexistencia necesaria? *Revista PH* 100: 73-75. <https://doi.org/10.33349/2020.100.4628>

- INEC, División Política 2010. <https://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/sbiwar/paginas/cartografia.xhtml>
- Jordan, K. (2015). What do academics ask their online networks? An analysis of questions posed via Academia.edu <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2786451.2786501>
- Katz, E., Blumler, J. G. y Gurevitch, M. (1973). Uses and Gratifications Research. *Public Opinion Quarterly*, 37(4), 509. DOI: 10.1086/268109
- Lawal, N. (2017) Networking Sites for Scholars and Students. Available: <https://medium.com/@NurdinLawal/topfiveacademicocialnetworkingsitesforscholarsandstudents5b146e674f84>
- Míguez, M., Puentes, I., & Dafonte, A. (2017). Academic Social Networks and Communication Researchers from Universities in the North of Portugal: An Analysis of Academia.edu and ResearchGate. DOI: 10.1007/978-3-319-46068-0\_53
- Mora R. J. A. & Mogrovejo. C. T. (2010). Reseña histórica del origen y evolución de la Universidad Nacional De Loja. *Revista Universitaria. Publicaciones de Academia y de Cultura*. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/475>
- Moscoso, J. N. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cadernos de pesquisa*, 47, 632-649. <https://www.scielo.br/j/cp/a/CWZs4ZzGJj95D7fK6VCBFxy/?format=pdf&lang=es>
- Nessi, E. M. F., & González, J. C. D. (2021). El Uso de Plataformas Web que Apoyan la Difusión Científica del Investigador. *RECITIUTM*, 8(1), 1-26. <http://recitiutm.iutm.edu.ve/index.php/recitiutm/article/view/180/html>
- Ovadia, S. (2014). ResearchGate and Academia.edu: Academic social networks. *Behavioral & Social Sciences Librarian*, 33(3), 165-169. DOI: 10.1080/01639269.2014.934093
- Park, N., Kee, K. F., & Valenzuela, S. (2009). Being immersed in social networking environment: Facebook groups, uses and gratifications, and social outcomes. *CyberPsychology & Behavior*, 12(6), 729-733. DOI:10.1089/cpb.2009.0003
- Pieterse, E., & Meishar, H. (2016). Academics' use of Academic Social Networking Sites: the case of ResearchGate and Academia.edu. [https://www.researchgate.net/publication/309732348\\_ACADEMICS'\\_USE\\_OF\\_ACADEMIC\\_SOCIAL\\_NETWORKING\\_SITES\\_THE\\_CASE\\_OF\\_RESEARCHGATE\\_AND\\_ACADEMIAEDU](https://www.researchgate.net/publication/309732348_ACADEMICS'_USE_OF_ACADEMIC_SOCIAL_NETWORKING_SITES_THE_CASE_OF_RESEARCHGATE_AND_ACADEMIAEDU)
- Quan-Haase, A., & Young, A. L. (2010). Uses and gratifications of social media: A comparison of Facebook and instant messaging. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 30(5), 350-361. <https://doi.org/10.1177/0270467610380009>
- ResearchGate (2022). ResearchGate Extraído de: <https://www.researchgate.net> mayo 4, 2018.

- Sánchez, M. (2020). Webconferencia en educación: potencial, posibles usos, herramientas y organización de actividades. *Guías prácticas Cibermarkiya.com*. <https://bit.ly/3eusM89>
- Tarullo, R. (2020). ¿Por qué los y las jóvenes están en las redes sociales? Un análisis de sus motivaciones a partir de la teoría de usos y gratificaciones. *Revista Prisma Social*, (29), 222–239. Recuperado a partir de <https://revistaprismasocial.es/article/view/3558>
- Thelwall, M., & Kousha, K. (2014). Academia.edu: social network or academic network? *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(4), 721-731. DOI:[10.1002/asi.23038](https://doi.org/10.1002/asi.23038)
- Universidad Nacional de Loja. (2022). sobre nosotros. <https://www.unl.edu.ec/universidad>
- Yan, Weiwei, Yin Zhang, Tao Hu y Sonali Kudva. 2021. “How Does Scholarly Use of Academic Social Networking Sites Differ by Academic Discipline? A Case Study Using ResearchGate”. *Information Processing and Management* 58 (1): 102430. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2020.102430>

# Análisis de Prodigy en el Desarrollo de las Habilidades Matemáticas en Estudiantes de 6.º y 7.º de EGB de la Unidad Educativa Bilingüe Jefferson

Hugo Enrique Troya Félix  , Vanessa Ormaza Pérez  , Edith Ordóñez-Vera 

Troya Félix, Hugo Enrique  
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador  
Universidad Cesar Vallejo, Perú  
Autor para correspondencia: hugo.troya@unemi.edu.ec

Ormaza Pérez, Vanessa  
Universidad de Guayaquil, Ecuador.  
vanessa.ormaza@casagrande.edu.ec

Ordóñez-Vera, Edith  
Universidad de Guayaquil, Ecuador.  
viviana.ordonez@casagrande.edu.ec

## Resumen

Lamentablemente, las Matemáticas, en el ámbito general de la materia, han sido la pesadilla de la gran mayoría de estudiantes por la rigidez y exactitud que la asignatura implica. Sin embargo, su correcta aplicación por parte de los docentes es fundamental para el desarrollo de las habilidades matemáticas. La tecnología y sus diversos usos, ayudan en gran medida a alcanzar dicho progreso. *Prodigy* es una aplicación de aprendizaje basado en juegos, que se destaca por su utilidad para la mejora de las habilidades matemáticas. Esta investigación tiene como objetivo generar una idea en los docentes de educación media acerca del uso de *Prodigy* como recurso gamificado para el desarrollo de las habilidades matemáticas. El artículo está direccionado bajo el estudio longitudinal en 72 estudiantes de 6.º y 7.º de EGB de la Unidad Educativa Bilingüe Jefferson. Los resultados mostraron un alto desempeño en la aplicación y, por supuesto, un fiel cumplimiento del desarrollo de las habilidades matemáticas. En conclusión, la tecnología brinda a los docentes una manera diferente de abordar distintas asignaturas y temáticas. La gamificación tiene el poder de captar la atención del estudiante, es por ello que se deben aprovechar al máximo estos beneficios, sobre todo en matemáticas, para vivificar el conocimiento.

**Palabras clave:** habilidades, matemáticas, *Prodigy*, tecnología, aprendizaje basado en juego



## Introducción

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) implementa cada 3 años un Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos, conocido como PISA por sus siglas en inglés. Esta prueba evalúa las habilidades de los estudiantes de 15 años en más de 80 países con 3 temáticas medulares que son: lectura, matemática y ciencias. El estudio permite generar un contexto mundial acerca de cómo se desenvuelven en dichas materias esenciales los jóvenes (OCDE, 2019).

A nivel mundial, existe una notable brecha para alcanzar las habilidades y competencias matemáticas. En muchas de los países, más del 49% no alcanzan el nivel que se requiere en esta área (OCDE, 2019), lo que evidencia el bajo nivel en las destrezas matemáticas a nivel global.

Por otro lado, “los países latinoamericanos participantes alcanzaron una puntuación menor al promedio en las tres áreas calificadas” (Educar, 2019). Este dato muestra que en las competencias de cálculo y resolución de problemas también se tienen dificultades. Las causas de este inconveniente de no lograr alcanzar las habilidades y destrezas matemáticas avivan la necesidad de implementar un plan emergente para contrarrestar esta realidad latinoamericana.

Ecuador se adhirió en el 2017 a la OCDE en un programa llamado PISA-D, el cual consistía en una prueba mejorada para medir el conocimiento real de los estudiantes de entre 10 y 15 años, que solo se realizaba en países subdesarrollados, con economías bajas y un índice de pobreza notable, etc.

El país latinoamericano, por primera vez dentro de una prueba internacional, anuncia una seria alerta roja sobre la realidad en estas tres ramas educativas: lectura, matemática y ciencias; en lectura el 49%, y el 43% en ciencias, se acercan al nivel mínimo requerido, y donde seriamente está en una situación preocupante es en matemática, donde solo el 29% logra estar sobre el mínimo solicitado por el órgano internacional. (Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL], 2018, p. 24)

En el contexto actual, se pueden observar diversas causas para este hecho irrefutable, una de ellas es la que menciona Pabón Gómez (2015, citado en Jiménez 2019):

Las debilidades detectadas en el análisis de las pruebas externas e internas en el área de Matemáticas, se deben en gran parte a la forma tradicional de enseñar y evaluar, ya que la evaluación no debe ser vista como un instrumento de medición, sino como un instrumento de mejoramiento continuo y permanente, en donde todos los participantes valoran el nivel de comprensión o ejecución, a la vez que trazan estrategias para mejorar las dificultades que se presenten. (p.2)

Las formas de enseñar con metodologías meramente conductistas hacen que la formación y el desarrollo de las destrezas matemáticas sean paupérrimas.

## Revisión teórica

### Definición de *Prodigy*

Es un juego matemático con más de 1200 habilidades, creado en 2011 por Alex Peters y Rohan Mahinker, ambos canadienses. Según Docto (2016), *Prodigy* comenzó como un proyecto para el último año de Rohan y Alexander en el programa de ingeniería mecatrónica de la Universidad de Waterloo. Para asegurarse de que el juego fuera adecuado para su mercado objetivo, los cofundadores volvieron a la escuela después de graduarse. La aplicación está direccionada específicamente a matemáticas e inglés, debido a que sus creadores son de habla inglesa y a que es una de las herramientas con mayor impacto en América del Norte (ProdigyGame, 2022). Actualmente, son millones de estudiantes, padres de familia y docentes en todo el mundo que usan satisfactoriamente este juego educativo, vinculado al enfoque de aprendizaje basado en juegos y dirigido a niños y niñas desde 1.º a 8.º curso de educación general básica.

La aplicación tiene dos plataformas, la del estudiante, que es el juego en sí, y la del docente, que es donde se lleva a cabo la elaboración de la planificación, creación de clases, de tareas y otras gestiones docentes.

El funcionamiento del apartado del alumno es el siguiente:

1. Se realiza el debido registro con un correo electrónico, preferentemente institucional, o, en caso de no tener, personal. Incluye la opción de registrarse con Google, Clever o crear un correo con *Prodigy*.
2. Se agrega una contraseña según los parámetros requeridos.
3. Se escoge la sección “matemática”, ya que también hay un apartado para el aprendizaje de inglés.
4. Se ingresa el código de la clase, que lo proporcionará el docente.
5. Si no se tiene el código de ingreso, hay una opción que permite ingresar sin el mismo; posteriormente, se solicita elegir el curso de preferencia.
6. Identificarse con un avatar, que se puede editar según las opciones que se ofrecen en la personalización.
7. Se selecciona el camino hacia la casa o la escuela, ambos están direccionados a la práctica matemática.
8. Así comienza la aventura dentro del juego.

La interfaz de la sección del profesorado es distinta, en ella se podrá encontrar todo lo que hace o no el estudiantado. Para ingresar en el apartado del docente, se debe de realizar los siguiente:

1. Registrarse con su rol.
2. Ingresar a través de Google, Clever o crear una cuenta en *Prodigy*.

Una vez dentro de la aplicación, con el rol del profesor se puede visualizar la opción de crear clases con sus respectivos códigos, los cuales se facilitan a los estudiantes para que ingresen de forma sencilla. Dentro del portal hay tutoriales que ayudan a implementar de forma correcta la asignación de tareas, pruebas, etc.

## **Importancia de utilizar *Prodigy* en el aula**

De acuerdo con Solón (2021), “el juego se ha descargado más de 7,3 millones de veces en América del Norte desde principios de 2019, según la investigadora de aplicaciones App Annie”, evidencia del interés y la apertura ante esta gran herramienta educativa con énfasis matemático. Con más de un millón de niños y más de 50 000 docentes involucrados en el juego con sus roles bien definidos, *Prodigy* ofrece a sus usuarios retos y, sobre todo, recompensas que hacen que el alumno se involucre aún más dentro de la aplicación.

Al inicio del proceso académico, el profesor puede lanzar una prueba de diagnóstico que servirá posteriormente para encauzar cada una de las metas a alcanzar de forma individualizada. El estudiantado no pasará horas en clase o fuera de ella simplemente jugando; el alumno pensará que, efectivamente, está jugando, pero la actividad tendrá una intencionalidad gestionada por el docente, que se encargará de agregar o eliminar habilidades para que los chicos vayan alcanzándolas según sus capacidades. Además, tendrá la posibilidad de incluir una asignación en una fecha determinada y así responsabilizar al estudiante de alcanzar esa meta trazada. El juego también permite gestionar reportes, tanto al instructor como al padre de familia, quien también estará involucrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de esta aplicación que, al ser adaptativa, le permitirá ir siguiendo el progreso de sus hijos.

## **Definición de habilidades matemáticas**

Los niños y niñas utilizan las habilidades matemáticas desde mucho antes de ingresar en el sistema educativo, a través de la interacción con sus padres, familiares y amigos. Estos conocimientos tempranos, aunque en un nivel inferior, son: la comprensión de tamaño y forma, conteos, reconocimientos de números y medición de cantidades, entre otras.

Primero es necesario aclarar qué son concretamente las habilidades matemáticas y así hacer un símil de su ejecución en la escuela:

La habilidad matemática puede definirse como la capacidad de obtener, procesar y retener información matemática (Krutetskii, 1976; Vilkomir y O’Donoghue, 2009) o como la capacidad de aprender y dominar nuevas ideas y habilidades matemáticas (Koshy et al., 2009). Desde esta perspectiva, la habilidad matemática es la capacidad de poder, buscar propiedades y relaciones de los números y figuras, emitir un juicio para elegir una estrategia de trabajo y emplear un procedimiento algorítmico para la resolución de un ejercicio o problema. (Matemática, 2017)

Todos los procesos que se requieren para alcanzar estas destrezas conllevan una gran preparación como docentes, quienes, de una u otra manera, deben tener siempre como objetivo conseguir desarrollarlas en el alumnado a través de la implementación de diferentes métodos y estrategias.

Se pueden mencionar varias habilidades que se deben trabajar en cada nivel y subnivel:

1. Habilidades numéricas: la más representativa en esta área.
2. Habilidad espacial: se trata, netamente, de geometría.
3. Habilidades de representación: la forma en la que se aprecia el entorno.
4. Habilidades de medición: la forma precisa de cuantificar algo.
5. Habilidades de estimación: aportar valores aproximados.
6. Habilidades de patrones: encontrar la sucesión correcta y predicción.
7. Habilidad de resolución de problemas: la más importante de todas, pues lleva al estudiante a otro nivel de razonamiento, en el que sus ideas cuentan y sus procedimientos llevan a las respuestas.

### **Aprendizaje Basado en Juego (*Game-Based Learning*)**

Este enfoque goza desde hace años de gran repercusión en el ámbito educativo, tal y como indican Moreno et al. (2015): “El aprendizaje basado en juego digitales o Digital Game-Based Learning es uno de los enfoques que ha suscitado mayor interés en la comunidad académica en los últimos años (p. 96).

Según Del Moral et al. (2016):

La adopción de una metodología GBL basada completamente en el uso de juegos digitales, serious games o videojuegos se presenta como una práctica educativa disruptiva, que aprovecha el efecto motivador intrínseco de determinados videojuegos para captar la atención de los aprendices. (p. 178)

Esta motivación debe estar presente, según los expertos en psicología, ya que en esos pocos minutos de juego es donde se da la mayor predisposición para aprender y se tiene una recepción propicia para la enseñanza-aprendizaje. Con una práctica continua, también se favorece la concentración y otros puntos neurálgicos que benefician, no solo al niño, sino también al proceder docente.

### **Objetivo**

El objetivo de esta investigación es generar una idea en los docentes de educación media acerca del uso de *Prodigy* como recurso de aprendizaje basado en juegos para el desarrollo de las habilidades matemáticas.

### **Métodos**

La investigación tiene una orientación experimental, y se destaca en algunos tramos por su direccionamiento e implementación. Ricoy (2006) afirma: “El conocimiento de los paradigmas de investigación nos ayuda a situarnos y conocer mejor el modelo o modelos metodológicos en los que nos propongamos encuadrar un estudio empírico” (p. 12). Así, este trabajo se enmarca en el paradigma positivista, tal y como lo definen

Beltrán y Bernal (2020): “Este paradigma se ubica dentro de la teoría positivista; plantea la posibilidad de llegar a verdades absolutas en la medida en que se abordan los problemas y se establece una distancia significativa entre el investigador y el objeto de estudio”. La investigación tiene un enfoque cuantitativo.

El instrumento utilizado para el estudio es una prueba estandarizada dispuesta por la herramienta tecnológica a través de su IA y de forma autónoma.

## Resultados y Discusión

Los participantes en el presente trabajo son los estudiantes de 6.º y 7.º grado de EGB de la Unidad Educativa Bilingüe Jefferson, con un total de 72 estudiantes, 45% mujeres y 55% hombres. Con ellos se implementó el juego *Prodigy*. Desde un inicio, se realizó una prueba diagnóstica, la cual se representa en la Figura 1.

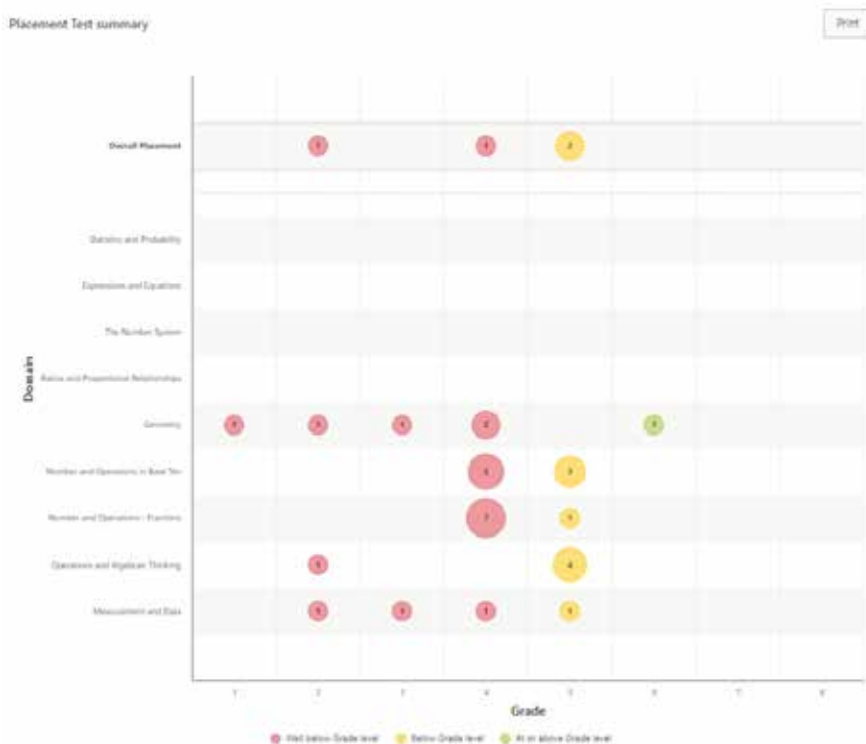


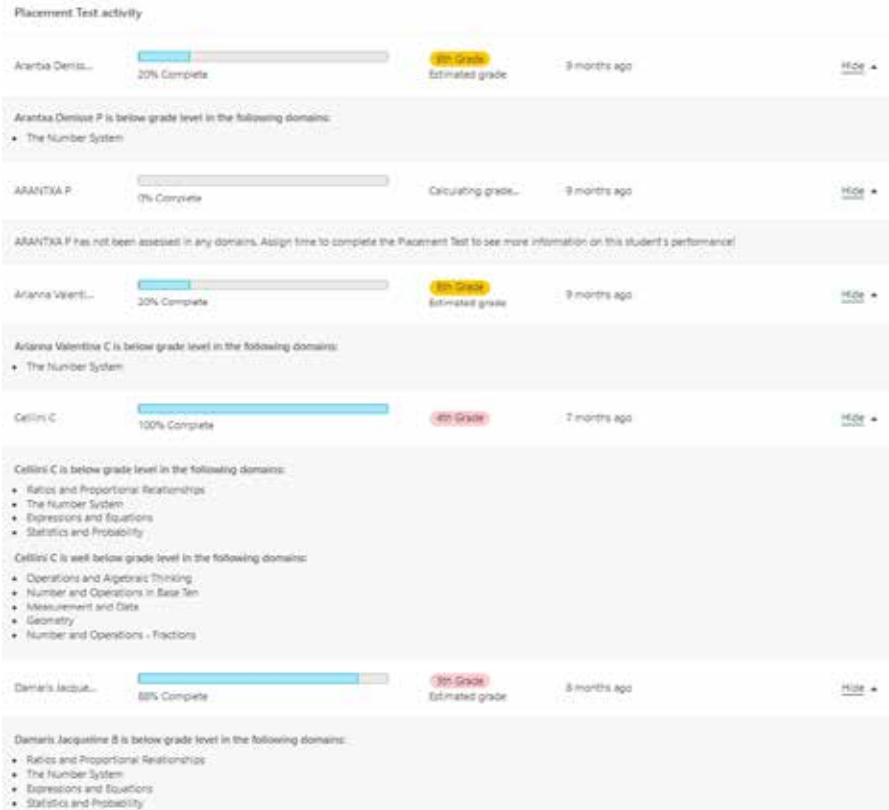
Figura 1. Prueba diagnóstica

Fuente. Autoría propia

Nota: La estadística de los estudiantes en la evaluación. Se muestra el nivel de conocimiento.

Cabe recalcar que la implementación de *Prodigy* en los estudiantes fue semanal. Se tenía como objetivo alcanzar cierto porcentaje e ir midiendo gradualmente su evolución; se fue notificando a los padres de familia su progreso y, con ello, el alumnado hacía un esfuerzo extra por alcanzar las habilidades matemáticas propuestas para el parcial en curso.

Lo interesante del juego es que el estudiante inicia a partir de los resultados de la prueba diagnóstica, en la cual, según su habilidad, alcanzará un grado u otro sin saberlo, por ejemplo: si el estudiante A esta en 7.º grado y por la evaluación inicial se identifica que debería repasar las habilidades de 4.º, 5.º o 6.º grado, el juego lo hace posible. En la Figura 2 se observa el progreso de los estudiantes.



**Figura 2.** Segregación según la evaluación diagnóstica

**Fuente.** Autoría propia

Nota: Evolución de los estudiantes según su evaluación inicial. Se muestran los cursos con las habilidades alcanzadas.

Los resultados alcanzados con *Prodigy* son muy favorables, tal y como se observa en la Figura 3. Un estudiante en concreto alcanzó habilidades de grados incluso inferiores.

Informe para Cellini C, 1 de julio - 30 de agosto

LEYENDA	# PREGUNTAS	TIEMPO USADO	POR CIENTO
▶ 2do. grado	5 preguntas	45 segundos	80%
▶ 3er grado	5 preguntas	1 minuto	60%
▶ Cuarto grado	6 preguntas	1 minuto	67%
▶ 5to grado	4 preguntas	40 segundos	0%
▶ 6to grado	16 preguntas	5 minutos	31%

**Figura 3.** Informe estudiantil

**Fuente.** Autoría propia

Nota: Informe del estudiante Cellini, alcanzando habilidades que no había logrado antes.

No se han encontrado investigaciones de este tipo. Sin embargo, hay ciertos informes que mencionan lo siguiente:

Prodigy está formulado intencionalmente para que los niños sigan jugando durante largos periodos de tiempo, pero no por las razones que esperamos. En lugar de estar diseñado para entusiasmar a los niños con las matemáticas, Prodigy está diseñado para ganar dinero. Prodigy afirma que es “gratis para siempre” para las escuelas. Sin embargo, a medida que los niños juegan una versión gratuita en el aula, se les anima a jugar una versión gratuita diferente en casa. Esta versión para el hogar, aunque técnicamente es “gratuita”, bombardea a los niños con anuncios y usa tácticas implacables para presionar a los niños para que pidan a los padres membresías “premium”, que cuestan hasta \$120 por niño a un año más impuestos. A partir de septiembre de 2021, Prodigy también introdujo una membresía “Ultimate” con un precio de más de \$180 por año, estratificando aún más la membresía. (Fairplay, 2022)

Sin duda, son comentarios que forman parte de una campaña mal intencionada sobre el uso del juego, dado que la presente investigación sí ha dado resultados sobre lo esperado.

## Conclusiones

En conclusión, se puede mencionar lo siguiente:

*Prodigy* es una aplicación con un enfoque de aprendizaje basado en juegos, gratuito, con la posibilidad de tener dos interfaces, la del estudiante y la del docente. Se parte de un nivel inicial y es posible evidenciar el progreso de manera gradual.

Una desventaja del juego es que está totalmente en inglés, ya que los creadores son nativos norteamericanos. Esto dificulta el acceso a la mayoría de estudiantes, por lo que se ven forzados a utilizar traductor.

Las habilidades matemáticas son alcanzadas de manera sistemática, desde la más sencilla hasta la que, en ocasiones, presenta muchas dificultades para alcanzarla. El juego permite dominarlas sin que el estudiante se dé cuenta; a través de la inteligencia artificial, la aplicación les muestra la lucha constante que deben tener hasta lograr alcanzar las metas.

El docente únicamente prepara la asignación, tarea o prueba en un par de clics, puesto que ya existen modelos de los mismos y solo hace falta colocar la fecha y los niveles requeridos.

## Referencias

- Beltrán, S., y Bernal, J. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21). doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>
- Del Moral, M., Guzman, A. y Guzmán, A. (2016). Proyecto Game to Learn: Aprendizaje Basado en Juegos para potencializar las inteligencias lógicas matemáticas, naturalistas, lingüísticas en educación primaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*(49), 173-193. doi:<http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i49.012>
- Docto, I. (06 de 07 de 2016). Prodigy ayuda a los estudiantes a divertirse mientras aprenden matemáticas. *MaRS*, pp. 1-3.
- Educar, G. (11 de diciembre de 2019). *Resultados PISA 2018: Latinoamérica por debajo del promedio*. Obtenido de Grupo Educar: <https://www.grupoeducar.cl/noticia/resultados-pisa-2018-latinoamerica-por-debajo-del-promedio/>
- Educativa, I. N. (2018). *Resultados de PISA para el desarrollo*. Ministerio de Educación.
- Fairplay. (2022). *7 FORMAS EN QUE PRODIGY ESTÁ TRABAJANDO CONTRA LOS NIÑOS*. Obtenido de Fairplay: <https://fairplayforkids.org/pf/prodigy/>
- Jiménez Daza, D. (2019). *Repositorio Institucional*. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/>
- Matemática*. (07 de 2017). Obtenido de Habilidades Matemáticas en primaria y secundaria: <https://www.matematicapara.com/pedagogia/habilidades-matematicas/>
- Moreno, J., Montaña, E. y Duque, N. (2015). HERRAMIENTA DE AUTOR PARA LA CREACIÓN DE JUEGOS MULTIJUGADOR MASIVO EN LÍNEA EDUCATIVOS. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(1), 95-110.



- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2019). PISA2018 Results. *What Students Know and Can Do, 1*. doi:<https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- Pabón Gómez, J. (2014). Las TICs y la lúdica como herramientas facilitadoras en el aprendizaje de la matemática. *Eco Matemático*, 5(1), 37-42. doi:<https://doi.org/10.22463/17948231.62>
- ProdigyGame. (29 de 04 de 2022). *ProdigyGame*. Obtenido de <https://www.prodigygame.com/main-en/about-prodigy/>
- Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educação. Revista do Centro de Educação*, 31(1), 11-22.
- Solón, O. (19 de 02 de 2021). *La organización sin fines de lucro de protección infantil alega ventas adicionales 'manipuladoras' con el juego de matemáticas Prodigy*. Obtenido de NEWS: <https://www.nbcnews.com/tech/tech-news/child-protection-nonprofit-alleges-manipulative-upselling-math-game-prodigy-n1258294>

# Competencias Actitudinales Docentes: Revisión Sistemática del Estado de la Cuestión

Armida Mariela Montenegro Cevallos 

Montenegro Cevallos, Armida Mariela  
Pontificia Universidad Católica de Ecuador Sede Ibarra, Ecuador  
Autor para correspondencia: ammontenegro@pucesi.edu.ec

## Resumen

En este trabajo, el objetivo principal es presentar un mapeo de la revisión sistemática del estado de la cuestión para competencias actitudinales del docente. Para ello, se utilizó el método de Torres-Carión et al. (2018), adaptado del método de Kitchenham y Bacca. Se realizaron dos preguntas de investigación, un mentefacto conceptual y se construyeron algunos *script* de búsqueda que permitieron obtener 17 artículos válidos de 48 encontrados, publicados desde el 2012 hasta la fecha. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos WoS, Scopus y Google Académico. Esta revisión ha permitido obtener información sustancial sobre las competencias actitudinales que deben integrar el perfil de un docente; estas son consideradas como aquellas disposiciones o características que poseen las personas para que su comportamiento y desempeño sean especialmente satisfactorios, y brinden una mayor satisfacción personal y profesional.

**Palabras clave:** competencias del docente, actitud del docente, docente, desarrollo humano

## Introducción-revisión teórica

Durante varios años, se han realizado estudios sobre las competencias profesionales que deben poseer los docentes; sin embargo, en el área actitudinal, los estudios son muy escasos. Por ello, realizar una revisión sistemática del estado de la cuestión se torna esencial, considerando que las competencias actitudinales —saber ser/saber actuar— son características que poseen las personas para que su comportamiento y desempeño sean especialmente satisfactorios en el entorno social, familiar, laboral, educativo y profesional (Rivadeneira, 2013). Asimismo, estas competencias constituyen manifestaciones de salud emocional y habilidad para interactuar con los demás, incrementan la productividad, brindan mayor satisfacción y son disposiciones de la voluntad que dirigen el comportamiento hacia la superación personal y el bien común. Para Barrios et al. (2009), las competencias actitudinales son reflejo de la articulación de diversos contenidos afectivo-motivacionales enmarcados en el desempeño; se caracterizan por la construcción de la identidad personal y la conciencia mediante el control emocional-actitudinal en la realización de una actividad. Monge y Etxebarria (2017) afirman que las actitudes de compromiso, adaptación al cambio, honestidad, proactividad y trabajo efectivo en equipo deberían ocupar un lugar privilegiado en los planes de estudio, y no

solo como logros transversales. Las competencias actitudinales docentes forman parte de la integración armónica de las personas (Pérez et al., 2009), son intrínsecas al sujeto, están asociadas con las relaciones sociales y es donde se ponen de manifiesto los valores y actitudes personales (Gómez y Rodríguez, 2020).

Estas competencias son las que delimitan el conocimiento actitudinal de los sujetos. Delimitan si han construido adecuadamente las actitudes, los valores y las normas, referidas al saber y al hacer. Este tipo de aprendizaje es el más difícil de ayudar a instaurar en los sujetos. (De la Fuente et al., 2005, p. 12)

Asimismo, para Fontanilla y Mercado (2019), las competencias actitudinales valoran el impacto de las soluciones planteadas, asumen responsabilidad ante las soluciones trazadas y permiten convocar a otros con más experiencia cuando la complejidad de los problemas supere los conocimientos. Las competencias actitudinales docentes están directamente asociadas a estos constructos y se tornan específicas cuando el docente las concreta en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes para contribuir a su desarrollo humano, integral e íntegro, toda vez que la educación de un estudiante refiere, entre otras cuestiones, a la búsqueda de las mejores opciones que le permitan resolver todo tipo de problemas que se presenten en la vida diaria.

La educación debe estructurarse en torno a cuatro aprendizajes fundamentales que, en el transcurso de la vida, serán para cada persona, en cierto sentido, los pilares del conocimiento: aprender a conocer, es decir, adquirir los instrumentos de la comprensión; aprender a hacer, para influir sobre el propio entorno; aprender a vivir juntos, para participar y cooperar con los demás en todas las actividades humanas, y, por último, aprender a ser, un proceso fundamental que recoge elementos de los tres anteriores. Por supuesto, estas cuatro vías del saber convergen en una sola, pues entre ellas existen múltiples puntos de contacto, coincidencia e intercambio (Delors, 1996). En este sentido, reflexionar sobre esa separación que aparentemente existe entre los tres primeros pilares y el cuarto resulta muy interesante para entender mejor una de las funciones que tiene la educación: la formación y desarrollo humano integral de las personas.

Ciertamente, el siglo XXI es un contexto vasto en el cual la educación debe dar la talla y salir avante con otras formas de aprender, otras experiencias de vida y otros modos de formación. Para ello, los perfiles docentes deben ser coherentes con las necesidades de la nueva sociedad (Espinoza-Freire et al., 2017) y con la incertidumbre que estas provocan. Las competencias a formar por los docentes deben ser abarcadoras y sustentarse en sistematizaciones acordes a los desafíos y oportunidades de un mundo cambiante y globalizado, en el cual las personas deben tomar las decisiones que les brinden las mejores posibilidades para ser felices. Los docentes son los primeros que deben poseer el perfil oportuno para estos fines, por tanto, su formación en el plano actitudinal es imperativo para generar aprendizajes significativos y competencias en las personas que están formando.

Una revisión sistemática se define como una manera de evaluar, reflexionar, organizar, validar e interpretar toda la investigación disponible relevante respecto a un interrogante de investigación particular, en un área temática o fenómeno de interés (Carrizo y Moller, 2018). De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que es imperativo realizar este procedimiento para consolidar y asegurar una base teórica fidedigna acerca de la

contribución que ofrecen las competencias actitudinales en la integralidad de un docente y, por supuesto, cómo esa integración deriva en el proceso de aprendizaje, toda vez que los valores y actitudes, como se recoge en los diseños curriculares, han de ser evaluados igual que los demás tipos de competencias, pues posibilitan competencias transversales y urgentemente necesarias para las personas.

## Métodos

Para la revisión sistemática se utilizó el método de la literatura aplicado a la ingeniería y a la educación de (Torres-Carrión et al., 2018), adaptado a su vez del método de Kitchenham y Bacca. Este método lleva al investigador de “mi” a “el” estado actual del problema; para ello, se realizó la revisión sistemática de los estudios realizados en el área de las competencias actitudinales docentes a través de la búsqueda de artículos científicos del campo amplio de la educación publicados en los últimos diez años; se usaron las bases de datos: WoS, Scopus y Google Académico. El método permite un proceso riguroso para obtener resultados basados en el problema de investigación, las preguntas de investigación, los criterios de inclusión y exclusión y el análisis correspondiente, que se complementa con elementos de pensamiento conceptual (Torres-Carrión et al., 2018). Además, se tomaron en cuenta los parámetros de la declaración PRISMA para la publicación de revisiones sistemáticas (Page et al., 2021).

El método consta de tres fases: planificación, realización de la revisión y notificación de la revisión. Su aplicación se presenta a continuación.

## Planificación

### Identificación de la necesidad de revisión

No hay educación integral sin la formación de actitudes y, para ello, los docentes deben ser los referentes que inspiren y contagien estas predisposiciones, que son aprendidas. La educación requiere tener como centro la formación y el desarrollo humano integral de las personas, y no solamente la formación académica o la acreditación y entrega de títulos. En este contexto, la transformación educativa exige un cambio ineludible en el rol del docente para que sea un líder, un mentor, un compañero idóneo, un gestor, un excelente ejemplo de vida. Por supuesto, este cambio sustancial conlleva que en ese nuevo perfil docente se incluyan competencias de tipo actitudinal, que coadyuven a la formación integral de las personas; el mundo necesita otra clase de sociedad, una que esté formada por los mejores profesionales pero, además, que estos sean las mejores personas, dispuestas a servir de la mejor manera a esa comunidad.

### Estado actual de la investigación del problema

La investigación referida a las competencias que debe poseer un docente en su perfil se ha realizado desde los ámbitos de la profesión como tal, desde la ética aplicada, desde el ámbito moral y desde cuestiones axiológicas; no obstante, asuntos inherentes a la actitud del docente como factor fundamental de su perfil personal y profesional no han sido considerados, puesto que de la actitud del docente derivan asuntos ineluctables para la formación de personas. El nuevo perfil para el docente del siglo XXI asume la

necesidad de plantear nuevas características y otras bases epistemológicas para el desempeño del profesor, que debe ser: proactivo, creativo, confiable, flexible, optimista, solidario, comprensivo y capaz de ejercer su acción pedagógica en los diferentes niveles y modalidades de aprendizaje. Los profesores hemos sido delegados por el mundo para llevar sobre nuestras espaldas la responsabilidad que las demás instituciones —familia y sociedad— no han podido asumir y ante la que han claudicado (Klein, 2021).

A pesar de que existen muchas investigaciones que denotan la necesidad de que el docente cumpla con cierto perfil de persona y de profesional, aún no se han expuesto resultados específicos sobre una de las partes constitutivas y primordiales del docente, aquella que se refiere a sus actitudes como productor de aprendizaje, guía, compañero, mentor o referente. Tanto es así, que resulta muy difícil contar con datos relacionados que permitan hacer una reflexión sustentada sobre esta cuestión.

Si bien todo docente debe ser experto en sus conocimientos teóricos y prácticos, no es menos cierto que, dado el cambio drástico que ha experimentado la sociedad en los últimos años, su rol debe transformarse en igual o mayor medida e ir evolucionando hacia un perfil con más atributos personales, y no solamente con aquellos que refieren a cualidades profesionales y técnicas. El mundo necesita de mejores personas que hagan de su profesión un servicio para otras personas, toda vez que los profesores representan la clave para el desarrollo del planeta y una de las fuerzas más sólidas para garantizar la equidad, el acceso y la calidad de la educación (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2019).

Por lo expuesto, es menester identificar qué importancia tienen las actitudes de un docente para el proceso de aprendizaje y para la formación integral de las personas con quienes él se comunica y relaciona, pues los cambios deben darse de adentro hacia afuera o, como afirmaba Mahatma Gandhi: los cambios que se quieran ver en el mundo, primero deben hacerse dentro de cada uno. En esta época de cambios drásticos, de grandes vacíos, de incertidumbres, de retos y también de oportunidades, la educación y sus docentes son quienes están llamados a ser referentes que inspiren y contagien los mejores valores y actitudes que impacten de forma positiva y decisiva en la transformación disruptiva de la sociedad. Esto se logrará, sin duda, con docentes que den lo que ya tienen y que estén dispuestos a tener las mejores competencias actitudinales como parte de su nuevo rol docente.

### **Preguntas de investigación**

RQ1: ¿Por qué son importantes las competencias actitudinales en el perfil de un docente?

RQ2: ¿Cuáles son las competencias actitudinales y/o actitudes docentes más valoradas?

## Mentefacto conceptual



Figura 1. Mentefacto conceptual de Competencias Actitudinales

Las competencias actitudinales docentes (CAD) son parte de las competencias docentes (CD), pero no son lo mismo que las competencias conceptuales y procedimentales, que también conforman las competencias del docente. Las CAD son disposiciones adquiridas o aprendidas que mejoran el saber ser y el saber actuar de los docentes, para que sus relaciones, desempeño personal y profesional sean rigurosos y vayan en beneficio del aprendizaje, la formación y el desarrollo humano e integral de los estudiantes. Las competencias actitudinales docentes pueden ser de tipo cognitivo, afectivo y conativo.

### Revisiones sistemáticas relacionadas

Se realizó la primera búsqueda sistemática considerando los siguientes pasos:

- Búsqueda de palabras y sinónimos en el Tesauro de la UNESCO.
- Elaboración de un *script* de búsqueda para cada base de datos (BD): WoS, Scopus y Google Académico, tomando en cuenta el mentefacto conceptual.
- Selección de artículos de cada BD tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.
- Organización del resultado de la investigación.
- Comunicación de los resultados obtenidos.

**Tabla 1.** Script de búsqueda para cada base de datos

<b>Base de datos</b>	<b>Código de búsqueda</b>
<b>SCOPUS</b>	TÍTULO-ABS-CLAVE (actitud AND del AND docente) Y PUBYEAR > 2012 Y SUBJAREA (arts OR busi OR deci OR econ OR psyc OR soci) ALL (competencia actitudinal del docente) Y SUBJAREA (ARTS OR BUSI OR DECI OR ECON OR PSYC OR SOCI)
<b>WOS</b>	TI= (saber ser OR destreza, habilidades, valores, actitudes OR disposición aprendida AND formación integral docente) AND year>2012 Parallel filters: (year>2012) allintitle: competencias actitudinales actitud OR docente Parallel filters: (year>2012)
<b>GOOGLE ACADEMICO</b>	allintitle: competencias cognitivas OR afectivas OR conativas del docente actitud OR docente Parallel filters: (year>2012) allintitle: saber ser del docente actitud OR docente Parallel filters: (year>2012) allintitle: actuar del docente actitud OR docente

## **Elaboración del protocolo para la revisión**

### **Definición de criterios de inclusión y exclusión**

Para filtrar los documentos, se utilizaron criterios de inclusión/exclusión.

Criterios generales:

- Estudios sobre competencias actitudinales del docente.
- Estudios que se hayan publicado durante los últimos diez años (2012-2022).

Los estudios deben cumplir con una o más de las siguientes especificaciones:

- Estudios que involucren actitudes que el docente debe poseer para gestionar mejor su formación y práctica.
- Trabajos que muestren los componentes cognitivo, afectivo y conativo de las actitudes.
- Estudios que validen la importancia sobre la formación integral del docente con énfasis en los ámbitos del saber ser y del saber actuar.
- Se tomarán en cuenta solo los documentos que aporten al campo específico de las

actitudes del docente y/o competencias actitudinales del docente, no los relacionados con competencias del docente en campos de la didáctica.

### Selección de revistas

Con base en la revisión sistemática resultante de cada *script* de búsqueda, se encontraron documentos en 16 revistas, cuyas editoriales están ubicadas en diferentes instituciones educativas de Chile, México, Colombia, España, Brasil, Suiza, Cuba, Venezuela, Panamá, Perú y Ecuador.

**Tabla 2.** Selección de revistas

Cód	Nombre de la Revista	Número de artículos	Información de la revista	Editorial
R1	Estudios Pedagógicos	1	CiteScore (2021): 0.9 SJR (2021): 0.227 SNIP (2021): 0.487	Universidad Austral de Chile - Chile
R2	Revista Mexicana de Investigación Educativa	1	ISSN 1405-6666	Consejo Mexicano de Investigación Educativa – México
R3	Revista Historia de la Educación Latinoamericana	1	ISSN 0122-7238	Universidad Pedagógica de Colombia - Colombia
R4	Revista Iberoamericana de Educación Superior	1	ISSN 2007-2872	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación
R5	Educación XX1	1	JCR, Q2, 85/267	Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
R6	Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado	1	CiteScore (2021): 2.1 CiteScore Tracker (2022): 2.4, SJR: 2021: 0.362, SNIP: 2021: 1.009	Asociación Universitaria del Profesorado - España



R7	Cultura, Ciencia y Deporte	2	CiteScore (2021): 1.2 CiteScore Tracker (2022): 1.1, SJR: 2021 0.184, SNIP 2021: 0.469	Universidad Católica de San Antonio de Murcia - España
R8	Educação e Pesquisa	1	CiteScore (2021): 0.8 CiteScore Tracker (2022): 0.4, SJR: 2021 0.237, SNIP: 2021: 0.742	Universidad de Sao Paulo - Brasil
R9	International Journal of Environmental Research and Public Health	1	CiteScore (2021): 4.5 CiteScore Tracker (2022): 4.4, SJR: 2021 0.814, SNIP: 2021: 1.440	Instituto Interdisciplinario de Edición Digital -Suiza
R10	EDUTECC	1	XVIII Congreso “Educación y Tecnología desde una Visión Transformadora”	Escuela Superior Politécnica del Chimborazo - Ecuador
R11	Educación y Territorio	1	<a href="https://doi.org/10.38017/issn.2256-3989">https://doi.org/10.38017/issn.2256-3989</a>	Universidad de Antioquia - Colombia
R12	Revista Internacional de la Medicina y Ciencia de la Actividad Física y del Deporte	1	ISSN: 1577-0354 Incites JCR (2019) 1,417. SJR (2019) 0,401	Comunidad Virtual Ciencias del Deporte - España
R13	Olimpia	1	ISSN-e: 1817-9088	Universidad de Granma – Cuba
R14	EDUCERE Revista Venezolana de Educación	1	ISSN: 1316-4910.	Programa de Perfeccionamiento y Actualización Docente, de la Escuela de Educación de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Los Andes Mérida- Venezuela
R15	Revista Plus Economía	1	ISSN: 2411-0353	Universidad Autónoma de Chiriquí – Panamá
R16	MÉRITO	1	ISSN: 2708 -7797	Editorial RELE – Perú

## Realización de la revisión

La revisión por revista se llevó a cabo con las herramientas de búsqueda avanzada en las bases de datos Scopus, WoS y Google Académico. Para ello, se utilizaron los criterios del código/*scripts* elaborados para tales fines. En la medida de lo posible, los códigos fueron pensados de forma parecida para cada BD. De acuerdo con la estructura de la búsqueda inicial, se delimitó el periodo de tiempo 2012-2022 para todas las bases de datos. En el caso de Scopus, se demarcó el código para el área de ciencias sociales y para las subáreas de artes y humanidades; negocios, gestión y contabilidad; ciencias de la decisión; economía, econometría y finanzas; psicología, y ciencias sociales. En todos los códigos se tomaron en cuenta las operaciones del mentefacto conceptual.

**Tabla 3.** Realización de la revisión

Base de datos	Código de búsqueda	Documentos encontrados	Documentos válidos: inclusión/exclusión
SCOPUS	TÍTULO-ABS-CLAVE (actitud AND del AND docente) Y PUBYEAR > 2012 Y SUBJAREA (arts OR busi OR deci OR econ OR psyc OR soci)	6	3
	ALL (competencia actitudinal del docente) Y SUBJAREA (ARTS OR BUSI OR DECI OR ECON OR PSYC OR SOCI)	20 (1 repetido)	5
	Periodo de tiempo: 2012-01-01 a 2022-12-01 (Fecha de publicación)	7	4
WOS	TI= (saber ser OR destreza, habilidades, valores, actitudes OR disposición aprendida OR práctica docente AND formación integral docente)		
	Parallel filters: (year>2012)	3	1
	allintitle: competencias actitudinales actitud OR docente	(1 repetido)	
GOOGLE ACADÉMICO	Parallel filters: (year>2012)	4	3
	allintitle: competencias cognitivas OR afectivas OR conativas del docente actitud OR docente		
	Parallel filters: (year>2012)	3	0
	allintitle: saber ser del docente actitud OR docente		
	Parallel filters: (year>2012)	5	1
	allintitle: actuar del docente actitud OR docente		
	<b>Total de documentos analizados y válidos</b>	<b>48</b>	<b>17</b>

## Notificación de la revisión

Los resultados se presentan en el siguiente apartado (Tabla 4) de este documento; se ha seguido un proceso riguroso para obtener datos basados en el problema de investigación, las preguntas de investigación y los criterios de inclusión y exclusión. (Torres-Carrión et al., 2018)

## Resultados y Discusión

Con base en la revisión realizada, se exponen a continuación los resultados obtenidos, que muestran algunos hallazgos importantes sobre las preguntas planteadas, aún más cuando los estudios realizados sobre la temática son escasos. Asimismo, estos aportes permitirán en lo posterior investigar sobre el vacío existente con relación a las competencias actitudinales del docente.

**Tabla 4.** Resultados de la revisión

RQ1: ¿Por qué son importantes las competencias actitudinales en el perfil de un docente?				
N.	Aportes	Autores	Revista	f
1	El docente no puede ser mero transmisor de conocimiento y dominar una disciplina, debe crear entornos de aprendizaje activo, basado en problemas; contextos que potencien el interés, la capacidad autónoma, inventiva y creativa de los discentes, lo que implica un desarrollo de sus habilidades, actitudes, destrezas y aptitudes.	(Rico-Gómez y Ponce, 2022)	Revista Mexicana de Investigación Educativa  R2	1
2	La dimensión actitudinal ha sido relevante para la formación humanística y, actualmente, es requerida por la sociedad contemporánea y, en consecuencia, por el mercado de trabajo. La dimensión actitudinal es importante para la movilización de conocimientos y habilidades.	(Silva et al., 2020)	Estudios Pedagógicos  R1	1
3	La actitud del profesor influye en variables como el interés, la satisfacción y el comportamiento disciplinado en clase.	(Granero-Gallegos et al., 2014)	Revista Internacional de la Medicina y Ciencia de la Actividad Física y del Deporte  R12	1
4	El estilo actitudinal pedagógico genera experiencias positivas en los alumnos; la explicación rigurosa de lo que se está aprendiendo, el trabajo de colaboración y/o cooperación como medio para lograr un logro grupal; la transferencia de aprendizaje, y la aplicación de la evaluación formativa.	(Pérez-Pueyo et al., 2021)	International Journal of Environmental Research and Public Health  R9	1
5	La actitud docente debe trascender el simple hecho de implementar ciertas estrategias en el aula; debe propiciar la reflexión y desarrollar la autonomía.	(Ramírez y Saavedra, 2017)	Educación y Territorio  R11	1

- 6 Las actitudes del docente influyen sobre el rendimiento del alumnado, su capacidad de éxito o la posibilidad de que se hunda académicamente debido al efecto de sus expectativas. ( Muñoz-Cantero y Losada-Puente, 2018) Educación XX1 1 R5
- 7 Los cuatro pilares de la educación según la UNESCO propician competencias sapienciales, procedimentales y actitudinales. Son imperativas para la formación continua y para toda la vida, pues permiten que el ser humano se desarrolle más allá del ámbito educativo. Los perfiles del docente deben responder a la construcción de una personalidad que sea capaz de enfrentarse a las dificultades con buena actitud. ( Belykh, 2019) Revista Iberoamericana de Educación Superior 1 R4
- 8 La calidad de la enseñanza dependerá de la medida en que se percibe la necesidad de que el profesorado se comprometa a desarrollar su labor sobre la base de nuevos roles: actitudes, habilidades, conocimientos y valores. ( Espinoza-Freire et al., 2017) Olimpia 1 R13

9	La formación de futuros profesionales, en este caso en docencia, requiere del dominio de competencias investigativas actitudinales, las cuales implican una relación estrecha entre la teoría y la práctica, el desarrollo de herramientas cognoscitivas, procedimentales (técnicas, métodos) y actitudinales, que promuevan la observación, comprensión, análisis y reflexión crítica de la realidad, buscar soluciones frente a adversidades, saber actuar con serenidad y acorde a las circunstancias, aprender de las experiencias y crecer como individuo. Un docente con una actitud positiva debe manifestar entusiasmo, de manera que transmita a los estudiantes esa pasión por aprender y descubrir.	(Fontanilla y Mercado, 2019)	EDUCERE R14	1
10	Actitud positiva hacia el uso de tecnología de vanguardia, a la luz del vertiginoso avance de las tecnologías de la información y de la comunicación. Las TIC se configuran como tecnologías que, acompañadas de efectivas estrategias didácticas, potencian un aprendizaje flexible, propician autonomía en el estudiante, lo llevan a asumir la responsabilidad de su proceso, además de permitir romper barreras de espacio y de tiempo, desapareciendo fronteras.	(Chacón, 2019)	MÉRITO R16	1

RQ2: ¿Cuáles son las competencias actitudinales y/o actitudes docentes más valoradas?

N.	Indicadores	Autores	Revista	f
1	Actitud analítica, de reflexión, de pensamiento crítico, habilidades de búsqueda y capacidad de selección, capaces de trabajar en colaboración e interacción social, responsabilidad y compromiso, actitudes comunicativas y de civismo.	(Rico-Gómez y Ponce, 2022)	Revista Mexicana de Investigación Educativa R2	1
2	Búsqueda activa de nuevos aprendizajes	(Silva et al., 2020)	Estudios Pedagógicos R1	1
5 <sub>1</sub>	Facilitador, mediador, inspirador, autorreflexivo, sensible, solidario.	(Ramírez y Saavedra, 2017)	Educación y Territorio R11	1
11	Saber escuchar las opiniones de los demás, actitud abierta al cuestionamiento de las cosas y un sentido vivo para preguntarse por todo, actitud positiva hacia la novedad e interés por ampliar las experiencias, mostrar que los argumentos se apoyan en hechos, productor de ideas. <sub>2</sub> Innovador tecnológico, tolerante, respetuoso.	(Rivadeneira Rodríguez, 2015)	EDUTECH R10	1
12	Organización secuencial hacia las actitudes, evaluar en sus estudiantes la capacidad de reflexionar críticamente sobre sus propias acciones y aprendizaje.	(Hortigüela Alcalá et al., 2015)	Cultura, Ciencia y Deporte R7	1
13	Actitud crítica para actuar en consecuencia de las injusticias y desigualdades sociales. Sólida formación en valores empleando metodologías socioafectivas basadas en el diálogo reflexivo.  Comprometido, agentes de transformación social.	(Martínez-Scott et al., 2022)	Educação e Pesquisa R8	1
14	Trabajo en equipo, facilitador de los procesos cooperativos.	(Aparicio-Herguedas et al., 2021)	Cultura, Ciencia y Deporte R7	1
6	Atención a la diversidad como parte de su formación integral docente, para mejorar la atención educativa prestada al alumnado.	(Muñoz-Cantero y Losada-Puente, 2018)	Educación XX1 R5	1
15	Estimular la innovación en sentido crítico y para la creatividad.  Creativo, independiente, con buenas interrelaciones personales.	(Hernández Ramos y Martínez Abad, 2021)	Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado R6	1

1 La misma numeración del documento refiere a que el título es el mismo y da respuesta a las dos preguntas de investigación planteadas.

2 En aquellos artículos que se han encontrado tanto competencias actitudinales como actitudes, se han escrito primero las competencias y en un renglón diferente las actitudes.

7	Resiliencia, inteligencia emocional. Enseñar habilidades para la vida, fijar límites claros y firmes, enriquecer los límites prosociales, brindar oportunidades de participación significativa, establecer y transmitir expectativas elevadas, brindar afecto y apoyo.	(B e l y k h , 2019)	Revista Iberoamericana de Educación Superior R4	1
16	Colaborar para la superación de paradigmas que obstaculicen la independencia y la libertad en los ámbitos del ser, del poder y del saber.	(Cuño B o n i t o y L i m a J a r d i l i n o , 2019)	Revista Historia de la Educación Latinoamericana R3	1
8	Responsabilidad, flexibilidad, preocupación, compasión, cooperativismo, creatividad, dedicación, decisión, empatía y ser cautivador. Establecer relaciones liberadoras con sus estudiantes.	(E s p i n o - z a - F r e i r e et al., 2017)	Olimpia R13	1
9	Madurez y seguridad emocional, autoestima, equilibrio emocional, empatía imaginación, responsabilidad. Promueve responsabilidad, promueve la ética, vinculación con la comunidad.	(Fontanilla Lucena y Mercado Durán, 2019)	EDUCERE R14	1
17	Empatía investigativa Asumir como suyo el proceso de la comprensión del otro.	(Peñaloza de Lara, 2018)	Plus Economía R15	1
10	Incorporar el uso de las TIC en aras de fortalecer los aprendizajes.	(C h a c ó n , 2019)	MÉRITO R16	1

## Conclusiones

La revisión sistemática del estado de la cuestión realizada para las competencias actitudinales docentes mostró hallazgos interesantes y certeros para sustentar la importancia del tema mencionado en 17 artículos científicos válidos, publicados en las bases de datos Scopus, WoS y Google Académico.

A pesar de que no existen muchas posibilidades de encontrar investigaciones realizadas, en la revisión se adecuaron específicamente muchas búsquedas a palabras afines como: actitud, docente o actitud profesional. No obstante, es precisamente la poca información que existe sobre las competencias actitudinales docentes (17 artículos válidos) la que justifica el estudio riguroso de este tema tan sustantivo para el proceso de aprendizaje y para la formación integral de las personas, pues son los docentes quienes dan lo que poseen y, en este caso, son ellos quienes formarán las actitudes de sus estudiantes.

Finalmente, considerando que las competencias actitudinales docentes son disposiciones características que favorecen de forma significativa la formación integral de las personas, es ineludible continuar investigando sobre esta cuestión en el área de la docencia y sobre las implicaciones que tiene en el desarrollo de la vida de las personas.

## Referencias

- Aparicio-Herguedas, J. L., Velázquez-Callado, C. y Fraile-Aranda, A. (2021). El trabajo en equipo en la formación inicial del profesorado. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 16(49), 455–464. <https://doi.org/10.12800/CCD.V16I49.1548>
- Barrios, Z., Reyes de Suárez, L. y Muñoz, D. (2009). Desarrollo de competencias a través de proyectos de investigación. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 11(2), 229–243.
- Belykh, A. (2019). Resiliencia e Inteligencia Emocional: bosquejo de modelo integrador para el desarrollo del saber ser del estudiante universitario. *Universta*, 29. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2019.29.529>
- Carrizo, D. y Moller, C. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático Methodological structures of systematic literature review in software engineering: a systematic mapping study. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 45–54.
- Chacón, F. (2019). Competencias cognitivas en el diseño de materiales educativos multimedia del docente de contextos educativos virtuales. *MÉRITO Revista de Educación*, 126–142.
- Cuño Bonito, J. y Lima Jardilino, J. R. (2019). Por una política educativa más allá de la colonialidad del Ser, del Saber y del Poder. *Historia Educativa Latinoamericana*, 21, 8–11. <https://doi.org/10.19053/01227238.9409>
- De la Fuente Arias, J., Justicia Justicia, F., Félix Casanova, P. y Victoria Trianes, M. (2005). Percepción sobre la construcción de competencias académicas y profesionales en Psicólogos. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 3, 3–34. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v3i5.1164>
- Delors, J. (1996). Los cuatro pilares de la educación. *Informe a La UNESCO de La Comisión Internacional Sobre La Educación Para El Siglo XXI*, 1–9. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Espinoza-Freire, E., Tinoco-Izquierdo, W. y Sánchez-Barreto, X. (2017). Características del Docente del Siglo XXI. *OLIMPIA. Revista de La Facultad de Cultura Física de La Universidad de Granma*, 39–53.
- Farnos, J. [@juandoming]. (2022, 20 de mayo). *El docente y el aprendiz transforman su rol en la nueva educación del siglo XXI*. [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/juandoming/status/1527529201267523584?t=xFZtnguzQ-5JR9eXb5AX-Q&s=08>
- Fontanilla Lucena, N. y Mercado Durán, Z. (2019). Competencias investigativas actitudinales que promueve el docente en su acción didáctica universitaria. *EDUCERE*, 85–94.
- Gómez del Pulgar, S. C. y Rodríguez Mantilla, J. M. (2020). The instrumental competencies in the future teachers of primary education: Self-perception and satis-

faction with the training received by students of the UCM | Las competencias instrumentales en los futuros maestros de educación primaria: Autopercepción y. *Profesorado*, 24(3), 309–333. <https://doi.org/10.30827/PROFESORADO.V24I3.8158>

- Granero-Gallegos, A., Baena-Extremera, A., Bracho-Amador, C. y Pérez-Quero F. (2014). Metas sociales, clima motivacional, disciplina y actitud del alumno según el docente. *Rev.Int.Med.Cienc.Act.Fis.Deporte*, 649–665.
- Hernández Ramos, J. P. y Martínez Abad, F. (2021). La importancia de la actitud del docente universitario: validación de una escala para su consideración. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 59–71. <https://doi.org/10.6018/reifop.414781>
- Hortigüela Alcalá, D., Pérez Pueyo, Á. y Fernández Río, J. (2015). Relación entre el estilo actitudinal y la responsabilidad evaluativa del alumnado de Educación Física. *Cultura*, 89–99.
- Klein, L. F. (2021). Papa Francisco: La Nueva Educación y el Pacto Educativo Global. *CPAL*, 1–40. <https://www.flacsi.net/wp-content/uploads/2021/03/LA-NUEVA-EDUCACION-VERSION-ESPANOL.pdf>
- Martínez-Scott, S., Sonlleve-Velasco, M. y Monjas-Aguado, R. (2022). Aprender a desobedecer, ¿una tarea necesaria para los futuros docentes? *Educ. Pesqui*, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1678-46342022482322779>
- Monge Benito, S. y Etxebarria Gangoiti, J. A. (2017). Competences basque advertising professionals consider most important to their work: A comparison 2008-2016. *Communication and Society*, 30(2), 97–111. <https://doi.org/10.15581/003.30.2.97-111>
- Muñoz-Cantero, J.-M. y Losada-Puente, L. (2018). IMPLICACIONES DE LA ACTITUD DOCENTE EN LA CALIDAD DE VIDA DEL ALUMNADO CON ALTERACIONES DEL DESARROLLO INTELECTUAL. *Educación XXI*, 37–58. <https://doi.org/10.5944/educXX1.19535>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Peñalosa de Lara, A. (2018). Competencias cognitivas del docente (tutor) en la guía y orientación investigativa para la producción de la tesis doctoral. *Plus(+)* *Economía*, 10–16.
- Pérez, M., Arbeláez, D. R. y Corredor, M. v. (2009). Concepciones sobre competencias. *Revista Docencia Universitaria*, 147–150.
- Pérez-Pueyo, Á., Hortigüela-Alcalá, D., Hernando-Garijo, A., González-Villora, S. y



- Sánchez-Miguel, P. A. (2021). The Attitudinal Style as Pedagogical Model in Physical Education \_ Enhanced Reader. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph18020374>
- Ramírez Botia, E. L. y Saavedra Bautista, C. E. (2017). Inteligencias múltiples: un análisis al actuar del docente. *Educación y Territorio*, 76–94.
- Rico-Gómez, M. L. y Ponce Gea, A. I. (2022). El docente del siglo XXI Perspectivas según el rol formativo y profesional. In *Revista Mexicana de Investigación Educativa RMIE* (Vol. 27).
- Rivadeneira Rodríguez, E. M. (2013). ¿Cómo Las Competencias Actitudinales Ayudan a Conseguir Un Adecuado Aprendizaje En Discentes? *ESPIRAL, Revista de Docencia e Investigación*, 3(1). <https://doi.org/10.15332/erdi.v3i1.431>
- Rivadeneira Rodríguez, E. M. (2015). Las competencias cognitivas-tecnológicas y perfil del docente universitario. In *XVIII Congreso Internacional EDUTECH “Educación y tecnología desde una visión Transformadora”* (EDUTECH, pp. 1–9).
- Silva, P., Pires, S. y Pimenta, M. (2020). Proyecto integrador y actitudes: una perspectiva hermenéutica del desarrollo de la competencia en la docencia. *Estudios Pedagógicos*, 181–193. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000300181>
- Torres-Carrión, P. V., González-González, C. S., Aciar, S. y Rodríguez-Morales, G. (2018). Methodology for systematic literature review applied to engineering and education. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2018-April*(April), 1364–1373. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363388>
- UNESCO. (2019, August 27). *DOCENTES*. UNESCO. <https://es.unesco.org/themes/docentes>

# **Inclusión Socioescolar de Niños, Niñas y Adolescentes con Discapacidad Intelectual: un Análisis Teórico de Experiencias Internacionales**

Daniela Jaure , Daniela Robles , Bernardita López , María Álvarez 

Álvarez, María

Avanza Inclusión, Chile

Autor para correspondencia: [m.alvarez@avanzainclusion.cl](mailto:m.alvarez@avanzainclusion.cl)

## **Resumen**

Los establecimientos educacionales son instituciones de interacción e integración social. Sin embargo, la realidad y experiencia social de niños, niñas y adolescentes (NNA) con discapacidad intelectual en la escuela impone importantes desafíos, no solo en la integración e inclusión efectiva, sino también en el proceso de aprendizaje, el desarrollo de prácticas inclusivas y la capacitación pedagógica permanente. En Chile, en el marco de los derechos humanos, se ha desarrollado amplia normativa jurídica y políticas sectoriales que promueven el acceso y la incorporación efectiva de los niños, niñas y adolescentes con discapacidad en igualdad de condiciones. No obstante, la evidencia internacional sugiere que existen elementos diferenciadores que permiten generar inclusión efectiva en el aula, estos son: compromiso de las familias, mayor cantidad de recursos de las familias destinados a educación, programas de innovación pedagógica en el aula y capacitación de los docentes para el desarrollo de prácticas inclusivas. Por tanto, el artículo presenta evidencia internacional comparativa respecto a elementos favorecedores de la inclusión escolar de niños, niñas y adolescentes con discapacidad. Posteriormente, se revisa el marco educativo chileno respecto a la atención en contexto escolar de NNA con discapacidad intelectual y, finalmente, se analiza cómo el apoyo educativo se traduce en una mejor calidad de vida y una inserción laboral efectiva en la adultez.

**Palabras clave:** educación, discapacidad, necesidades educativas especiales

## **Introducción**

Es relevante observar la literatura y la evidencia a la hora de señalar que las principales inequidades sociales comienzan en la primera infancia y, en gran medida, se mantienen y acumulan en la trayectoria de la vida. Es decir, detrás de los procesos educativos y de formación en la base de un niño, niña y adolescente (NNA) encontramos los primeros indicios de la formación en valores, construcción de identidad, percepción del yo y del otro, así como múltiples elementos que favorecen el desarrollo humano y la interacción social en la adultez (Davey Smith et al., 2006; Huang et al., 2020).

A este respecto, estudios con enfoque de curso de vida argumentan que las condiciones de pobreza y bajos ingresos en la primera infancia y posteriormente en la adolescencia, influyen en la salud y en las formas de interacción social durante la vida adulta; también afectan las inequidades de acceso a la educación y a oportunidades, que merman el capital social y cultural (Bourdieu, 2008; Pianta et al., 2002). En este sentido, y desde el mismo enfoque de curso de vida, la infancia es un período crítico del desarrollo que conceptualiza, a su vez, trayectorias vitales (Kuh et al., 2004).

Así, la literatura recoge las trayectorias escolares como trayectorias vitales, relacionadas particularmente con el acceso a la educación en la primera infancia, para luego observar trayectorias altamente diferenciadas a la hora de iniciar la vida laboral a temprana edad (Blanco y Pacheco, 2003). Esto es particularmente relevante cuando hablamos de NNA que requieren, en el proceso de formación educativa, un apoyo distinto o con elementos diferenciadores en comparación a sus pares; hablamos de NNA con discapacidad intelectual u otras discapacidades que pueden afectar los procesos cognitivos de aprendizaje, y que precisan, por ello, de un mayor apoyo en el aula y fuera de ella (Kim Jou et al., 2020; Lara y De los Pinos, 2017; Okyere et al., 2019; Szumski y Karwowski, 2012)

Por tanto, la escuela como espacio físico y el proceso de aprendizaje, junto con la interacción entre pares y adultos en los establecimientos educativos y fuera de ellos, configuran el contexto escolar, y todo ello, a su vez, constituye la trayectoria de vida en la adultez. Dicha trayectoria de vida, desde un enfoque de curso de vida, permitirá generar experiencias inclusivas para NNA con discapacidad intelectual y, con ello, mayor autonomía, calidad de vida, desarrollo formativo-cognitivo y, finalmente, inclusión sociolaboral (Okyere et al., 2019) because of the unique challenges they often present, children with intellectual and developmental disabilities (IDDs).

La importancia del contexto educativo y, particularmente, de los contextos formativos inclusivos frente a las necesidades educativas especiales de NNA con discapacidad intelectual, es relevante no solo para el proceso de aprendizaje, sino también para el cuidado ético y la protección de sus derechos. Así, por ejemplo, el concepto de contexto escolar fue recogido en la Convención Internacional de los Derechos del Niño de Naciones Unidas y la Declaración de Incheon para la Agenda de Educación 2030, estableciendo a la escuela como un entorno crucial en el desarrollo de NNA. Al respecto, ambos instrumentos e instancias señalan que el contexto escolar será un facilitador del desarrollo de la capacidad física e intelectual, además de favorecer la identidad cultural, la lengua materna y los valores de tolerancia e igualdad. En este sentido, el contexto escolar es la suma de los procesos de enseñanza-aprendizaje con la interacción que se produce en dicho proceso en el marco de la comunidad educativa (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 1989; United Nations, 2015).

El contexto escolar, entonces, constituye una unidad de análisis diferenciadora. Por una parte, porque el acceso a educación se encuentra recogido en la Constitución Política de Chile (vigente a julio de 2022) y, por otra, porque los elementos que componen dicho contexto —como el proceso de enseñanza-aprendizaje o la interacción entre pares y adultos en el marco del proceso educativo— difiere considerablemente en cada niño, niña y adolescente.

Por tanto, este artículo se propone revisar y perfilar la educación escolar de NNA con discapacidad intelectual en Chile desde una perspectiva de curso de vida, favorecedora del desarrollo integral del adulto y con una mirada hacia la calidad de vida, las interacciones sociales, la integración sociolaboral y el desarrollo de la autonomía, elementos cruciales en personas con discapacidad que precisan de una inclusión efectiva en la sociedad. Por su parte, revisar y revalorizar aquellos aspectos esenciales del proceso escolar inclusivo de NNA con discapacidad —particularmente intelectual— requiere considerar el contexto escolar, que, conforme a su conceptualización internacional aplicada a la niñez, se transforma en un elemento facilitador del desarrollo de la capacidad física e intelectual, de la identidad cultural y de los valores y competencias para el siglo XXI. A su vez, este contexto escolar incluye el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como las interacciones entre pares y adultos que se producen en dicho proceso (UNICEF, 1989; United Nations, 2015).

## **Revisión teórica**

Definir la discapacidad intelectual implica hacer una revisión histórica acerca del concepto y su evolución. En un inicio, la discapacidad intelectual estaba asociada al “retraso mental”, concepto que ha desaparecido debido a su carácter patológico, centrado en el paradigma médico, y a la connotación de carácter peyorativo que tenía, además de cargar con un estigma social (Alí y Blanco, 2015).

Actualmente, el concepto de discapacidad intelectual posee un fuerte contenido social que se aleja de paradigmas individuales y se caracteriza por el impacto que los factores sociales y ambientales tienen en las personas. De esta forma, el hito lo establece la Asociación Americana sobre Retraso Mental (AAMR) en el año 1992, cuando estableció un cambio radical alejado del paradigma tradicional en el que, en lugar de diagnosticar y clasificar a las personas, se pone énfasis en la interacción con los contextos en que dichas personas se desenvuelven. A su vez, se propuso un sistema de clasificación basado en la intensidad de los apoyos que requerían las personas —limitado, intermitente, extenso y generalizado—, en lugar de un sistema basado en los niveles de inteligencia del individuo —ligero, medio, severo y profundo—. (Verdugo, 2003).

Por lo tanto, la discapacidad intelectual se centra en las barreras sociales que enfrentan día a día las personas y reconoce a las personas con discapacidad intelectual con sus características, en toda su dignidad, con el fin de remover las barreras sociales que, en definitiva, son las causantes de la discapacidad. De esta manera, la Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo, define la discapacidad intelectual como aquella caracterizada “por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento intelectual como en la conducta adaptativa, conceptuales, sociales y prácticas. Esta discapacidad se origina antes de los 18 años” (American Association on Intellectual and Developmental Disabilities, 2022).

El Segundo Estudio Nacional de Discapacidad en Chile, reporta que alrededor del 21% de NNA presenta dificultad mental o intelectual, esto es, 49 520 personas. El mismo

estudio señala que de la población de entre 4 a 17 años de edad que tiene algún tipo de discapacidad, un 96% asiste a un establecimiento educacional y, de ellas, el 11.8% asiste a la educación especial y el 88.2% a la modalidad de enseñanza regular (Ministerio de Desarrollo Social de Chile y Servicio Nacional de la Discapacidad de Chile, 2015).

En Chile, un estudiante cuenta a la semana, aproximadamente, con 31.5 horas cronológicas en aula, es decir, 6 horas y 18 minutos al día. En este sentido, Chile es uno de los países con mayor número de horas en aula, por encima del promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) e incluso por encima de otros países latinoamericanos (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2016). Las horas de instrucción diaria se desarrollan en contextos escolares, sociales y económicos diversos, en escuelas con todas las condiciones de infraestructura, pero también en escuelas sin las condiciones mínimas de funcionamiento. Estas condiciones son el telón de fondo del desarrollo educativo de los niños y niñas, no solo en Chile, sino en una parte importante de la región latinoamericana (Banco Interamericano de Desarrollo, 2009).

Actualmente, la Constitución Política de la República de Chile (vigente a julio de 2022) consagra el derecho a la educación desde su acceso y cobertura, vale decir, no desde la calidad del proceso educativo (Cea, 2012; Constitución Política de la República de Chile, 1980; Nogueira, s.f.; Vivanco, 2007). La calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje está regulada legalmente solo en relación con los resultados en pruebas estandarizadas, tanto respecto a cobertura curricular, contenido temático y a los otros indicadores de calidad.

Por su parte, el proceso de aprendizaje se encuentra conceptualizado a nivel legal en el artículo 2° del D.F.L. N° 2, de 2 de julio de 2010, del Ministerio de Educación, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley General de Educación N° 20.370, de 2010, el cual señala que: “abarca las distintas etapas de la vida de una persona, cuya finalidad es alcanzar su desarrollo espiritual, ético, moral, afectivo, intelectual, artístico y físico, mediante la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas” (Ley General de Educación N° 20.370, 2010).

Así, tenemos dos normas que dan contenido al marco jurídico en educación. Por una parte, y de forma central, la Constitución Política de la República que en su artículo 19 numeral 10 señala:

10. El derecho a la educación: La educación tiene por objeto el pleno desarrollo de la persona en las distintas etapas de su vida.

Los padres tienen el derecho preferente y el deber de educar a sus hijos. Corresponderá al Estado otorgar especial protección al ejercicio de este derecho. El Estado promoverá la educación parvularia.

La educación básica y la educación media son obligatorias, debiendo el Estado

financiar un sistema gratuito con tal objeto, destinado a asegurar el acceso a ellas de toda la población. En el caso de la educación media este sistema, en conformidad a la ley, se extenderá hasta cumplir los 21 años de edad. (Constitución Política de la República de Chile, 1980)

En segundo lugar, la garantía o el derecho a la educación se reconoce en la Ley N°20.370 General de Educación, que establece en su artículo 3:

El sistema educativo chileno se construye sobre la base de los derechos garantizados en la Constitución, así como en los tratados internacionales ratificados por Chile y que se encuentren vigentes y, en especial, del derecho a la educación y la libertad de enseñanza.

Lo que reafirma a su vez, el artículo 4° de misma Ley que establece explícitamente: “La educación es un derecho de todas las personas”.

En este sentido, y despejando toda duda respecto al reconocimiento constitucional y legal del derecho a la educación en cuanto a su acceso, queda por analizar cómo este derecho toma forma en el contexto de garantizar el acceso a la educación para NNA con discapacidad en Chile y, particularmente, si dicha discapacidad es intelectual, pues esta requiere ajustes y variaciones en los procesos de formación y aprendizaje.

En relación con la no discriminación, actualmente Chile cuenta con un marco legal que regula la vida en sociedad y, además, la inclusión escolar, con miras a generar espacios que no toleren la discriminación y faciliten la construcción de una sociedad justa e igualitaria. Así entonces, encontramos la Ley Zamudio o Ley N° 20.609 que establece medidas contra la discriminación, y la Ley de Inclusión Escolar o Ley N° 20.845, que regula la admisión de los y las estudiantes, elimina el financiamiento compartido y prohíbe el lucro en establecimientos educacionales que reciben aportes del Estado. Esta última ley asegura la no discriminación en el acceso a los establecimientos, pero también al interior de ellos, incorporando la obligatoriedad de elaborar reglamentos de convivencia escolar en todos los establecimientos, que deben: (1) Asegurar el derecho a la educación de todos y todas los estudiantes, resguardando su ingreso y permanencia durante su trayectoria escolar; (2) eliminar todas las formas de discriminación arbitraria que impidan el aprendizaje y participación de los estudiantes; (3) establecer programas especiales de apoyo a aquellos estudiantes que presenten bajo rendimiento académico y necesidad de apoyo para la convivencia; (4) reconocer el derecho de asociación de los estudiantes, padres, madres y apoderados, personal docente y asistentes de la educación, y (5) establecer la regulación de las medidas de expulsión y cancelación de matrícula, las que sólo podrán adoptarse luego de un procedimiento previo, racional y justo (Ley N° 20.845 de Inclusión Escolar, 2015).

Por su parte, la Observación General No. 14 de 2013 del Comité de los Derechos del Niño, define los requisitos para la debida consideración del interés superior del niño, en particular, en las decisiones judiciales y administrativas. Esto último obliga a considerar las circunstancias concretas de cada niño: edad, sexo, grado de madurez, experiencia, pertenencia a un grupo minoritario, existencia de una discapacidad física, sensorial o intelectual y el contexto social y cultural del niño (Comité de los Derechos del Niño,

2013). Así entonces, el Estado de Chile, en cumplimiento del marco legal nacional y de los tratados internacionales suscritos y ratificados, bajo un contexto de protección del interés superior del niño y del principio de no discriminación, asegura el acceso de todos los NNA al sistema educativo, propiciando los recursos, los mecanismos y los sistemas de ajuste formativo que permitan el acceso y la permanencia en igualdad de condiciones con sus pares.

## Métodos

### Revisión de Experiencia Comparada

Para efectos de destacar experiencias internacionales en el aula, que permitan a su vez generar espacios de inclusión en el contexto escolar (procesos formativos e interacción en el sistema educativo), se presentan a continuación diversas conclusiones respecto al abordaje educativo de NNA con discapacidad intelectual.

Las experiencias fueron revisadas bajo la metodología *scoping literature review*, que permite identificar la cobertura de la evidencia y literatura sobre un tema específico (educación inclusiva en NNA con discapacidad intelectual). Esta metodología es útil para la revisión de pruebas emergentes sobre el tema en general (Munn et al., 2018), con diversas perspectivas y abordajes bibliográficos.

## Resultados y Discusión

### Inclusión en aula como condición para el desarrollo de habilidades para la vida

El artículo “Progress in Education of Children with Disabilities in Zambia” (Peele et al., 2020) revisa los principales factores favorecedores de la educación de las personas con discapacidad en Zambia, identificando las barreras que han obstaculizado el cambio, así como las iniciativas que han facilitado cambios positivos en el país. Entre las iniciativas favorecedoras, destacan las políticas de formación y carrera docente en materia de inclusión y apoyo a necesidades educativas especiales. Estos cambios y avances en la carrera docente se observan en Zambia desde su independencia en 1964. En ese sentido, el artículo realiza una profunda descripción sobre los avances en materia de discapacidad, aún con los limitados recursos con los que cuenta el país.

Uno de los aspectos interesantes al respecto es que, si bien Zambia cuenta con recursos sumamente limitados y restringidos para atender las necesidades más urgentes de la población —con altos índices de pobreza y precarización sociolaboral—, la atención a la discapacidad y la inclusión en el contexto escolar favorecen la equidad y, con ello, la mejora de oportunidades en la adultez de los NNA. En este contexto, los programas educativos para niños con necesidades educativas especiales, particularmente discapacidad, se establecen desde las didácticas inclusivas en el aula y las terapias del habla/lenguaje.

El artículo finaliza con la necesidad de generar aún mayor formación de docentes, con el objetivo de formar educadoras para las aulas diversas (en relación a la discapacidad), y con estrategias de gestión de dicha diversidad (Peele et al., 2020).

Por su parte, en África Occidental, particularmente en Ghana, encontramos el artículo “The Experience of Children with Intellectual and Developmental Disabilities in Inclusive Schools in Accra, Ghana” (Okyere et al., 2019) *because of the unique challenges they often present, children with intellectual and developmental disabilities (IDDs*, que muestra la experiencia de NNA con discapacidad intelectual en las escuelas inclusivas de Ghana.

El análisis parte desde la teoría bioecológica del desarrollo humano, propuesta por primera vez en la década de 1970 por Urie Bronfenbrenner (Bronfenbrenner y Morris, 1998), y que centra la investigación en la inclusión desde la compleja interrelación entre el individuo y el entorno. Con todo, la teoría es universalmente aplicable y proporciona un marco teórico y de investigación a través del cual se pueden tener en cuenta tanto las características personales como los factores ambientales en las complejidades del desarrollo del niño (Bronfenbrenner y Morris, 1998; Okyere et al., 2019) *because of the unique challenges they often present, children with intellectual and developmental disabilities (IDDs*.

Así, el artículo realiza un análisis cualitativo de diversas experiencias educacionales en Ghana de la mano de los relatos de estudiantes y actores clave desde una perspectiva bioecológica, concluyendo que las características personales (los desafíos conductuales), los entornos inmediatos (la escuela y el hogar) y los sucesos e interacciones dentro de estos entornos influyen en las experiencias de los niños en las escuelas inclusivas (Okyere et al., 2019) *because of the unique challenges they often present, children with intellectual and developmental disabilities (IDDs*. En la misma línea, y a nivel microsistémico, el estudio concluye que los NNA con discapacidad intelectual se benefician de las relaciones con sus compañeros y del apoyo que reciben en sus tareas y desplazamientos desde y hacia la escuela. Este hallazgo es consistente con estudios anteriores, que han establecido que el apoyo de los compañeros es beneficioso para los logros académicos y el bienestar social y emocional de los niños con discapacidad intelectual (Carter et al., 2005). Particularmente, el efecto par —apoyo por parte de pares en las dinámicas educativas diarias— proporciona a los NNA con discapacidad intelectual la oportunidad de interactuar y asociarse con sus compañeros sin discapacidades, mejorando sus habilidades académicas y de interacción social no solo en la infancia y adolescencia, sino especialmente como habilidad para la vida del siglo XXI.

Sin embargo, se observan relatos en el artículo sobre abusos verbales y físicos por parte de los compañeros sin discapacidad durante y después del horario escolar. La victimización de los niños con discapacidad intelectual es un desafío social que se repite en diferentes países (Okyere et al., 2019) *because of the unique challenges they often present, children with intellectual and developmental disabilities (IDDs*. En el mismo sentido, en Zimbabue, encontramos evidencia (Majoko, 2016) que identifica el acoso y la victimización por parte de los compañeros como una de las principales barreras sociales para la inclusión de los niños con discapacidad intelectual. En este caso, identificaron que los profesores no respondían a las quejas relacionadas con incidencias de acoso (Majoko, 2016), dato que se asemeja a lo descrito por los estudiantes en



Ghana, quienes afirmaban que los profesores de educación general ven a los niños con discapacidad intelectual con escepticismo y no actúan de manera clara debido a los desafíos de comportamiento del niño (Okyere et al., 2019) because of the unique challenges they often present, children with intellectual and developmental disabilities (IDDs. Conclusión similar encontramos en artículos académicos que recogen evidencia de Israel y Palestina (Lifshitz et al., 2004), donde los profesores parecen no atender a conductas de abuso contra NNA con discapacidad intelectual, incluso dentro del aula.

Por otra parte, en un estudio cubano se evidencia la incorporación de habilidades transversales, no situadas a la realidad y contexto de los NNA, ya que en la ruralidad se consideran indistintamente las habilidades y actividades respecto al contexto urbano (Batista, 2020). Es por esto que la inclusión educativa no debe ser vista como un absoluto, sino más bien como un concepto dinámico que muta en relación a las necesidades y realidades de cada NNA.

### **Aulas y habilidades diversas: construyendo inclusión**

El artículo “Students with Intellectual Disability in Special Needs School: A Qualitative Study” (Kim Jou et al., 2020) analiza programas de apoyo a NNA con discapacidad intelectual en Indonesia. Se parte de las características de la discapacidad intelectual, en la que las personas que la padecen experimentan una disminución de la capacidad para leer, escribir, hacer cálculos matemáticos, razonar, comprender la ciencia y almacenar recuerdos. Además, las personas con discapacidad intelectual experimentan limitaciones o debilidades en el funcionamiento intelectual y tienen dificultades para comprender conceptos abstractos (American Psychiatric Association y American Psychiatric Association, 2013; Szumski y Karwowski, 2012).

Aunque los niños y los alumnos experimentan limitaciones, los padres y los profesores tienen expectativas positivas para su futuro. Los padres y los profesores esperan que los niños tengan un buen porvenir, que puedan terminar la escuela y ser independientes a la hora de realizar actividades diarias e incluso laborales (Kim Jou et al., 2020). Para ello, es imprescindible generar las condiciones para el desarrollo de habilidades para la vida. Esto se relaciona con los resultados de otras investigaciones que explican que los padres sienten preocupación por las carreras de sus hijos con necesidades especiales, pues no desean que estas simplemente finalicen al acabar la educación obligatoria (Kim Jou et al., 2020).

En este contexto, los profesores utilizan elementos de apoyo, como imágenes y vídeos, para enseñar conceptos de forma concreta, fomentando así que los procesos de enseñanza y aprendizaje se lleven a cabo de forma eficaz, ya que los alumnos con discapacidad intelectual tienen una excelente capacidad de asociación visual, mientras que son débiles en la capacidad de desarrollo de su memoria auditiva (Keskinova y Ajdinski, 2018; Kim Jou et al., 2020). El artículo afirma que profesores y padres desempeñan un papel importante en el desarrollo de los niños con discapacidad intelectual tanto en casa como en la escuela. Particularmente en la escuela, los NNA con discapacidad intelectual pueden desarrollarse si sus profesores aplican métodos y medios de enseñanza adecuados y efectivos para el proceso de aprendizaje, lo

que requiere, además, conocer las habilidades diversas de los estudiantes con y sin discapacidad. Asimismo, el estudio finaliza indicando que el apoyo de los familiares y los profesores es un factor favorecedor a la hora de generar independencia en el futuro, tanto a nivel académico como en las actividades de la vida diaria (Kim Jou et al., 2020).

Por su parte, la realidad latinoamericana difiere de lo expuesto anteriormente. Un estudio en Ecuador refiere que los docentes tienen bajas expectativas sobre el aprendizaje y conducta social de estudiantes con discapacidad intelectual (Albán-Martínez y Naranjo-Hidalgo, 2020), aunque reconocen que la actitud es fundamental para favorecer la atención a la diversidad, sobre todo de estudiantes con discapacidad intelectual.

En dicho estudio, además, se incorpora la necesidad de reflexionar respecto al uso de las tecnologías y la innovación para la atención la diversidad; esto no implica replicar metodologías antiguas, como por ejemplo proyectar una diapositiva en lugar de escribir en la pizarra, sino incorporar herramientas como la gamificación o el trabajo colaborativo, entre otras.

Finalmente, en la revisión de la realidad latinoamericana se incorpora la reflexión de los ajustes que se realizan a cada estudiante con necesidades educativas especiales. No obstante, aún no se elaboran adecuaciones a los factores externos de cada estudiante, como la provisión de recursos, formación docente, atención a la estructura social y clima del lugar de educación (Albán-Martínez y Naranjo-Hidalgo, 2020).

## **Inversión en educación inclusiva**

En Polonia, el artículo “School Achievement of Children with Intellectual Disability: The Role of Socioeconomic Status, Placement, and Parents’ Engagement”, describe las condiciones mínimas para el rendimiento escolar de los alumnos con discapacidad intelectual en las escuelas primarias polacas. Se concluye que el estatus socioeconómico se asocia positivamente con la presencia de los niños en escuelas integradoras e inclusivas. Esto deriva en dos líneas de análisis: (1) En Polonia, las escuelas con mayor desarrollo de prácticas inclusivas se asocian mayormente con escuelas privadas, por tanto, la mayor disposición de recursos económicos por parte de las familias deriva en la opción de incorporar a niños y niñas con discapacidad intelectual a instituciones educativas con mayor cantidad de prácticas inclusivas en el aula; y (2) las desigualdades sociales observadas en este estudio desacreditan el principio del concepto de entorno menos restrictivo, e invitan a visitar la inversión en escuelas públicas para el desarrollo de prácticas inclusivas y la capacitación de los docentes en este ámbito (Szumski y Karwowski, 2012).

En el texto ya revisado sobre educación de NNA con discapacidad intelectual en Ghana, los autores señalan que el entorno general de las aulas es estresante, debido al gran tamaño de las mismas y a la falta de medidas y recursos de apoyo, lo que dificulta que los profesores respondan a las necesidades específicas de las niñas y niños con discapacidades intelectuales. El estudio también señala la necesidad de una acción colaborativa para mejorar las prácticas de inclusión de los niños y niñas con

discapacidad intelectual, y acuerdos para disponer de mayores recursos económicos que faciliten la formación pedagógica en inclusión y las didácticas en el aula (Okyere et al., 2019) because of the unique challenges they often present, children with intellectual and developmental disabilities (IDDs).

## Conclusiones

Es claro que en Chile existe un marco normativo que asegura los recursos y la obligatoriedad de que los procesos de formación y aprendizaje se realicen bajo lógicas inclusivas para aulas diversas, ya sea desde un programa o una mirada ministerial de la inclusión, o desde un enfoque pedagógico en aula. Este último incluye, desde una mayor formación en aulas con NNA con discapacidad, hasta el desarrollo de innovaciones pedagógicas que faciliten el aprendizaje.

En este contexto, es importante no solo analizar lo que el marco normativo permite y obliga a realizar, sino especialmente cómo podemos generar la inclusión efectiva. De la revisión de evidencia internacional, podemos concluir que existe una mirada sobre habilidades y competencias diferenciadas que facilitan un mejor proceso de aprendizaje e inclusión.

Así, es importante atender a la evidencia que señala que las personas con discapacidad intelectual experimentan una disminución de la capacidad para leer, escribir, hacer cálculos matemáticos, razonar, comprender la ciencia, almacenar recuerdos y comprender conceptos abstractos; sin embargo, sí cuentan con habilidades por encima del promedio para realizar asociaciones visuales (American Psychiatric Association and American Psychiatric Association, 2013; Kim Jou et al., 2020; Majoko, 2016; Okyere et al., 2019; Shree y Shukla, 2016). Estas habilidades y competencias diversas están presentes en todas las aulas donde hay NNA con y sin discapacidad. En este sentido, las aulas son, en esencia, diversas y heterogéneas, por lo que la formación pedagógica, la inversión en educación y el desarrollo de prácticas pedagógicas pueden eventualmente centrarse en una perspectiva de diversidad.

## Limitaciones del artículo

El estudio se enfoca en una metodología de *scoping literature review*, que permite identificar la cobertura de la evidencia y literatura sobre un tema específico (educación inclusiva en NNA con discapacidad intelectual). Esta metodología es útil para la revisión de estudios emergentes sobre el tema en general (Munn et al., 2018), con diversas perspectivas y abordajes bibliográficos.

Este artículo busca generar discusión acerca de las perspectivas educativas, sociológicas, psicológicas y laborales, entendiendo estas últimas como la generación de competencias y habilidades para la vida que se desarrollan a temprana edad en NNA con y sin discapacidad. Dichas habilidades no solo permiten la autonomía y vida independiente en la adultez, sino que también facilitan la integración sociolaboral de personas con discapacidad —particularmente intelectual— en aquellos oficios y profesiones en los que mejor puedan desarrollar su potencial.

Esta investigación deja abierta la discusión para poder indagar, desde una metodología de revisión sistemática, la efectividad y robustez de la evidencia en relación a programas de apoyo a NNA con discapacidad intelectual en el mundo. Con ello, sería posible determinar qué programas son más pertinentes para asegurar la inclusión y potenciar las habilidades para la vida desde temprana edad.

## Referencias

- Albán-Martínez, J. y Naranjo-Hidalgo, T. (2020). Inclusión educativa de estudiantes con discapacidad intelectual: Un reto pedagógico para la educación formal. *593 Digital Publisher CEIT*, 4(5), 56-68. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.4.217>
- Alí S. y Blanco R. (2015). Discapacidad intelectual, evolución social del concepto. *Revista Facultad de Odontología*, V III(1).
- American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. (2022). *Definición de Discapacidad Intelectual*.
- American Psychiatric Association American Psychiatric Association (Eds.). (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (5th ed). American Psychiatric Association.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). *Inequidad en los aprendizajes escolares en América Latina*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Inequidad-en-los-aprendizajes-escolares-en-América-Latina-análisis-multinivel-del-SERCE-según-la-condición-socioeconómica-de-los-estudiantes.pdf>
- Batista Serrano Y. (2020). Discapacidad intelectual e inclusión educativa: Experiencias desde un proyecto de mejoramiento educativo. *Revista Didasc@alia: D&E. Publicación del CEPUT-Las Tunas. Cuba*.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2016). *Horas semanales destinadas a la instrucción en aula, y a la resolución de tareas en el hogar en el Sistema Educativo Formal. Chile en comparación con países OCDE*. [http://www.revistadeeducacion.cl/wp-content/uploads/2016/08/Tareas\\_BCN.pdf](http://www.revistadeeducacion.cl/wp-content/uploads/2016/08/Tareas_BCN.pdf)
- Blanco M. y Pacheco E. (2003). Trabajo y familia desde el enfoque del curso de vida: Dos subcohortes de mujeres mexicanas. *Papeles de población*, 9.
- Bourdieu, P. (2008). *Capital cultural, escuela y espacio social*. Siglo XXI.
- Bronfenbrenner U. y Morris P. (1998). *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development*, in Damon R.L.W. (ed.), *The ecology of developmental processes*. John Wiley & Sons.
- Carter, E. W., Cushing, L. S., Clark, N. M. y Kennedy, C. H. (2005). Effects of Peer Support Interventions on Students' Access to the General Curriculum and Social Interactions. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities*, 30(1), 15-25. <https://doi.org/10.2511/rpsd.30.1.15>

- Cea Egaña, J. L. (2012). *Derecho Constitucional chileno. Derechos, deberes y garantías* (Ediciones Universidad Católica de Chile).
- Comité de los Derechos del Niño. (2013). *Observación General No. 14 de 2013 del Comité de los Derechos del Niño*.
- Constitución Política de la República de Chile. (1980). *Constitución Política de la República de Chile*. [https://www.camara.cl/camara/doc/leyes\\_normas/constitucion\\_politica.pdf](https://www.camara.cl/camara/doc/leyes_normas/constitucion_politica.pdf)
- Davey Smith G., Lawler L. y Galobardes S. (2006). Indicators of socioeconomic position. En: Oakes JM, Kaufman JS, eds. *Methods in social epidemiology*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Huang, J., Gates, A. J., Sinatra, R. y Barabási, A.-L. (2020). Historical comparison of gender inequality in scientific careers across countries and disciplines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(9), 4609-4616. <https://doi.org/10.1073/pnas.1914221117>
- Keskinova, A. y Ajdinski, G. (2018). Learning problems in children with mild intellectual disability. *International Journal of Cognitive Research in Science Engineering and Education*, 6(1), 31-37. <https://doi.org/10.5937/ijersee1801031K>
- Kim Jou C., Zulfia N., Dwi Rahayu I. et. al. (2020). Students with Intellectual Disability in Special Needs School: A Qualitative Study. *International Journal of Multidisciplinary Research and Publications*. [https://www.researchgate.net/publication/343136335\\_Students\\_with\\_Intellectual\\_Disability\\_in\\_Special\\_Needs\\_School\\_A\\_Qualitative\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/343136335_Students_with_Intellectual_Disability_in_Special_Needs_School_A_Qualitative_Study)
- Kuh, D., Ben Shlomo, Y. y Ezra, S. (Eds.). (2004). *A Life Course Approach to Chronic Disease Epidemiology*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198578154.001.0001>
- Lara, E. B. y De los Pinos, C. C. (2017). Families with a Disabled Member: Impact and Family Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237, 418-425. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.084>
- Ley General de Educación N° 20.370. (2010). *Ley General de Educación N° 20.370*.
- Ley N° 20.845 de Inclusión Escolar. (2015). *Ley N° 20.845 de Inclusión Escolar*.
- Lifshitz, H., Glaubman, R. y Issawi, R. (2004). Attitudes towards inclusion: The case of Israeli and Palestinian regular and special education teachers. *European Journal of Special Needs Education*, 19(2), 171-190. <https://doi.org/10.1080/08856250410001678478>
- Majoko, T. (2016). Inclusion of Children with Autism Spectrum Disorders: Listening and Hearing to Voices from the Grassroots. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(4), 1429-1440. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2685-1>
- Ministerio de Desarrollo Social de Chile y Servicio Nacional de la Discapacidad de Chile. (2015). *II Estudio Nacional de Discapacidad*. Chile. <https://www>.

senadis.gob.cl/pag/355/1197/ii\_estudio\_nacional\_de\_discapacidad

- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A. y Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1), 143. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Nogueira Alcalá, H. (s. f.). El Derecho a la educación y sus regulaciones básicas en el Derecho Constitucional chileno e internacional de los Derechos Humanos. *Revista Ius et Praxis*, 14, 209-269.
- Okyere, C., Aldersey, H. M. y Lysaght, R. (2019). The experiences of children with intellectual and developmental disabilities in inclusive schools in Accra, Ghana. *African Journal of Disability*, 8. <https://doi.org/10.4102/ajod.v8i0.542>
- Peele, M. M., Gill, C. y Wainscott, S. (2020). Progress in Education of Children With Disabilities in Zambia. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 5(6), 1820-1827. [https://doi.org/10.1044/2020\\_PERSP-20-00034](https://doi.org/10.1044/2020_PERSP-20-00034)
- Pianta, R. C., la Paro, K. M., Payne, C., Cox, M. J. y Bradley, R. (2002). The Relation of Kindergarten Classroom Environment to Teacher, Family, and School Characteristics and Child Outcomes. *The Elementary School Journal*, 102(3), 225-238. <https://doi.org/10.1086/499701>
- Shree, A., y Shukla, P. C. (2016). Intellectual Disability: Definition, classification, causes and characteristics. *Learning Community-An International Journal of Educational and Social Development*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.5958/2231-458X.2016.00002.6>
- Szumski, G. y Karwowski, M. (2012). School achievement of children with intellectual disability: The role of socioeconomic status, placement, and parents' engagement. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1615-1625. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.03.030>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (1989). *Convención Internacional de los Derechos del Niño*.
- United Nations. (2015). *Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656>
- Verdugo Alonso M. (2003). Aportaciones de la definición de retraso mental (AAMR, 2002) a la corriente inclusiva de las personas con discapacidad. *Working Paper*.
- Vivanco Martínez, A. (2007). Derecho a la educación y libertad de enseñanza: Un aparente conflicto y sus efectos sobre una proposición normativa en Chile. *Temas de Agenda Pública*, 8, 1-22.

# Trastornos de Ansiedad en los Niños Causados por el COVID-19

Enrique Nicolás Barnuevo Montaña



Barnuevo Montaña, Enrique Nicolás  
Universidad Internacional del Ecuador  
Escuela de Ingeniería en Tecnologías de la Información  
Quito, Ecuador  
Autor para correspondencia: enbarnuevomo@uide.edu.ec

## Resumen

La ansiedad y los trastornos depresivos son dos perturbaciones emocionales complejas altamente prevalentes entre las personas, lo que lleva a un nivel complicado de vida personal y de relación con otros individuos y el entorno. La OMS (2017) declara que el 4.6% de la población de Ecuador sufre de trastornos depresivos y el 5.6% de ansiedad. Los estudiantes en edades vulnerables entre los 7 y 10 años, constituyen un foco de estudio importante. Las presiones que el medio ejerce pueden hacerlos sentir abrumados, tristes y poco comunicativos con su círculo familiar. Por lo tanto, la presente investigación es relevante, ya que la ansiedad y la depresión son patologías que se acrecientan en la población debido a la injerencia de la emergencia sanitaria provocada por la presencia del COVID-19. El aislamiento preventivo en hogares ha privado a los individuos de uno de los pilares fundamentales de la humanización, la socialización en el entorno, donde se producen los aprendizajes colaterales. Por ello, se determina y plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo afectó la pandemia a los estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano en edades comprendidas entre los 7 y 10 años? La hipótesis se centra en averiguar qué tan altos son los índices del trastorno de ansiedad y depresión y cómo han afectado a dichos estudiantes en el periodo de septiembre de 2020 a julio de 2021. El objetivo central plantea determinar el índice de ansiedad y los trastornos actitudinales, de modo que se puedan establecer planes preventivos para dicho sector de la comunidad educativa ibérica. Para llevar a cabo el estudio, el trabajo está estructurado de la siguiente manera: en la sección preliminar se detallan la introducción, los antecedentes, la fundamentación y los objetivos a alcanzar en la investigación. Posteriormente, se desarrollan dos capítulos. El primero incluye el marco teórico, donde se exponen algunas precisiones teóricas conceptuales tanto de la ansiedad como de los trastornos depresivos. En el segundo capítulo, se abordan la metodología, el análisis y discusión de datos, las conclusiones, recomendaciones y la bibliografía de la que se obtuvo información para sustentar la investigación, así como anexos que evidencian mediante capturas la aplicación del test de Beck. Antecedentes: los problemas de salud mental son relevantes; la depresión y la ansiedad son los trastornos más representativos. Para poder abordar la ansiedad hay que considerar algunos aspectos culturales y etimológicos sobre

el origen y las relaciones que tiene este con otros términos, además de su utilización en el contexto clínico y social. Métodos: se aplica un test de Beck para realizar una estadística probabilística. Resultados: El test de Beck determina que la pandemia no ha provocado el nivel de ansiedad grave, que es el nivel más alto al que podrían llegar los niños. Conclusiones: Aplicado el test de Beck a 24 niños en el rango de edad de 7 a 10 años, se puede deducir que la mitad presentan un grado de ansiedad normal.

**Palabras clave:** ansiedad, COVID-19, niños, educación

## **Introducción**

La ansiedad y los trastornos depresivos son dos perturbaciones emocionales complejas altamente prevalentes entre las personas, lo que lleva a un nivel complicado de vida personal y de relación con otros individuos y su entorno. Varios psicólogos manifiestan que “las personas que padecen estos trastornos tienen mayor riesgo de suicidio, comorbilidades con otros trastornos mentales, más conductas de riesgo y pobre desempeño en las áreas familiar, interpersonal y laboral” (Gómez et al., 2016, p. 1). La OMS (2017) declara que el 4.6% de la población de Ecuador sufre de trastornos depresivos y el 5.6% de ansiedad. Los estudiantes en edades vulnerables entre los 7 y 10 años, constituyen un foco de estudio importante. Las presiones que el medio ejerce pueden hacerlos sentir abrumados, tristes y poco comunicativos con su círculo familiar. Por lo tanto, la presente investigación es necesaria e imprescindible, ya que la ansiedad y la depresión son patologías que se acrecientan en la población debido a la injerencia de la emergencia sanitaria provocada por la presencia del COVID-19. El aislamiento preventivo en hogares ha privado a los individuos de uno de los pilares fundamentales de la humanización, la socialización en el entorno, donde se producen los aprendizajes colaterales. Por ello, se determina y plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo está afectando la pandemia a los estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano en edades comprendidas entre los 7 y 10 años? La hipótesis se centra en averiguar qué tan altos son los índices del trastorno de ansiedad y depresión y cómo han afectado a los estudiantes en el periodo de septiembre de 2020 a julio de 2021. El objetivo central plantea determinar el índice de ansiedad y los trastornos actitudinales, de modo que se puedan establecer planes preventivos para dicho sector de la comunidad educativa ibérica. Para llevar a cabo el estudio, el trabajo está estructurado de la siguiente manera: en la sección preliminar se detallan la introducción, los antecedentes, la fundamentación y los objetivos a alcanzar en la investigación. Posteriormente, se desarrollan dos capítulos. El primero incluye el marco teórico, donde se exponen algunas precisiones teóricas conceptuales tanto de la ansiedad como de los trastornos depresivos. En el segundo capítulo, se abordan la metodología, el análisis y discusión de datos, las conclusiones, recomendaciones y la bibliografía de la que se obtuvo información para sustentar la investigación, así como anexos que evidencian mediante capturas la aplicación del test de Beck.



## Revisión teórica

### Antecedentes

En todo el mundo, la promoción y prevención de la salud mental es una cuestión de interés que promueve el bienestar de las personas y mejora la calidad de vida. En Ecuador, el Ministerio de Salud Pública enfatiza la necesidad de lograr el bienestar personal desde la intervención psicológica con el individuo. En el ámbito educativo, los problemas de salud mental son relevantes; la depresión y la ansiedad son los trastornos más frecuentes. Para abordar la ansiedad hay que considerar algunos aspectos culturales y etimológicos sobre el origen y las relaciones que tiene este con otros términos, además de su utilización en el contexto clínico y social. La ansiedad, sin duda, es uno de los conceptos centrales en el campo de la salud mental. Desde el punto etimológico, “ansiedad” proviene del latín *anxietas*, que significa que el individuo está en un estado de agitación o inquietud del ánimo (Real Academia Española [RAE], 2020). Es interesante la amplia relación de significados que se le ha otorgado durante mucho tiempo a la palabra ansiedad. En el entorno social, coloquialmente se define la ansiedad como miedo. El término “miedo” proviene del término *fobos*, es decir, fobia, y esta a su vez se define como el temor angustioso ante un objeto o situación determinada. La ansiedad, en breves rasgos, se relaciona con la anticipación de peligros futuros e indefinibles (Pérez, 2020). Desde el punto de vista clínico, la ansiedad se define como trastorno de ansiedad. Estos trastornos generan malestar y afectan al desarrollo motor de la persona, sin importar su edad. Según publicaciones del Hospital Clínica Barcelona (2019), la principal fuente de los trastornos de ansiedad es el miedo, además de los siguientes factores (p. 11):

- Trastorno de ansiedad por separación.
- Fobia específica, trastorno de pánico.
- Agorafobia.

Durante los años 2020 y 2021, se generó incertidumbre y mayor número de casos de depresión debido a la presencia del COVID-19 en todo el planeta. Algunos estudios sobre la temática a nivel de América Latina demuestran que por ningún motivo la región se encuentra exenta de esta situación. En Colombia, un estudio sobre la ansiedad y depresión en una institución universitaria determinó la relación entre ansiedad y salud mental en 356 estudiantes universitarios. Según Vidal (2020), la mayoría presentó problemas psicosomáticos, dificultades para conciliar el sueño, problemas a nivel social en la actividad diaria y síntomas de depresión, en especial las mujeres y jóvenes de 18 a 25 años. De manera similar, una investigación realizada en Puerto Rico evidenció que los principales factores de ansiedad fueron la acumulación de tareas, la inadecuada ejecución de cursos virtuales, la ausencia de asesoramiento y la falta de comprensión del profesorado, entre otros.

En Ecuador, el problema de la ansiedad y depresión no pasa desapercibido. En un estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en los estudiantes de Medicina del cuarto semestre del año 2012, a los que se comparó con los estudiantes de cuarto y décimo primer nivel en el 2017, la sintomatología ansiosa y la sintomatología depresiva aumentaron de forma significativa desde el cuarto semestre de 2012 al cuarto nivel del 2017, pero no se encontraron diferencias en cuanto a gravedad (Salazar y Silva,

2017). En la ciudad de Loja se realizó un estudio en el que se concluyó que el grupo más vulnerable eran las mujeres, por sus altos índices en las escalas de sintomatología de ansiedad y depresión en comparación con los hombres (Valarezo et al., 2021). Esto demuestra la existencia del problema. Tal es el caso, por ejemplo, de los estudiantes de medicina de octavo ciclo de la Universidad Técnica Particular de Loja, donde la carga horaria y académica se combina con la llegada de la fase del internado, lo que desemboca en estrés y ansiedad. En octubre de 2020, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) en Ecuador, destaca la importancia de cuidar el bienestar emocional, psicológico y social de niños y adolescentes y, en general, de todo el entorno familiar; con base en estudios realizados en 4500 representantes de niños, niñas y jóvenes estudiantes, se llegó a determinar que 4 de cada 10 se sentían muy angustiados o tensionados por la situación. Para contrarrestar estos problemas de salud mental es necesario implementar actividades de prevención, las cuales implican la creación de nuevas conductas, modificar actitudes y fomentar creencias favorables mediante formulaciones verbales, campañas de salud mental, desempeños efectivos, trabajo en grupo, intermediación en centros laborales que propicien la condición de salud, entre otras actividades.

Es imposible no percatarse de la gravedad de la depresión y ansiedad que atacó de forma global a niños, jóvenes y adultos afectados por la pandemia del COVID-19. Según Vidal (2020), a nivel global, uno de los sectores más afectados por la pandemia fue el sistema educativo, en el que el aprendizaje de los estudiantes se vio afectado por las medidas impuestas por los gobiernos que, en su mayoría, suspendieron las actividades presenciales en las instituciones educativas para evitar la propagación de la enfermedad.

## **Definición**

“La ansiedad es el estado mental que conduce al ser humano a experimentar reacciones de incomodidad, angustia, miedo, preocupación o excitación” (Quintero et al., 2017, p. 116). Sin embargo, en la sociedad actual la ansiedad no solo abarca los síntomas sino también las conductas que derivan de esta; en realidad, la ansiedad se denomina científicamente como trastorno de angustia debido a las conductas constantes e inesperadas que afectan al individuo y a su entorno. Todas las personas sienten ansiedad en cierto grado, puesto que esta se ha convertido en un medio de supervivencia, por ende, es importante definir cuándo se convierte en un problema real. La ansiedad es diagnosticable cuando se producen manifestaciones mentales y físicas hacia peligros que no ocurren en el presente sino que son producto de anticipaciones de eventos futuros que hace el propio individuo, que puede llegar a caer en situaciones de pánico y cuadros de crisis.

## **Causas del surgimiento de la ansiedad**

Cuando el ser humano se encuentra estable, la ansiedad está dispuesta por el factor de supervivencia, ya que es una emoción que aleja al individuo de peligros futuros. Sin embargo, cuando se vuelve recurrente e incontrolable empieza a provocar daño. Según Corina (2020), esto se debe a tres factores:

- Factores de susceptibilidad. Este término se refiere a las variables biológicas y constitucionales, hereditarias o no, que hacen que los individuos sean más

propensos a desarrollar trastornos de ansiedad si están expuestos a condiciones que los activan

- Factores activadores. Son aquellos hechos o situaciones que pueden activar el sistema de alarma, los preparativos para reaccionar ante ellos y la propia respuesta
- Factores de mantenimiento. Este conjunto de factores incide fundamentalmente en aquellas situaciones en las que el problema de ansiedad inicial no se resuelve satisfactoriamente o la ansiedad llega al límite del trastorno.

## **Causas del surgimiento de la depresión**

### **Factores ambientales**

Estos factores inciden con mayor frecuencia cuando los eventos adversos son múltiples y constituyen diferentes tipos de experiencias negativas. Las circunstancias de abuso infantil o violencia doméstica son particularmente importantes en este caso. Según la página *Mente a Mente* (2020), los posibles desencadenantes que con frecuencia pueden derivar en depresión son:

- La muerte de un ser querido.
- Conflictos en el entorno laboral.
- Problemas financieros
- Rupturas sentimentales.
- Enfermedades tanto propias como de personas cercanas.

### **Factores genéticos**

La procedencia genética de esta enfermedad es muy compleja de determinar, puesto que los procesos de herencia son variables. Los estudios realizados en gemelos e individuos adoptados manifiestan que aproximadamente el 50% del espacio muestral de transmisión de la depresión se debe a estos factores. Viani (2019) manifiesta que la interacción entre genes y ambiente está estrechamente relacionado con el surgimiento de la depresión. En estos casos, se muestra que, junto a factores genéticos que pueden estar asociados a una patología infantil, los niños tienen que enfrentarse a niveles elevados de estrés cuando la madre o el padre presenta sintomatología depresiva, particularmente en el caso de hospitalización. La depresión de los padres suele representar una falta de apoyo emocional y estimulación positiva para el hijo, así como una mala comunicación interpersonal. “Esta situación provoca un cambio profundo en la dinámica familiar, más acentuado cuando la paciente es madre” (Urreiztieta, 2019, pp. 16-17).

## Síntomas de la depresión

La depresión causa trastornos cognitivos, psiquiátricos y otros trastornos funcionales, por ejemplo, falta de concentración, fatiga, pérdida de interés o placer en la mayoría de las actividades que antes eran placenteras o dificultad para dormir, entre otros.

Las personas con trastorno depresivo a menudo tienen pensamientos suicidas y pueden cometer intentos de suicidio. Otros síntomas o trastornos psiquiátricos —ansiedad o ataques de pánico— a menudo coexisten y, en ocasiones, complican el diagnóstico y el tratamiento. Las personas con cualquier tipo de trastorno depresivo son más propensas a excederse en sustancias como el alcohol, tabaco u otras. Esta tendencia hacia el consumo de sustancias puede ser un intento de solventar los síntomas ya mencionados. Algo muy importante que cabe mencionar es que los trastornos por uso de alcohol u otras sustancias son síntomas muy poco frecuentes dentro de esta enfermedad. (Coryell, 2019).

## Objetivos

### Objetivo general

Analizar el nivel de ansiedad provocado por la pandemia en los niños de 7 a 10 años de educación básica de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano en el año 2020-2021.

### Objetivos específicos

- Identificar y enumerar los niveles de ansiedad por la pandemia en los niños de 7 a 10 años de educación básica de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano en el año 2020-2021.
- Determinar si la pandemia provocó los niveles más altos de ansiedad en los niños de 7 a 10 años de educación básica de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano en el año 2020-2021.

## Métodos

Para el presente estudio se usó el inventario de ansiedad de Beck como herramienta para evaluar los síntomas de ansiedad física, tanto en los trastornos de ansiedad como en los estados depresivos. Incluye 21 ítems que revelan síntomas como tristeza, llanto, pérdida de alegría, sentimientos de fracaso, culpa, pensamientos o deseos suicidas y pesimismo, entre otros. Estos síntomas son consistentes con los criterios diagnósticos para la depresión y los trastornos de ansiedad del *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales* (1994).

Se analizó el nivel de ansiedad provocado por la pandemia en los niños de 7 a 10 años de educación básica de la Unidad Particular Iberoamericano en el año 2020-2021. Se procedió a realizar una investigación bibliográfica con fuentes primarias y secundarias que permitieron conocer y recopilar conceptos fundamentales como la ansiedad, la

depresión y datos técnicos que se pueden obtener a través del test de ansiedad de Beck, utilizado por el investigador Dr. Jesús Sanz con los siguientes ámbitos:

- Torpe o entumecido
- Acalorado
- Con temblor en las piernas
- Incapaz de relajarse
- Con temor a que ocurra lo peor
- Mareado, o que se le va la cabeza
- Con latidos del corazón fuertes y acelerados
- Inestable
- Atemorizado o asustado
- Nervioso
- Con sensación de bloqueo
- Con temblores en las manos
- Inquieto, inseguro
- Con miedo a perder el control
- Con sensación de ahogo
- Con temor a morir
- Con miedo
- Con problemas digestivos
- Con desvanecimientos
- Con rubor facial
- Con sudores, fríos o calientes

## Resultados y Discusión

La prueba se aplicó en línea de manera efectiva y rápida. Arrojó resultados con una puntuación que oscila entre 0 y 63 puntos, lo que permitió establecer grados de ansiedad de niveles leves a moderados.

Para el presente estudio, se fraccionó la población encuestada en rangos de edad de modo que fuese posible establecer conclusiones y recomendaciones acertadas con base en los intereses de los encuestados. Asimismo, se realizó la aplicación del test de Beck de manera virtual a un gran porcentaje de los niños estudiantes de la unidad educativa, con edades comprendidas entre los 7 a 10 años. Dicha prueba se aplicó a grupos poblacionales discriminados por edad. Se procedió al análisis de los datos obtenidos mediante su registro y clasificación, aplicando herramientas estadísticas. De la totalidad de la población encuestada en la Unidad Educativa Particular Iberoamericano, 24 estudiantes, la aplicación del test de ansiedad de Beck arrojó los siguientes resultados: la mayoría, es decir 13 de ellos —que corresponde al 54%— presentan un nivel de ansiedad normal; 4 estudiantes — el 16.66% de la población encuestada— presentan ansiedad de carácter moderado y finalmente, 7 estudiantes —que corresponden a un 29.16%— exteriorizan un grado de ansiedad leve.

### Figuras, tablas y esquemas

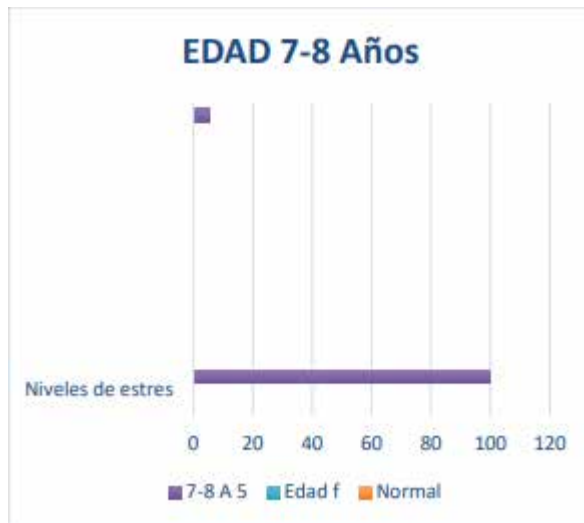
La siguiente investigación se ha realizado en la Unidad Educativa Particular

Iberoamericano, perteneciente a la ciudad de Loja, Ecuador. Se consideró un universo participativo de 24 estudiantes con edades comprendidas entre los 7 y 10 años, a los cuales se les aplicó una encuesta con la ayuda de sus profesores tutores. Los estudiantes accedían mediante un enlace al test de ansiedad de Beck, un cuestionario con 24 interrogantes elaborado con fines formativos, psicopedagógicos y de divulgación por el Dr. Jesús Sanz —investigador de la Universidad Complutense de Madrid—, con el que es posible medir el grado de ansiedad centrado en diversos aspectos físicos y comportamientos del individuo.

El test se aplicó en línea de manera efectiva y rápida. Arrojó resultados con una puntuación que oscila entre 0 y 63 puntos, lo que permitió establecer grados de ansiedad de niveles leves a moderados. Para el presente estudio, se fraccionó la población encuestada en rangos de edad, de modo que fuese posible establecer conclusiones y recomendaciones acertadas de acuerdo a los intereses de los encuestados.

### Rango de estudiantes entre 7 y 8 años:

Se realizaron cinco test a niños con edades comprendidas entre los 7 y 8 años, lo que representa el 100% de población analizada en este rango de edad. De dicha totalidad, todos los estudiantes presentan un grado de ansiedad normal, de acuerdo con el test de ansiedad de Beck (Figura 1).



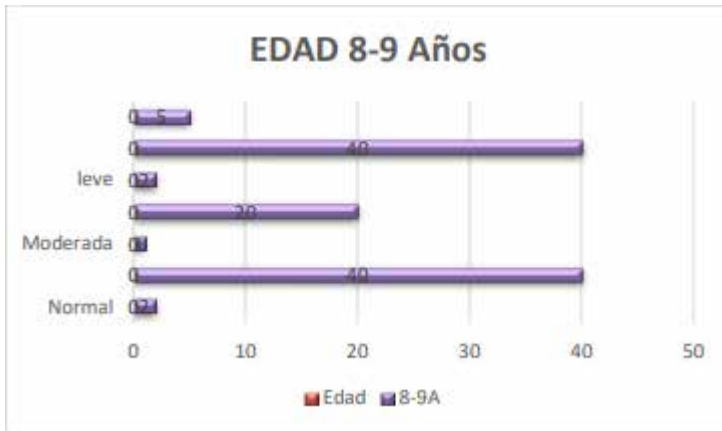
**Figura 1.** Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los niños estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano de la ciudad de Loja, Ecuador

**Fuente.** Elaboración propia

### Rango de estudiantes entre 8 y 9 años

En el rango de edad de 8 a 9 años, se realizó el test a cinco estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano, lo que constituye el 100% de la población analizada en dicho rango. Una vez aplicada la encuesta, se determinó que dos estudiantes, el 40%,

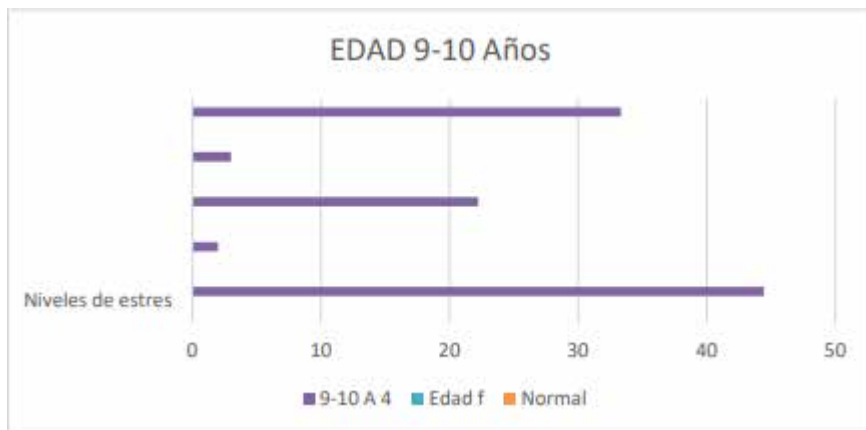
presentan un grado de ansiedad normal; uno de los estudiantes, que representa el 20%, presenta ansiedad moderada, y finalmente, dos estudiantes, el 40% restante, presentan ansiedad leve (Figura 2).



**Figura 2.** Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los niños estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano de la ciudad de Loja, Ecuador  
**Fuente.** Elaboración propia

### Rango de estudiantes entre 9 y 10 años

Se analizaron los datos de 9 estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano entre los 9 y 10 años. Una vez aplicado el test, se advierte que cuatro de los estudiantes, el 44.4% de la muestra, presentan, según los resultados, ansiedad normal; dos estudiantes —el 22.22%— presentan ansiedad moderada, y finalmente, tres de ellos, el 33.33%, presentan ansiedad leve (Figura 3).



**Figura 3.** Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los niños estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano de la ciudad de Loja, Ecuador  
**Fuente.** Elaboración propia

### Rango de estudiantes entre 10 y 11 años

En este rango de edad se analizó una muestra total de cinco estudiantes de ambos géneros de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano, representando el 100% de la muestra. Dos de ellos, el 40%, presentan un grado de ansiedad normal; un estudiante, que equivale al 20%, presenta ansiedad moderada, y finalmente, los dos estudiantes restantes, el 40%, presentan un grado de ansiedad leve (Figura 4).

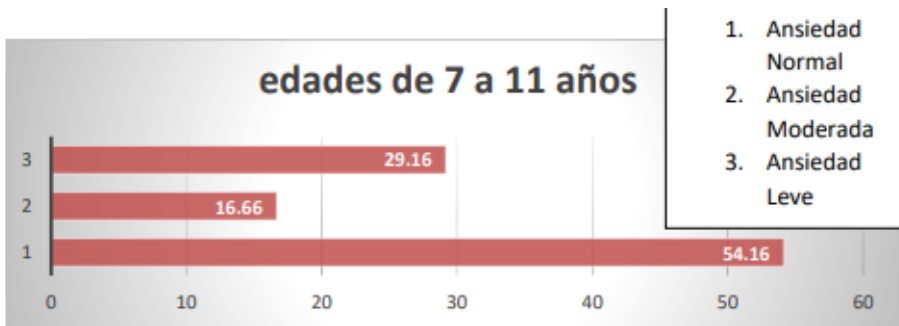


**Figura 4.** Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los niños estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano de la ciudad de Loja, Ecuador

**Fuente.** Elaboración propia

### Totalidad de estudiantes encuestados en el rango generalizado de 7 a 11 años

De la totalidad de la población encuestada en la Unidad Educativa Particular Iberoamericano, que comprende niños entre 7 y 11 años, la aplicación del test de ansiedad de Beck dio como resultado que el 54% presentan un nivel de ansiedad normal; el 16.66% presentan ansiedad de carácter moderado y, finalmente, un 29.16% exteriorizan un grado de ansiedad leve (Figura 5).



**Figura 5.** Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los niños estudiantes de la Unidad Educativa Particular Iberoamericano de la ciudad de Loja, Ecuador

**Fuente.** Elaboración propia



## Conclusiones

Lo expuesto anteriormente permite concluir lo siguiente:

- Se evidenció que el 30% de los niños de 7 a 11 años demostraron ansiedad leve durante el periodo de septiembre de 2020 a julio de 2021.
- En el trabajo investigativo se constató que los niveles de ansiedad no se convirtieron en graves gracias al aporte de los padres de familia, docentes y gracias al ambiente escolar.
- También se constató que el 20% de la población estudiada posee ansiedad moderada, que no implica mayor preocupación ni tratamiento especializado.
- El test de Beck determinó que en el periodo de pandemia investigado, no se generó un nivel grave de ansiedad en los niños, por lo que no se requirió la asistencia de especialistas en la materia.
- La muestra fue dividida por edades: en los niños de 7 a 8 años, el nivel de ansiedad se estableció en un estado conducta normal; en los niños de 8 a 9, se detectó un solo caso de principios de ansiedad, y en los niños de 9 a 11 años, se evidenció un estado de ansiedad mayor a los parámetros normales.

A la luz de los resultados obtenidos, se detallan las siguientes recomendaciones:





- Los núcleos familiares deben establecer horarios de trabajo académico, recreación, ejercicios físicos, etc.
- La comunidad iberina requiere que se elabore una planificación integral para mantener a los niños en un escenario de armonía, fraternidad, amistad y recreación.
- Los docentes y tutores de los niños investigados deben convertirse en mediadores para fortalecer y apoyar la formación de los padres sobre la salud mental de sus hijos.
- Al departamento de consejería estudiantil del establecimiento, se recomienda que establezca el control de los niños que evidencien ciertas dificultades de adaptación y conducta.

## Referencias

- Avilez Villamarín, Z. C. (2020). Pensamientos irracionales y su repercusión en crisis de ansiedad (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020).
- Beck, A. T., Steer, R. A., Brown, G. K., Sanz, J., Vázquez, C., Hernández, A. y Educación, P. (2013). Cuestionario para la evaluación de los test. <https://www.cop.es/uploads/PDF/2013/BDI-II.pdf>
- Causas de la depresión | mente A mente. (2020). mente A mente - Psiquiatría y Psicología. Mente a Mente - Psiquiatría Y Psicología.

- Cervantes, M., Pérez, A., Pineda, C. y Salgado, H. (agosto de 2017). Prevalencia, causas y tratamiento de la ansiedad Mayor. doi:<https://doi.org/10.32776/revbiomed.v28i2.557>
- Cobiellas Carballo, Lázaro Ibraín, Anazco Hernández, Anabell y Góngora Gómez, Onelis. (2020). Estrés académico y depresión mental en estudiantes de primer año de medicina. *Educación Médica Superior*, 34(2), e2125. Epub 01 de junio de 2020. Recuperado en 19 de mayo de 2021, <https://bit.ly/3SavzFV>
- Coryell.W. (2019). Trastornos depresivos. Manual MSD Versión ParaProfesionales; Manuales MSD.<https://msdmnls.co/3LnrID0>
- NavarroJiménez, E. I., Laborde Cárdenas, C., Gómez Méndez, P. y Fontalvo Morales, R. (2016). Implementación de la Guía de Práctica Clínica (GPC) para la detección temprana, diagnóstico y atención integral del episodio depresivo y trastorno de ansiedad.
- P. (2022, 29 mayo). Test de Ansiedad Online basado en el Inventario de Beck. *Psicopedia - Psicología, Psicoterapias y Autoayuda*. <https://psicopedia.org/8329/test-ansiedad-online/>
- Pérez, M. (7 de mayo de 2020). Scielo Conocicyt. Obtenido de Consideraciones culturales y etimológicas sobre el origen del concepto fobos y su utilización en el contexto clínico y social: <https://bit.ly/3BNnj9u>
- Pérez-Padilla, E. A., Cervantes-Ramírez, V. M., Hijuelos-García, N. A., PinedaCortes, J. C. y Salgado-Burgos, H. (2017). Prevalencia, causas y tratamiento de la depresión mayor. *REVISTA BIOMÉDICA*, 28(2). <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v28i2.557>
- Quintero, A., Yasnó, D. A., Riveros, O. L., Castillo, J. y Borráez, B. A. (2017). Ansiedad en pacientes: un problema que nos afecta a todos. *Revista Colombiana de Cirugía*, 32(2), 115-120. Sistema de Aplicación de Encuestas Universidad Popular del Cesar -. (2021). Unicesar.edu.co. <http://saeupc.unicesar.edu.co/index.php>
- Real Academia Española. (2020). Diccionario de la lengua española RAE - ASALE. "Diccionario de La Lengua Española" - Edición Del Tricentenario. Recuperado de <https://dle.rae.es/ansiedad?m=form>
- Urreiztieta, L. V. (4 de noviembre de 2019). *Mar domingo* psiquiatriainfantil. Depresión en el niño y en el adolescente: <https://bit.ly/3xxDkxU>
- World Health Organization: WHO. (2020, January 30). Depresión. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/depression>
- Zita, A. (2019, septiembre 20). Métodos de investigación: qué y cuáles son (con ejemplos). *Toda Materia; Toda Materia*. <https://bit.ly/3R8covD>

# Inclusión Educativa de los Estudiantes con Discapacidad en la Universidad Central del Ecuador

Mila Moreno Pramatárova , Alexandra Jaramillo León , Cecilia Ortiz Palacios   
, Ramiro Cazar Flores 

Moreno-Pramatárova, Mila

Facultad de Ciencias de la Discapacidad, Atención Prehospitalaria y Desastres.

Universidad Central del Ecuador (UCE). Carrera de Fonoaudiología

mimoreno@uce.edu.ec

Jaramillo-León, Alexandra

Facultad de Ciencias de la Discapacidad, Atención Prehospitalaria y Desastres.

Universidad Central del Ecuador (UCE). Carrera de Fisioterapia

alexjar@yahoo.com

Ortiz-Palacios, Cecilia

Facultad de Ciencias de la Discapacidad, Atención Prehospitalaria y Desastres.

Universidad Central del Ecuador (UCE). Carrera de Terapia Ocupacional

ocortiz@uce.edu.ec

Cazar-Flores, Ramiro

Investigador Asociado. Asesoría y Revisión Técnica

rcazarflores23@gmail.com

## Resumen

**Introducción.** La inclusión educativa de estudiantes con discapacidad y su relación con factores personales y contextuales no ha sido categorizada ni operativizada, haciéndose imperativo el diseño de instrumentos y procesos que permitan levantar una línea base que sustente las intervenciones socio-académico-contextuales pertinentes y oportunas. **Objetivo.** Describir las características personales de los estudiantes con discapacidad, las condiciones contextuales de la UCE y su relación con el nivel de inclusión educativa. **Método.** Estudio descriptivo-correlacional en el que se investigó a 108 estudiantes

con discapacidad, que respondieron de forma virtual la encuesta de inclusión. Criterios de inclusión: ser estudiante de la UCE y presentar al menos una discapacidad. Análisis estadístico. Uso del SPSS 22.0, aplicación de estadística descriptiva para el análisis univariado, utilizando medidas de proporción; se emplean las pruebas  $\chi^2$  cuadrada y Spearman para el análisis bivariado. Resultados. El 54 % de los investigados registra un bajo nivel de inclusión educativa. El 22.52 % presenta limitaciones para movilizarse, el 17.59 % para aprender/estudiar y el 14.81 % para las interacciones personales. El 35 % requieren ayuda de compañeros y familiares, de servicios universitarios y ayudas técnicas para realizar varias de sus actividades académicas y acceder al medio físico universitario. Aquellos con limitaciones graves y moderadas para realizar sus actividades tienen 1.4-1.8 veces más probabilidad de tener un bajo nivel de inclusión educativa que aquellos con limitaciones leves; este patrón se repite con otras variables personales y contextuales y refleja la asociación entre los factores personales-contextuales y la inclusión educativa. Conclusiones: La inclusión es un proceso sistémico en el cual intervienen e interactúan de manera concurrente variables bio-psico-sociales. Las condiciones para crear la inclusión educativa de los estudiantes con discapacidad en la UCE deben estar sustentadas en un cambio de paradigma y orientadas a la implementación de políticas y procesos de inclusión educativa, que incorporen las necesidades expresadas por los investigados y sistematizadas en este estudio.

**Palabras clave:** discapacidad, Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF), educación, universidad, inclusión educativa

## Introducción

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible operativizan el ejercicio de los derechos humanos. El objetivo 4 indica que todos tendrán igualdad de oportunidades y acceso a la educación inclusiva; la meta 4.5 señala:

De aquí a 2030, eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018)

Los esfuerzos en la atención a la población con discapacidad han sido evidentes, especialmente a raíz de la aprobación de la Convención Internacional sobre los Derechos Humanos de las Personas con Discapacidad (Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, 2008) que en el Art. 24 señala que las personas con discapacidad tienen derecho a la educación en igualdad de oportunidades y que todos los países deben asegurar la educación inclusiva en todos los niveles, incluida la educación superior. En Ecuador, el derecho a la educación de calidad que tienen las personas con discapacidad está expresado en la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES).

Contextualizando algunas cifras, sabemos que el 12.14 % de la población ecuatoriana tiene algún tipo de discapacidad, el 18 % no tiene instrucción, el 54 % ha cursado educación primaria, el 19 % ha realizado estudios secundarios y apenas el 8 % alcanza algún nivel de educación superior (Cazar et al., 2005). En la Escuela Politécnica del Ejército, el 0.068 % de los estudiantes matriculados en las modalidades presencial y virtual tie-

nen algún tipo de discapacidad; en la Escuela Politécnica del Litoral, el 0.08 % y en la sede Cuenca de la Universidad Politécnica Salesiana, el 0.63 % (Ibarra y Alejandro, 2013).

En la Universidad Politécnica Salesiana, con 22 454 estudiantes matriculados en sus sedes de Quito, Guayaquil y Cuenca, el 0.24 % tiene algún tipo de discapacidad y, de este grupo, el 53 % tiene discapacidad física, el 18 % discapacidad visual, el 11 % discapacidad auditiva y el 18 % otras discapacidades (Jara et al., 2015).

Conscientes de que la Universidad Central del Ecuador (UCE) debe enmarcarse en todo el proceso de igualdad de derechos, conforme lo dicta la Constitución y la LOES, para dar una respuesta eficaz y oportuna a los cientos de estudiantes con discapacidad que están ya en la Universidad, y empeñados en apoyar este proceso universitario de inclusión, en la primera fase de este estudio (Cazar et al., 2017), identificamos, por medio de la encuesta socio-económica aplicada a 36 909 estudiantes de la UCE en el semestre 2017-2017, a 314 estudiantes con discapacidad; y en el semestre 2017-2018, mediante la aplicación de la misma encuesta a 36 494 estudiantes, 529 estudiantes registraron tener alguna discapacidad.

Estos datos reflejan el bajo porcentaje de acceso a la educación universitaria de los estudiantes con discapacidad, si lo comparamos con la tasa bruta de matrícula nacional en Universidades y Escuelas Politécnicas de jóvenes entre 18 a 24 años, que asciende en el 2017 al 28.33 % y en el 2018, al 28.86 %, equivalente a 565 000 estudiantes al año (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT], 2018). Además, evidencian la necesidad de caracterizar las limitaciones en las actividades universitarias de los estudiantes con discapacidad, las barreras físicas, sociales y académicas existentes en la UCE, así como el nivel de inclusión educativa en la institución, temas se abordan en esta investigación, que tiene como objetivo identificar las características personales y funcionales de los estudiantes con discapacidad, los factores contextuales de la UCE y su relación con el nivel de inclusión educativa.

Nuestro objetivo es cualificar y cuantificar las características de estos estudiantes y del entorno de la UCE, a fin de que este entorno se organice para atender a la diversidad y fundamente futuras investigaciones e intervenciones en: accesibilidad física y adaptaciones técnicas, sensibilización y capacitación en procesos de inclusión educativa, acompañamiento integral a estudiantes con discapacidad, accesibilidad a servicios y apoyos inclusivos, accesibilidad curricular.

## **Revisión teórica**

La concepción social de la discapacidad, explicitado por la CIF (2001), basado en un modelo bio-psico-social (World Health Organization [WHO], 2011), ha direccionado muchas investigaciones, políticas públicas regionales y locales en materia de educación, trabajo y salud, con el objetivo de cumplir con los derechos e inclusión de las personas con discapacidad (Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades [CONADIS], 2013; Fayed et al., 2011; Naciones Unidas, 1993; Organización Mundial de la Salud [OMS], 2011; Stucki et al., 2008). En nuestro país, el CONADIS, desde el año 1993, ha sido una entidad diseñadora de políticas públicas en discapacidades, y ha

venido operativizando y enmarcando los conceptos relacionados con la discapacidad en las clasificaciones internacionales de la OMS. El más reciente ejemplo de esta operativización fue el diseño y promulgación en 2018 del *Manual ecuatoriano de clasificación de la discapacidad* (Ministerio de Salud Pública, 2018), basado en la CIF.

En este marco conceptual, asumimos los siguientes conceptos para nuestro estudio:

- Deficiencia: anomalía o pérdida de una estructura corporal o función fisiológica. Por “anomalía” se hace referencia estrictamente a una desviación significativa respecto a la norma estadística establecida. La persona con deficiencia es aquella que presenta alguna anomalía o pérdida de una estructura corporal o función fisiológica, de forma permanente o por más de un año.
- Discapacidad: término genérico que incluye déficits, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Indica los aspectos negativos de la interacción entre un individuo y los factores contextuales, y siempre está originada en una deficiencia; el término “persona con discapacidad” es utilizado para referirnos a aquella persona que tiene alguna limitación en la actividad y restricción en la participación, originada en una deficiencia y que le afecta en forma permanente.
- Limitación en la actividad: dificultades que presenta una persona para realizar actividades cotidianas, acorde a su edad, sexo y contexto. Están originadas en una deficiencia y duran más de un año. La persona con limitación leve o moderada es aquella que, teniendo una deficiencia, presenta autonomía en la realización de sus actividades gracias a la compensación aportada por la ayuda personal o técnica. La persona con limitación grave es aquella con deficiencia que tiene poca o escasa autonomía en la realización de las actividades, aún con el uso de ayudas técnicas; su funcionamiento es insatisfactorio y generalmente dependen de otras personas para realizar sus actividades.
- Factores contextuales: constituyen el entorno físico, académico, social y actitudinal, pudiendo identificarse barreras o facilitadores para la inclusión.

El término “inclusión educativa” es conceptualizado en este estudio como las condiciones estructurales, pedagógicas, académicas y administrativas que permiten el ingreso, permanencia y participación en el contexto educativo-social, acorde a la edad, sexo y condiciones de salud.

Diseñamos la encuesta de inclusión educativa en el marco de la CIF, fundamentados en 3 criterios (Cieza y Stucki, 2008):

- La OMS considera que la CIF es un instrumento técnico factible para ser utilizado en investigaciones sobre discapacidades en América (WHO, 2011); siendo operativizada en investigaciones en América Latina y Ecuador (Cazar et al., 2005; Ministerio de Salud Pública, 2018).
- La CIF contiene 2 partes: funcionamiento/discapacidad y factores contextuales. Los componentes, constructos e indicadores son recogidos en la encuesta, incluyendo la forma de valorar el nivel de limitación de los factores perso-

nales, contextuales e inclusión; se fundamenta así la validez de constructo y contenido del instrumento.

- La encuesta fue ajustada en contenido, lenguaje, extensión y estructura por medio de un pilotaje realizado con 30 estudiantes universitarios, con y sin discapacidad, y recopila información de 3 factores:
  - a) Factores personales/funcionales.
  - b) Factores contextuales.
  - c) Inclusión educativa.

## Métodos

Diseño: descriptivo-correlacional, corte transversal.

Participantes: 108 estudiantes con discapacidad de la UCE, semestre 2019-2020. Criterios de inclusión: ser estudiante matriculado, registrar al menos una discapacidad.

Técnicas: encuesta aplicada en línea.

Instrumento: encuesta de inclusión educativa que registra información de 3 factores:

a) Factores personales/funcionales. 6 variables cualitativas que identifican: tipo de deficiencia, limitación en actividades/participación, movilidad, aprendizaje, interacciones sociales, actividades académicas.

El nivel de limitación personal/funcional alto (>75 %), moderado (26-75 %) o bajo (0-25 %), se establece en función del número de limitaciones y frecuencia de necesidad de apoyo.

b) Factores contextuales. 7 variables cualitativas que identifican: limitación para acceder al medio físico, a documentos/materiales, a servicios universitarios, uso de ayudas técnicas, actitudes, uso de estrategias compensatorias, apoyos recibidos.

El nivel de limitación contextual alto (>75 %), moderado (26-75 %) o bajo (0-25 %), se establece en función del número de limitaciones, frecuencia de necesidad de apoyo, tipo de actitudes excluyentes, mecanismos compensatorios utilizados.

c) Inclusión educativa: variable cualitativa que identifica las condiciones estructurales, académicas, docentes y administrativas necesarias para la inclusión.

El nivel de inclusión educativa alto (>75 %), moderado (26-75 %) o bajo (0-25 %), se establece en función del número y nivel de necesidad de condiciones para la inclusión.

Recolección de datos: a los 529 estudiantes registrados con discapacidad, enviamos la encuesta de inclusión educativa, a la cual respondieron 108 personas.

Análisis estadísticos: sistematizamos la información de los factores personales, contex-

tuales y de inclusión en Excel 2007, aplicando el programa SPSS 22.0 para su procesamiento estadístico. Se aplicó estadística descriptiva para el análisis univariado; para el análisis bivariado, se empleó la  $\chi^2$  y la prueba de Spearman.

Consideraciones éticas: contamos con el aval ético del Subcomité de Investigación en Seres Humanos SIESH-UCE y el consentimiento informado de los encuestados.

### Caracterización de la Muestra

La muestra consta de 108 estudiantes con alguna discapacidad, de la cual el 62.96 % son mujeres y el 37.04 % varones. El 61.11 % tienen entre 20-25 años y el 35.2 % son mayores de 25 años. El 84.26 % son solteros, no trabaja el 80.56 % y 53.7 % no tiene carné de discapacidad.

**Tabla 1. Tipo de Deficiencia**

<b>Tipo de deficiencia</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Deficiencia auditiva	18	16,67
Deficiencia física	29	26,85
Deficiencia intelectual	7	6,48
Deficiencia del lenguaje	4	3,70
Deficiencia psicosocial	9	8,33
Deficiencia visual	34	31,48
Otras	6	5,56
Deficiencias Auditiva y Visual	1	0,93

El 31.48 % presenta deficiencia visual, el 26.85 % deficiencia física y el 16.67 % deficiencia auditiva (Tabla 1). El 99.1 % tiene una sola deficiencia, el 56.07 % presenta bajo nivel de inclusión educativa, el 22.43 % alto nivel de inclusión y el 21.5 % nivel de inclusión moderado.

## Resultados y Discusión

### A. Factores Personales y Funcionales

#### Limitación en actividades y participación

El 22.52 % registra limitaciones para movilizarse, el 17.59 % para aprender y estudiar, y el 14.81 % para las interacciones personales (Tabla 2). El 91.24 % tiene una sola limitación en actividades/participación, el 4.8 % tiene 2 limitaciones, el 3 % tiene 3 limitaciones y el 0.96 % tiene 4 limitaciones en actividad/participación.



Tabla 2. Limitación en actividades y participación

Actividades/participación	n	%
Aprender y estudiar	19	17,59
Movilizarse independientemente	25	22,52
Comunicarse	12	11,11
Participar en actividades comunitarias/sociales	14	12,96
Establecer y mantener relaciones interpersonales	16	14,81
Trabajar	14	12,92

El 92.6 % presenta limitación leve en sus actividades/participación, del cual el 54 % tiene bajo nivel de inclusión.

El 7.41 % presenta limitaciones moderadas y graves, del cual el 75 % tiene bajo nivel de inclusión.

Aquellos con nivel de limitación moderado y grave en sus actividades/participación tienen 1.4 veces más probabilidad de tener bajo nivel de inclusión que aquellos con limitaciones leves (Tabla 3).

Tabla 3. Factores personales/funcionales y Nivel de inclusión educativa

A. Factores personales/funcionales	Nivel de inclusión educativa			
	Alto n	Moderado n	Bajo n	Total n
<b>Nivel de limitación en las actividades/participación</b>				
Leve	24	22	54	100
Moderada-grave	0	2	6	8
<b>Nivel de limitación en la movilidad/ desplazamiento</b>				
Leve	22	22	46	90
Moderado-grave	2	2	14	18
<b>Nivel de limitación para el aprendizaje y la comunicación</b>				
Leve	22	23	47	92
Moderado-grave	2	1	13	16
<b>Nivel de limitación en las interacciones personales</b>				
Leve	22	18	45	85
Moderado	2	6	15	23

### Nivel de limitación en las actividades académicas

Leve	23	22	46	91
Moderado-grave	1	2	14	17
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>108</b>

### Limitación en movilidad y desplazamiento

El 26.34 %, en promedio, necesita ayuda para moverse y desplazarse, sobre todo para evitar y superar obstáculos (40.74 %) y subir/bajar gradas (38.89 %).

De aquellos con limitaciones leves, un 51.11 % tiene bajo nivel de inclusión y, del grupo con limitaciones moderadas-graves, el 77.7 % tiene bajo nivel de inclusión.

Aquellos con limitaciones moderadas y graves tienen 1.5 veces más probabilidad de tener bajo nivel de inclusión que aquellos con limitaciones leves (Tabla 3).

Las limitaciones en la movilidad se asocian con limitaciones para: acceder al medio físico ( $r=0,623$ ;  $p=0,000$ ), realizar actividades académicas ( $r=0,632$ ;  $p=0,000$ ) y acceder a documentos ( $r=0,531$ ;  $p=0,000$ ); en menor grado se relacionan con la necesidad de apoyo ( $r=0,374$ ;  $p=0,000$ ) y con la recepción de apoyo ( $r=0,358$ ;  $p=0,000$ ).

### Limitación para el aprendizaje y comunicación

En promedio, el 26.41 % necesita algún tipo de ayuda: para atender y concentrarse (37.04 %), comprender lo que les dicen (33.33 %), memorizar (33.34 %), comprender lo que leen (31.13 %) y resolver problemas numéricos o abstractos (25.93 %).

Del grupo con limitación leve, el 51.09 % tiene bajo nivel de inclusión, el 25 % tiene moderado nivel de inclusión y el 24 % alto nivel de inclusión. De aquellos con limitación moderada y grave, el 81.25 % tiene bajo nivel de inclusión.

Aquellos con limitaciones moderadas y graves tienen 1.6 veces más probabilidad de tener un nivel bajo de inclusión que aquellos con limitaciones leves (Tabla 3). Las limitaciones en el aprendizaje/comunicación se asocian con limitaciones para: interacciones personales ( $r=0,471$ ;  $p=0,000$ ) y realizar las actividades académicas ( $r=0,546$ ;  $p=0,000$ ).

### Limitación en interacciones personales

En promedio, el 32 % necesita algún tipo de ayuda: para participar en eventos deportivos/recreativos (40 %), en actividades sociales/recreativas (35.18 %), para hacer amigos (33.33 %) y para controlar su enojo (34 %).

El 53 % del grupo con limitaciones leves y el 65.2 % del grupo con limitaciones moderadas presentan bajo nivel de inclusión. Comparando los índices de prevalencia, se observa que un mayor nivel de limitación en interacciones personales no incrementa la probabilidad de tener un menor nivel de inclusión educativa (Tabla 3).

Las limitaciones en las interacciones personales se correlacionan con las limitaciones para realizar las actividades académicas ( $r=0,447$ ;  $p=0,000$ ) y con la percepción de ac-

titudes excluyentes hacia la discapacidad ( $r=0,347$ ;  $p=0,000$ ).

### **Limitación en las actividades académicas**

En promedio, el 25.6 % necesita algún tipo de ayuda en las actividades académicas: para presentar lecciones orales (33.34 %), rendir evaluaciones (32.4 %) y realizar deberes (29.6 %).

Del grupo con limitaciones leves, el 50.55 % presenta bajo nivel de inclusión y el 24.17 % moderado nivel de inclusión. Del grupo con limitaciones moderadas y graves, el 82 % tiene bajo nivel de inclusión. Quienes presentan limitación moderada y grave tienen 1.6 veces más probabilidad de tener bajo nivel de inclusión que aquellos con limitaciones leves (Tabla 3).

Las limitaciones para las actividades académicas se asocian con limitaciones para: acceder al medio físico universitario ( $r=0,579$ ;  $p=0,000$ ), acceder a documentos ( $r=0,633$ ;  $p=0,000$ ), movilidad ( $r=0,632$ ;  $p=0,000$ ), aprender/comunicarse ( $r=0,546$ ;  $p=0,000$ ) y relaciones interpersonales ( $r=0,447$ ;  $p=0,000$ ).

## **B. Factores contextuales**

### **Limitación para acceder al medio físico**

El 29 % requiere algún tipo de apoyo para acceder al medio físico universitario: el 34 % necesita apoyo para acceder a lugares de vinculación con la comunidad y el 32.41 % para acceder a espacios culturales/recreativos.

Para acceder a otros espacios universitarios (aulas, laboratorios, auditorios, Bienestar Universitario, espacios de prácticas pre-profesionales), el 30 %, en promedio, requiere algún tipo de ayuda. En menor porcentaje necesitan apoyo para acceder a: SS.HH., duchas/lavamanos (23.15 %), otros servicios (24.08 %) y cafeterías/comedores (24.07 %).

Del grupo con limitaciones leves, el 47.62 % tiene bajo nivel de inclusión y el 25 % inclusión moderada. Del grupo con limitación moderada, el 82.35 % tiene bajo nivel de inclusión y el 11.76 % moderado nivel de inclusión. Del grupo con limitaciones graves, el 85.71 % tiene bajo nivel de inclusión (Tabla 4).

Aquellos con moderado nivel de limitación tienen 1.7 veces más probabilidad de presentar nivel bajo de inclusión que aquellos con limitaciones leves; aquellos con limitaciones graves tienen 1.8 veces más probabilidades de tener bajo nivel de inclusión que aquellos con limitaciones leves (Tabla 4).

Las limitaciones para acceder al medio físico universitario están asociadas con limitaciones para: movilidad y desplazamiento ( $r=0,623$ ;  $p=0,00$ ), realizar actividades académicas ( $r=0,579$ ;  $p=0,000$ ), acceder a documentos/materiales ( $r=0,511$ ;  $p=0,00$ ). Además se asocian con el requerimiento de apoyo ( $r=0,535$ ;  $p=0,00$ ) y la recepción de apoyo ( $r=0,474$ ;  $p=0,00$ ).

Tabla 4. Factores contextuales y Nivel de inclusión educativa

<b>B. Factores contextuales</b>	<b>Nivel de inclusión educativa</b>			
	<b>Alto</b>	<b>Moderado</b>	<b>Bajo</b>	<b>Total</b>
<b>Nivel de limitación para el acceso al medio físico</b>	n	n	n	n
Leve	23	21	40	84
Moderado	1	2	14	17
Grave	0	1	6	7
<b>Nivel de limitación para acceder a materiales y documentos</b>				
Leve	20	22	48	90
Moderado-grave	4	2	12	18
<b>Nivel de requerimiento de apoyo y servicios universitarios para realizar actividades académicas</b>				
Bajo	21	17	34	72
Moderado	3	6	22	31
Alto	0	1	4	5
<b>Nivel de limitación en la recepción de apoyo para realizar las actividades académicas</b>				
Alto	20	22	41	83
Moderado - bajo	4	2	19	25
<b>Nivel de actitudes excluyentes</b>				
Bajo	16	18	36	70
Moderado	7	4	17	28
Alto	1	2	7	10
<b>Nivel de uso de estrategias y mecanismos compensatorios</b>				
Bajo	24	24	57	105
Moderado	0	0	3	3
Total	24	24	60	108

Con relación al uso de Ayudas Técnicas (AT), los lentes especiales (25 %), bastones (14.81 %) y audífonos (14 %), son las AT más utilizadas.

## **Limitación para acceder a materiales y documentos**

En promedio, el 20 % necesita algún apoyo para acceder a documentos y materiales. Para acceder a: formularios administrativos, guías, herramientas virtuales y materiales para trabajos prácticos, requieren apoyo el 23 %; mientras que el 20 % necesita apoyo para acceder a documentos y bases virtuales.

Del grupo con limitaciones leves, el 53.33 % tiene bajo nivel de inclusión; de quienes tienen limitaciones moderadas, el 66.7 % tiene bajo nivel de inclusión, y del grupo con limitaciones graves, el 66.77 % presenta bajo nivel de inclusión.

Quienes presentan limitaciones moderadas y graves tienen 1.3 veces más probabilidad de registrar bajo nivel de inclusión educativa que quienes tienen limitaciones leves (Tabla 4).

## **Requerimiento de apoyo y servicios universitarios para actividades académicas**

En promedio, el 39 % necesita algún tipo de apoyo y servicio universitario para realizar sus actividades académicas; requieren servicios universitarios el 57.41 %, apoyo económico el 54 % y apoyo académico el 41.7 %.

Del grupo con alta necesidad de ayuda, el 80 % registra bajo nivel de inclusión; de quienes tienen moderada necesidad de ayuda, el 70.97 % presenta bajo nivel de inclusión, y de quienes tienen leve necesidad de ayuda, el 47.22 % registra bajo nivel de inclusión.

Quienes tienen alta necesidad de ayuda tienen 1.7 veces más probabilidad de presentar bajo nivel de inclusión que aquellos con leve necesidad de ayuda. El grupo con moderada necesidad de ayuda tiene 1.5 veces más probabilidad de tener nivel de inclusión bajo que el grupo con baja necesidad de ayuda (Tabla 4).

El nivel de necesidad de ayuda se relaciona con limitaciones para: acceder al medio físico universitario ( $r=0,535$ ;  $p=0,000$ ) y nivel de recepción de ayuda ( $r=0,406$ ;  $p=0,000$ ). Esto significa que las personas encuestadas, sobre todo, requieren y reciben ayuda para movilizarse en el medio físico universitario.

## **Limitación en la recepción de apoyo en las actividades académicas**

El 76.85 % no recibe apoyo para realizar sus actividades académicas y el 23.14 % recibe apoyo moderado.

El apoyo recibido está organizado en 6 componentes:

- Aprendizaje en el aula: no recibe apoyo el 43.52 %; un 34.25 % a veces recibe apoyo y el 14.5 % casi siempre lo recibe. Docentes y compañeros (56.5 %) son quienes mayoritariamente ofrecen apoyo.
- Aprendizaje autónomo en casa: no recibe apoyo el 55.1 %; el 31.9 % recibe a veces apoyo y el 13 % casi siempre/siempre recibe apoyo, el cual es ofrecido por familiares (45.3 %) y compañeros (44.45 %).

- Prácticas de laboratorio: el 67 % no recibe apoyo; un 20.1 % a veces recibe apoyo y el 13 % casi siempre/siempre lo recibe, apoyo que es brindado fundamentalmente por docentes (39.8 %).
- Prácticas pre-profesionales: no recibe apoyo el 75 %; un 15.4 % recibe a veces apoyo y el 9.5 % lo recibe casi siempre/siempre. Este apoyo es ofrecido mayoritariamente por compañeros (28.71 %).
- Actividades de vinculación con la sociedad: no recibe apoyo el 76.8 %; el 15.74 % a veces recibe apoyo y el 7.40 % casi siempre/siempre recibe apoyo, generalmente ofrecido por compañeros (25 %) y docentes (24.1 %).
- Gestión administrativa: no recibe apoyo el 64.6 %; el 25.5 % recibe a veces apoyo y el 9.9 % recibe casi siempre/siempre apoyo, el cual es brindado por docentes (42.6 %) y compañeros (41.67 %).

El 55.55 % presenta bajo nivel de inclusión y el 76 % tiene altas limitaciones en la recepción de ayuda.

Del grupo con alta limitación en la recepción de apoyos para las actividades académicas, el 49.4 % tiene bajo nivel de inclusión; del grupo con baja-moderada limitación en la recepción de apoyos, el 76 % presenta bajo nivel de inclusión (Tabla 4).

### **Actitudes excluyentes**

En promedio, el 69.1 % se siente tratado como persona con derechos por los compañeros, docentes y personal administrativo; el 10 % percibe que solo le apoyan cuando quieren; el 9.1 % no se siente incluido; el 6.8 % siente que intentan sobreprotegerlo, y el 5 % percibe que lo dejan solo y sin apoyo.

Del grupo que percibe un bajo nivel de actitudes excluyentes, el 51.43 % registra bajo nivel de inclusión educativa; del grupo que percibe un nivel moderado de actitudes excluyentes, el 60.71 % tiene bajo nivel de inclusión; de quienes perciben un nivel elevado de actitudes excluyentes, el 70 % presenta bajo nivel de inclusión (Tabla 4).

La percepción de actitudes excluyentes se asocia con las limitaciones para las interacciones personales ( $r=0,347$ ;  $p=0,000$ ).

### **Uso de estrategias y mecanismos compensatorios para compensar las limitaciones asociadas a la discapacidad.**

El 55.5 % no utiliza ninguna estrategia compensatoria —apoyo de compañeros, docentes, familiares, formación de grupos de apoyo o servicios universitarios— en sus actividades académicas; es decir, no cuentan con apoyos personales en la universidad y el entorno universitario no ha implementado suficientes apoyos pedagógicos ni servicios de inclusión.

Las respuestas de quienes usan alguna estrategia compensatoria, en su mayoría (81/259), indican que la usan para sus actividades de aprendizaje en el aula, seguidos por quienes la usan para actividades de laboratorio y trabajos académicos en casa (39/259).

La mayoría de las respuestas señalan que las estrategias compensatorias más utilizadas son el apoyo/acompañamiento familiar (95/259), uso de ayudas técnicas (75/259) y apoyo de, al menos, un compañero (68/259). Nadie cuenta con un grupo de apoyo en el aula.

Del grupo con bajo nivel de uso de estrategias compensatorias, el 54.3 % tiene bajo nivel de inclusión y el 22.86 % inclusión moderada; de aquellos con moderado nivel de uso de estrategias compensatorias, el 100 % tiene bajo nivel de inclusión (Tabla 4).

Quienes usan más estrategias compensatorias tienen 1.85 veces más probabilidad de tener bajo nivel de inclusión que aquellos que las usan menos, probablemente porque quienes usan menos estrategias tienen más autonomía y menor nivel de limitación en actividades/participación (Tabla 4).

El uso de estrategias compensatorias está asociado con limitaciones en actividades/participación ( $r=0,592$ ;  $p=0,00$ ).

### **C. Inclusión Educativa**

El 55.6 % de los estudiantes encuestados presenta bajo nivel de inclusión educativa y el 22.23 % tiene un nivel de inclusión moderado y alto, respectivamente (Tabla 4).

El 61 % necesita que se mejoren las condiciones físicas de espacios administrativo-académicos, bibliotecas, laboratorios y edificios académicos/administrativos (68.5 %). El 72.75 % requiere mejoras en las condiciones académicas: implementación de guías específicas, actividades adaptadas para prácticas de laboratorio y vinculación con la sociedad (75 % respectivamente).

El 78.1 % necesita que se mejoren las condiciones de docencia: didáctica inclusiva y actividades alternativas para personas con discapacidad (83.3 %) y profesores capacitados en educación inclusiva (80 %).

El 79 % respectivamente necesita de tutorías académicas y acompañamiento, apoyo permanente de compañeros y docentes dentro y fuera del aula y actitud positiva hacia la discapacidad.

El 80.4 % requiere adaptaciones administrativas: orientación en realización de trámites administrativos, procesos de matriculación (82.4 %) y apoyos económicos (82.3 %).

Basados en las respuestas de los investigados, establecimos 4 componentes de requerimientos para la inclusión:

- Procesos de flexibilización curricular.
- Procesos de acogida, tutorías y acompañamiento.
- Organización de servicios y recursos inclusivos.
- Organización de espacios arquitectónicos accesibles.

## D. Relación entre Factores personales-contextuales y Nivel de inclusión educativa

Específicamente, 3 variables personales/funcionales y 3 variables contextuales se correlacionan significativamente con la inclusión educativa (Tabla 5).

**Tabla 5. Variables personales-contextuales y Nivel de inclusión educativa**

<b>Variables personales-contextuales</b>	<b>valor r</b>	<b>valor p</b>
Movilidad/desplazamiento	0,201	0,036
Aprendizaje/comunicación	0,203	0,034
Actividades académicas	0,242	0,011
Acceso al medio físico	0,313	0,01
Apoyos universitarios	0,277	0,03
Apoyos requeridos	0,209	0,049

Analizando las correlaciones entre las variables personales y contextuales, observamos que, en promedio: 5 variables personales se correlacionan con 8 variables (personales y contextuales), y que las 7 variables contextuales se correlacionan con 8 variables (personales y contextuales).

Las variables personales con más asociaciones son: aprendizaje/comunicación, que se asocian con 10 variables (personales y contextuales), en un rango de  $r$  [0,20 - 0,6], y realización de actividades académicas, que se correlaciona con 10 variables (personales y contextuales), en un rango de  $r$  [0,3 - 0,63].

Las variables contextuales con más correlaciones son: acceso a documentos, que se asocia con 9 variables (personales y contextuales), en un rango de  $r$  [0,3 - 0,63], y apoyos universitarios, que se asocia con 9 variables (personales y contextuales) en un rango de  $r$  [0,3 - 0,5].

### Discusión

El objetivo general del estudio fue identificar las características personales de los estudiantes con discapacidad, los factores contextuales de la UCE y su relación con el nivel de inclusión.

Los estudios consultados sobre estudiantes universitarios con discapacidad han identificado, básicamente, prevalencias de estudiantes con discapacidad en diferentes contextos universitarios (Cazar et al., 2017; Fundación Universia, 2016, 2019; Ibarra y Alejandro, 2013; Jara et al., 2015), determinando cuántos son, tipo de deficiencias y ubicación semestral, entre otros indicadores. Sin embargo, no encontramos investigaciones que hayan operativizado los conceptos de la CIF (Espinosa et al., 2012; Molina, 2010; Ocampo, 2018), que permitan caracterizar y relacionar los factores personales y contextuales con la inclusión educativa.

Encontramos que, aunque el 92.6 % de los investigados presentan limitaciones leves en sus actividades/participación, el 54 % tiene bajo nivel de inclusión; aquellos con nivel moderado y grave de limitación en sus actividades, tienen 1.4 veces más probabilidad



de tener bajo nivel de inclusión educativa que aquellos con limitaciones leves.

Este hallazgo es importante porque refleja un patrón de riesgo observado en 8 variables personales y contextuales, evidenciado al calcular las razones de prevalencias, cuyas magnitudes van de 1.4 a 1.8. Esta tendencia indica el nivel moderado-alto de influencia de las limitaciones personales y contextuales sobre el nivel de inclusión educativa.

Los estudios sobre inclusión educativa ecuatoriana se fundamentan en las dimensiones de docencia, investigación y vinculación (Bell et al., 2019; Bell-Rodríguez, 2020), y han tenido como objetivo la comprensión sistémica de la inclusión educativa, mas no cuantifican el nivel de inclusión educativa estudiantil ni los factores personales-contextuales intervinientes en el proceso inclusivo. Nuestros hallazgos, coincidiendo en las dimensiones evaluadas por dichos estudios, no encuentran coincidencias en la metodología, valoración ni operativización de estos 3 factores, limitándonos así la comparación de los procesos y resultados descriptivos y correlacionales de nuestra investigación con los estudios referidos.

Nuestros investigados, mayoritariamente, requieren servicios universitarios de salud y bienestar estudiantil, apoyo económico y académico; además, compensan sus limitaciones con el apoyo de su familia y compañeros para realizar sus actividades académicas, en un contexto actual de actitud positiva, lo cual coincide con resultados de estudios cualitativos sobre el tema (Abreu, 2012, 2013), que consideran que la universidad está sensibilizada para la inclusión y que es fundamental sistematizar las prácticas de inclusión.

Los resultados de este estudio coinciden con la tesis de que el nivel de inclusión puede corregirse al mejorar las condiciones estructurales, académicas, docentes y administrativas, y al realizar campañas de sensibilización y apoyo a la inclusión (Borja et al., 2019; Fundación Universia, 2016, 2019). En esta misma línea, otros estudios cualitativos (Berberian et al., 2017; Fernandes et al., 2016; Valenzuela, 2016) también analizan las interacciones interpersonales y las experiencias pedagógicas desde la visión de los estudiantes universitarios con discapacidad y los apoyos requeridos, planteando la necesidad de asociar los aspectos personales con los factores sociales como determinantes de la inclusión; sin embargo, no describen ni valoran específicamente las variables personales, contextuales o de inclusión ni relacionan estas variables entre sí, como sí lo hace este estudio.

En cuanto a las limitaciones del estudio, consideramos que la encuesta aplicada en línea pudo ser un factor que afectó la precisión de la información dada por los estudiantes en las encuestas socioeconómica y de inclusión educativa.

Otro factor interviniente pudo ser que el 53.7 % de quienes respondieron la encuesta de inclusión educativa no tiene carné de discapacidad, lo cual sugeriría una subestimación del nivel de limitaciones en la actividad/participación al momento de responderla, ya que a la UCE ingresan mayoritariamente estudiantes que registran limitaciones leves en sus actividades y con una sola deficiencia, pero con un nivel de inclusión educativa mayoritariamente bajo-moderado (77.83 %).

Nos preguntamos si los factores personales son más determinantes que los factores contextuales, mas vimos que los factores personales/funcionales y contextuales con-

tribuyen sistémicamente en el proceso de inclusión, además de estar influenciados por algunas variables intervinientes; una variable mediadora en la inclusión sería el proceso de ingreso a la UCE, pues los aspirantes con mayores niveles de limitación en sus actividades, en general, no acceden a nuestra universidad.

Otra variable mediadora sería la condición socioeconómica, que, al intervenir en la relación factores *personales-contextuales-inclusión educativa*, se constituye en un cofactor que no ha sido objeto de análisis en este estudio. Al respecto, la relación entre condiciones socioeconómicas y discapacidad ha sido analizada en algunos estudios (Martínez, 2011; Rocha et al., 2014), en los que se establece que, para la inclusión de las personas con discapacidad, es fundamental realizar estudios sociológicos y socioeconómicos, ya que únicamente conociendo estas condiciones se pueden planificar estrategias de intervención integrales.

Por tanto, sugerimos que en próximos estudios se realicen las entrevistas presencialmente y se incorpore el nivel socioeconómico en el análisis.

Es factible generalizar la metodología y los instrumentos; los factores estudiados están conceptual y técnicamente justificados, por lo que se pueden aplicar al estudio de la inclusión en todo contexto universitario, pues sus variables operativizan y reflejan la concepción bio-psico-social de la discapacidad y la inclusión.

También está sustentada la generalización estadística y de intervención, pues los resultados encontrados pueden extrapolarse a todos los estudiantes centralinos con discapacidad, y las intervenciones de inclusión pueden generalizarse a estudiantes con y sin discapacidad, pues las mejoras en las condiciones estructurales, académicas, docentes y administrativas optimizarán la calidad de la educación superior y la inclusión de las necesidades educativa diversas, coincidiendo con las acciones afirmativas planteadas en varios estudios (Arizabaleta y Ochoa, 2016; Fundación Universia, 2016, 2019; Meléndez, 2018; Moriña y Carballo, 2020).

Se ha cumplido el objetivo planteado a través del análisis de la dirección y la magnitud del efecto de las 6 variables personales y las 7 variables contextuales en el nivel de inclusión educativa. Así, el mayor número de correlaciones de las variables personales y contextuales entre sí, comparado con las correlaciones entre las variables personales y contextuales con la inclusión educativa, sugiere que no hay una relación unívoca entre los factores personales y factores contextuales con la inclusión educativa. Esto cuestiona la visión lineal de la discapacidad, evidencia que los factores personales y contextuales son variables concurrentes que se regulan mutuamente e intervienen sistémicamente en la inclusión, y coincide con concepciones sistémicas de la discapacidad (WHO, 2011) y epistemológicas de la complejidad (Morin, 1999).

La identificación y caracterización de necesidades de los estudiantes con discapacidad identificadas en este estudio, constituyen la línea base para el diseño e implementación de un Plan de Atención Integral que ejecute un proceso de inclusión con varios ejes —necesidades educativas asociadas y no asociadas a la discapacidad, género, maternidad, diversidad sexual, interculturalidad, vulnerabilidad socioeconómica— y que esté fundamentado en la misión, visión, recursos institucionales y necesidades sociales de inclusión.

## Conclusiones

- Se analiza la relación entre los factores intervinientes en la inclusión educativa superior de los estudiantes con discapacidad, entendiendo que la inclusión es un proceso sistémico en el cual intervienen e interactúan de manera concurrente variables bio-psico-sociales.
- Las condiciones para la inclusión educativa de los estudiantes con discapacidad en la UCE debe ser tema de discusión para implementar políticas y procesos de inclusión educativa, que incorporen las necesidades expresadas por los investigados y sistematizadas en este estudio.
- Es imperativo diseñar un Plan de Intervención que implemente el proceso de inclusión educativa en la UCE, con ejes transversales de género, diversidad sexual, interculturalidad y vulnerabilidad socioeconómica.
- El Plan debería estar fundamentado en variables institucionales clave, tales como la misión institucional, las necesidades sociales de inclusión y los recursos disponibles accesibles, y debe orientarse a:
  - a) Facilitar el ingreso de estudiantes con discapacidad que cumplen con los requisitos académicos de ingreso y que podrían ser excluidos por los actuales sistemas de admisión.
  - b) Asegurar el ingreso, mantenimiento y titulación de los estudiantes con discapacidad.
  - c) Generar las condiciones estructurales, académicas y administrativas que enmarquen la inclusión educativa.
- En las acciones tendentes a fomentar la inclusión educativa en la UCE, es fundamental la participación comprometida de estudiantes con y sin discapacidad, docentes, autoridades y personal administrativo.

### Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Contribución de los autores

Idea de investigación, conceptualización y diseño del estudio: Ramiro Cazar, Mila Moreno, Alexandra Jaramillo; Adquisición de datos: Cecilia Ortiz, Alexandra Jaramillo, Mila Moreno; Análisis e interpretación de datos: Mila Moreno, Ramiro Cazar, Alexandra Jaramillo, Cecilia Ortiz; Análisis Estadístico: Mila Moreno, Ramiro Cazar, Alexandra Jaramillo, Cecilia Ortiz; Redacción, Revisión y Edición: Ramiro Cazar, Mila Moreno, Alexandra Jaramillo, Cecilia Ortiz; Supervisión y tutoría técnica: Ramiro Cazar.

## Financiamiento

La UCE, por medio de la Comisión de Investigación Formativa, contribuye a través de la asignación de carga horaria para investigación, asesoría técnica y seguimiento. El estudio se financió con fondos propios de los investigadores.

## Referencias

- Abreu, M. (2012). A inclusão no ensino superior: estudo exploratório numa Universidade Portuguesa. *Revista de Educação Especial e Reabilitação*. (19), 107–120. Recuperado de [https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/511/1/A\\_inclusão\\_no\\_ensino\\_superiorAntunes.pdf](https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/511/1/A_inclusão_no_ensino_superiorAntunes.pdf)
- Abreu, S. M. V. A. (2013). Alunos com Necessidades Educativas Especiais : Estudo Exploratório Sobre a Inclusão no Ensino Superior. (Tesis de maestría). Universidad de Madeiras. Brasil. Recuperado de <https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/330/1/MestradoSuzeteAbreu.pdf>
- Arizabaleta, S. L., Ochoa Cubillos, A. F. (2016). Hacia una educación superior inclusiva en Colombia. *Pedagogía y Saberes*. 45,(5), 41-52. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/pys/n45/n45a05.pdf>
- Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas. (2008). *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad*. Nueva York, USA: ONU. Recuperado de <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>
- Bell-Rodríguez, R. F. (2020). Comprensión del ciclo para la inclusión educativa en la educación superior ecuatoriana. *Revista Electrónica Educare*. 24(1), 1–21. Recuperado de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-42582020000100070](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-42582020000100070)
- Bell, R. F., Lema Cachinel, B. M., Delgado Saeteros, E. Z. y Lema Cachinell, A. N. (2019). Del Mensaje de Salamanca a la Educación Superior Inclusiva: Un Itinerario por Completar. In *Revista latinoamericana de educación inclusiva*. 13(2), 173-188. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rlei/v13n2/0718-7378-rlei-13-02-173.pdf>
- Berberian, A. P., Krüger, S. I., Miranda, B. A., Guarinello, A. C., Costa, L. D. V., Silva, D. V. da, Festa, P. S. V. (2017). Inclusão de alunos com deficiência em uma Universidade particular de Curitiba. *Distúrbios Da Comunicação*. 29(4), 749-758. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/view/32883/24540>
- Borja Herrera, L. A., Jumbo, F. T., Córdova, J. M. (2019). La universidad ecuatoriana

como entorno inclusivo: el derecho a una educación integral. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*. 40(8),1-9. Recuperado de <http://www.revistaespacios.com/a19v40n08/a19v40n08p09.pdf>

Cazar, R., Coello, F., Moreno, M., Jaramillo, A., Ortiz, C.(2017). Universidad y Discapacidad: la discapacidad en la Universidad Central del Ecuador. Resultados de la encuesta socio-económica para estudiantes–2017. *Revista de Ciencias Sociales*. 39(1),195–205. Recuperado de <https://bit.ly/2LCzXk0>

Cazar, R., Molina, D., Moreno, M. (2005). *La Discapacidad en Cifras*. Quito, Ecuador: CONADIS

CEPAL. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Nueva York,USA: ONU. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)

Cieza A, Stucki G. (2008)The International Classification of Functioning Disability and Health: its development process and content validity. *Eur J Phys Rehabil Med*. 44(3):303-13. PMID: 18762740.

CONADIS. (2013). *Agenda nacional para la Igualdad en discapacidades 2013-2017*. Quito,Ecuador: CONADIS. Recuperado de <https://bit.ly/3aj8k9I>

Espinosa, C., Gómez,V.,Cañedo,C. (2012) ¿INTEGRACIÓN O INCLUSIÓN? LA EDUCACIÓN SUPERIOR ECUATORIANA Y EL PLENO ACCESO DE ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD. *Ciencia y Sociedad*. 37(3),255-274. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622001.pdf>

Fayed N, Cieza A, Edmond Bickenbach. (2011). Linking health and health-related information to the ICF: A systematic review of the literature from 2001 to 2008. *Disabil Rehabil*. 33(21–22),1941–1951. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21303198/>

Fernandes, A. C. R., de Oliveira, M. C. S. L., Almeida, L. da S. (2016). Inclusão de estudantes com deficiências na universidade: Estudo em uma universidade Portuguesa. In *Psicologia Escolar e Educacional*. (20)3,483–492. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/312075107\\_Inclusao\\_de\\_estudantes\\_com\\_deficiencias\\_na\\_universidade\\_Estudo\\_em\\_uma\\_universidade\\_portuguesa](https://www.researchgate.net/publication/312075107_Inclusao_de_estudantes_com_deficiencias_na_universidade_Estudo_em_uma_universidade_portuguesa)

Fundación Universia III. (2016). *UNIVERSIDAD Y DISCAPACIDAD III Estudio sobre el grado de inclusión del sistema universitario español respecto de la realidad de la discapacidad*. Madrid,España:cermi. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/pys/n45/n45a05.pdf>

Fundación Universia IV. (2019). *IV Estudio sobre el grado de inclusión del sistema*

*universitario español respecto a la realidad de la discapacidad discapacidad.* Madrid, España: cermi. Recuperado de <https://bit.ly/3jPPhXv>

- Ibarra, A., Alejandro, D. (2013). *Libro blanco sobre TIC' s aplicadas a la discapacidad en las universidades del Ecuador.* Sangolquí, Ecuador: ESPE. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6235>
- Jara Cobos, V., Melero, N., Guichot ,E.(2015). La inclusión socioeducativa en la comunidad universitaria: perspectivas y desafíos de la educación superior en Ecuador y en España. *Alteridad, 10*(2), 162-179. doi: [10.17163/alt.v10n2](https://doi.org/10.17163/alt.v10n2)
- Martínez, B. (2011). *Pobreza, discapacidad y derechos humanos.* Madrid, España: CERMI *Colección Convención.* Recuperado de <http://feafesgalicia.org/img/documentacion/estudios/Pobreza-discapacidad-y-derechos-humanos.pdf>
- Meléndez Rojas, R. E. (2018). Educación inclusiva y discapacidad en Costa Rica: una perspectiva desde las políticas públicas. *Actualidades Investigativas En Educación, 18*(2), 484-511. Recuperado de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-47032018000200484&lng=es&nrm=iso&tln-g=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-47032018000200484&lng=es&nrm=iso&tln-g=es)
- Ministerio de Salud Pública. (2018). *Calificación de la Discapacidad. Manual.* Quito, Ecuador: MSP. Recuperado de [https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/Manual\\_Calificación-de\\_Discapacidad\\_2018.pdf](https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/Manual_Calificación-de_Discapacidad_2018.pdf)
- Molina, R. (2010). Educación Superior para Estudiantes con Discapacidad. *Revista de Investigación.* (70),95-115. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140385005>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.* Francia: UNESCO. Recuperado de <http://www.ideassonline.org/public/pdf/LosSiete-SaberesNecesariosParaLaEdudelFuturo.pdf>
- Moriña, A. y Carballo, R. (2020). University and inclusive education: Recommendations from the voice of spanish students with disabilities. *Educacao e Sociedade, (41)*,1–16. <http://old.scielo.br/pdf/es/v41/1678-4626-es-41-e214662.pdf>
- Naciones Unidas. (1993). *Normas uniformes sobre la Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad.* Resolución 48/9. Ginebra:Naciones Unidas. Recuperado de <https://bit.ly/3858N0O>
- Ocampo, J. (2018). Discapacidad, Inclusión y Educación Superior en Ecuador. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva. 12*(2),97–114. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/S0718-73782018000200007>

- Organización Mundial de la Salud-Banco Mundial.(2011). *Informe Mundial sobre la discapacidad.Organización Mundial de la Salud*. Malta: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de [https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/9789240688230\\_spa.pdf](https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/9789240688230_spa.pdf) Social.
- Registro Oficial Suplemento 298. (2010) *Ley Orgánica de Educación Superior*.Quito,Ecuador. Recuperado de <https://bit.ly/3oWLqcB>
- Rocha, M. del R., Cruz, M., Pérez-Rodríguez, M. del C., Maendoza Zapata, J. G. (2014). Pobreza y discapacidad, un vínculo para estudiar a fondo. *Waxapa. 6(10)*, 18–25. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/waxapa/wax-2014/wax1410d.pdf>
- Secretaría de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación.(2018). Educación Superior, Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales en Cifras. [Presentación en power point]. Recuperado de <https://bit.ly/2SFAxkg>
- Stucki, G., Kostanjsek, N., Ustün, B., Cieza, A.(2008). ICF-based classification and measurement of functioning. *Eur J Phys Rehabil Med.* 44(3),315-28. PMID: 18762741.
- Valenzuela, B. (2016). *La inclusión de los estudiantes con discapacidad en educación superior chilena, factores favorecedores y obstaculizadores para su acceso y permanencia*. (Tesis de doctorado). Universidad de Granada, España. Recuperado de <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/44844/26357082.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- World Health Organization. (2011). *Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud versión para la infancia y adolescencia: CIF-IA*. Madrid, España: Ministerio de Sanidad y Política Social. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/81610>.

# Inclusión Educativa para Niños que Presentan Discalculia

Emerson Aranha , Verónica Mantilla 

Aranha, Emerson Fernando  
Distrito 10D03 Cotacachi – Educación, Ecuador  
aranharuiz@gmail.com

Mantilla, Verónica Paulina  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ecuador  
Autor para correspondencia: vpmantilla@pucesi.edu.ec

## Resumen

En la actualidad, son numerosas las dificultades de aprendizaje, especialmente en el área de matemáticas. Estas dificultades suelen asociarse a otros trastornos que en el sistema escolar no se abordan de manera adecuada por, entre otros motivos, el desconocimiento de los profesores sobre el proceso correcto para identificar y derivar los casos a las instancias pertinentes; por tanto, al no existir niños diagnosticados con discalculia, no se planifican adaptaciones curriculares. El objetivo principal de esta investigación consiste en promover la inclusión educativa de niños que presentan discalculia, para lo cual se utilizó una metodología de carácter mixto. Desde el enfoque cuantitativo se aplicó la técnica de observación; desde el cualitativo, se realizó un grupo focal y se entrevistó a expertos y docentes, quienes conformaban el universo de tutores en los niveles de educación básica elemental y media en el Circuito Educativo 10D03C02. Un hallazgo muy relevante es que en las planificaciones de los maestros no se evidencian adaptaciones curriculares para casos de discalculia, porque dichas enmiendas las realizan únicamente para estudiantes que disponen de carné de discapacidad. Posteriormente al estudio empírico, se elaboró una propuesta de solución al problema científico con base en la necesidad docente de conocer el proceso de derivación de casos y la aplicación de estrategias psicopedagógicas para el diagnóstico y la intervención innovadora de la discalculia, a fin de mejorar el aprendizaje de matemáticas.

**Palabras clave:** adaptación curricular, discalculia, inclusión, diagnóstico e intervención psicopedagógica

## Introducción

Existen necesidades educativas especiales (NEE) asociadas y no asociadas a la discapacidad. Según el Reglamento General de la Ley Orgánica de Educación Intercultural, Art 228 (2012), los estudiantes con NEE son aquellos que “requieren apoyo o adaptaciones temporales o permanentes que les permitan acceder a un servicio de calidad de acuerdo a su condición. Estos apoyos y adaptaciones pueden ser de aprendizaje, de accesibilidad o de comunicación”.



La discalculia es una necesidad educativa que no está asociada a la discapacidad (Ministerio de Educación, 2013); pocas veces se le presta la debida atención, pero genera en los estudiantes problemas para desarrollar las destrezas propias de cada nivel educativo. Quienes la padecen presentan complicaciones en la asimilación de conceptos y definiciones básicas, en la resolución de problemas y en las interpretaciones abstractas de información numérica.

El problema se agudiza porque los docentes, al no tener estudiantes diagnosticados con discalculia, no realizan adaptaciones curriculares; solo aplican estrategias superficiales en el momento en que se presenta la dificultad de aprendizaje en matemáticas, al detectar insuficiente comprensión de conceptos numéricos o problemas para operar cálculos y utilizar procedimientos para resolverlos. Estas actividades de refuerzo no son constantes, falta seguimiento por parte del Departamento de Consejería Estudiantil (DECE) y el apoyo de los padres de familia es escaso.

Hasta el momento no existe una respuesta definitiva sobre el origen de la discalculia. Los especialistas consideran que el trastorno puede ser de tipo neurológico, puede deberse a un déficit de la memoria o a alguna anomalía de carácter genético. Los estudios de Arízaga y Román (2021), Fonseca et al. (2019) y Llumitaxi y Vera (2017), citados en Laz y Cedeño (2021), concuerdan en que las causas de la discalculia pueden ser de diferentes tipos; la más recurrente es de origen genético, aunque también puede ser adquirida por accidentes que generen una afectación física o por la estimulación recibida en el proceso de crecimiento.

Babarro (2019) identifica tres causas principales:

- a) Neurológicas: la discalculia es adquirida después de haber sufrido algún tipo de accidente en el que se presentaron lesiones cerebrales. Esto indica que, con anterioridad al accidente, el paciente no presentaba ningún inconveniente ni síntomas relacionados con la discalculia.
- b) Genéticas: determinadas por la herencia genética de la persona, como malformaciones neurológicas. Estas malformaciones se manifiestan en la persona en forma de dificultades para realizar operaciones matemáticas, clasificar números y colocarlos en secuencias.
- c) Ambientales: como el tipo de educación y estimulación.

Los acuerdos internacionales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promueven el fortalecimiento de la educación mediante políticas integrales, equitativas y sin discriminación, entre las principales se encuentran: la Agenda 2030, que contempla en el cuarto objetivo de su plan de acción los principios de inclusión, equidad y calidad educativa; y la Declaración de Incheon, donde se establece que, para fomentar una educación inclusiva, los estados deben: “formular y aplicar políticas públicas transformadoras que tengan en cuenta la diversidad y las necesidades de los alumnos y hagan frente a las múltiples formas de discriminación” (UNESCO, 2015, p. 28).

Se define la discalculia como “una condición cerebral que afecta la habilidad de entender y trabajar con números y conceptos matemáticos. Algunos niños con discalculia no pueden entender conceptos numéricos básicos” (Vázquez et al., 2017, p. 5). Son

varias las características que los docentes deben considerar para poder identificar la discalculia, principalmente a nivel preescolar y en la educación general básica, a fin de que sea diagnosticada y tratada de forma correcta y con el debido seguimiento. Naranjo (2016) explica que los síntomas de la discalculia se pueden resumir en los siguientes:

1. Problemas para aprender a contar y reconocer los números y símbolos.
2. Dificultad al recordar números.
3. Utilización de los dedos para contar en vez de métodos más sofisticados.
4. Dificultad al escribir dígitos numéricos claramente y colocarlos en la columna correcta.
5. Dificultad al hacer series secuenciales e inversas de números (1, 2, 3, 4...9, 8, 7, 6...). Esta es una señal significativa de problemas de razonamiento y aprendizaje.

La Universidad Internacional de Valencia (2018) clasifica la discalculia en los siguientes tipos:

- a) Discalculia verbal: su principal característica radica en los problemas presentados al momento de aprender a contar, nombrar cantidades, términos y símbolos matemáticos.
- b) Discalculia practognóstica: dificultades al enumerar y comparar cifras numéricas, así como al manipular objetos y recursos didácticos propios del desarrollo de la asignatura de matemáticas.
- c) Discalculia léxica: está relacionada con la dificultad que presentan los estudiantes en el momento de dar lectura a los símbolos matemáticos y hacer operaciones mentales con un nivel de dificultad mínimo.
- d) Discalculia gráfica: es la dificultad de aprendizaje más común en los estudiantes y se presenta al escribir números y combinaciones de ellos para formar cifras, así como al escribir y usar los signos matemáticos.
- e) Discalculia ideodiagnóstica: son problemas que se presentan al momento de interpretar y poner en uso conceptos como “mayor”, “menor”, “izquierda”, “derecha”, “igual”, “superior”, “inferior”, comunes entre las propiedades matemáticas.
- f) Discalculia operacional: se relaciona con deficiencias al desarrollar procedimientos y al respetar el orden que corresponde a las operaciones matemáticas.

## Métodos

En la investigación de campo se aplicaron técnicas e instrumentos que permitieron obtener datos relevantes sobre la discalculia en los niveles escolares de educación general básica elemental y media. Se utilizó el método lógico inductivo con enfoque mixto, y se aplicaron las técnicas de observación, entrevistas y realización de un grupo focal.

La población consultada correspondió a tres expertos: Mgtr. Mario Suárez, asesor educativo de la Zona 1, experto en procesos didácticos de matemática, docente de Matemática de la Universidad Técnica del Norte y director del Distrito 10D02 Otavalo-Antonio Ante; psicólogo educativo Fernando Villarreal, encargado del DECE del Circuito 10D03C02, y psicopedagogo William Ruano, encargado de la UDAI del Distrito 10D02 Otavalo-Antonio Ante. La información se obtuvo mediante el uso de plataformas digitales de videoconferencias, como Teams y Zoom, que permitieron ponerse en contacto con los informantes, al estar en modalidad de teletrabajo por la pandemia del COVID-19.

La técnica cuantitativa de observación directa se aplicó mediante una lista de cotejo, revisando los documentos que reposan en la Dirección de la Escuela de Educación Básica Andrés De La Torre y los informes técnicos de la Junta Académica de la institución, para determinar si existe o no la presencia de adaptaciones curriculares en las planificaciones de unidad didáctica (PUD) entregadas por los docentes.

**Tabla 1.** Lista de cotejo para evaluar las planificaciones microcurriculares

<b>Objetivo:</b> Evaluar las planificaciones microcurriculares que realizan los docentes para estudiantes con discalculia.		
Fecha: _____ Subnivel de educación básica: _____ N° de PUD: _____		
<b>CRITERIOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Existen todas las planificaciones de unidad didáctica de la asignatura de Matemática.		
Se encuentran identificados los casos de estudiantes con discalculia.		
Se puede evidenciar las adaptaciones curriculares.		
Las estrategias metodológicas utilizadas en las adaptaciones son pertinentes para la discalculia según la edad del niño.		
Los recursos son óptimos para la discalculia.		
Existen verificadores de la efectividad de las adaptaciones.		

Desde el enfoque cualitativo se entrevistó a doce docentes de los subniveles de educación básica elemental y media de las Escuelas de Educación General Básica Andrés De La Torre, Eloy Proaño y de la Unidad Educativa Plutarco Cevallos. Los cuestionarios aplicados varían de acuerdo al tipo de función que ejerce cada uno de los entrevistados; el utilizado con docentes contiene las siguientes preguntas:

1. ¿En sus labores profesionales ha detectado problemas en el aprendizaje de las matemáticas en sus estudiantes? ¿Cuáles?
2. ¿Cuál considera que es el factor principal para que a los estudiantes se les dificulten las matemáticas?
3. ¿Qué tipo de adaptaciones curriculares ha diseñado para los estudiantes con problemas de aprendizaje en matemáticas? ¿Por qué?
4. ¿Qué tipo de estrategias metodológicas ejecuta en las adaptaciones curriculares para los estudiantes con problemas de aprendizaje en las matemáticas?
5. ¿En los últimos tres años ha participado en capacitaciones sobre atención a estudiantes con NEE? ¿Qué opinión le merecen?

Finalmente, el grupo focal se desarrolló con la participación de trece docentes de las instituciones antes mencionadas y del CECIB Unidocente Virgilio Torres Valencia. Las preguntas se centraron en el involucramiento de los padres de familia en el proceso de aprendizaje de los niños, por ser un componente esencial de la comunidad educativa y tener un papel irremplazable en el progreso formativo.

## **Resultados y Discusión**

Después de realizar el análisis de la observación documental se puede evidenciar que en las planificaciones microcurriculares no se encuentran identificados estudiantes con discalculia. La normativa del Ministerio de Educación (2013) prescribe que se deben realizar adaptaciones curriculares para estudiantes con NEE asociadas o no la discapacidad. Sin embargo, en algunas instituciones educativas solo las consideran obligatorias para estudiantes carnetizados y no se asume el trabajo respectivo con los niños que presentan NEE no asociadas a la discapacidad.

Tampoco se evidencian estrategias de intervención, puesto que no se realizan adaptaciones curriculares y cada docente aplica alguna técnica de refuerzo académico dependiendo de la dificultad que se presente al dictar la clase, pero sin realizar la planificación pertinente. No se puede identificar si los recursos son óptimos o no, debido a que no constan adaptaciones curriculares en la PUD ni hay verificadores de su efectividad. Los resultados de estas falencias se evidencian en estudiantes que no saben sumar, restar ni dominar las tablas de multiplicar; la dificultad se agrava al realizar operaciones básicas y comprender procesos matemáticos que se van complicando según el nivel de educación básica.

Estos resultados concuerdan con un estudio similar de Alay et al. (2020), en el que los niños de educación básica media presentan diariamente “problemas de bajo rendimiento académico en Matemática, además de algún tipo de dificultad de aprendizaje asociada a la discalculia” (p. 60). En consecuencia, es imprescindible que los docentes presten más atención a estos niños para ayudarles a superar las dificultades matemáticas. Es responsabilidad del docente identificar los posibles casos de estudiantes con discalculia, seguir el protocolo correspondiente y evitar las consecuencias asociadas a esta condición.

En los datos recopilados al aplicar entrevistas, los expertos coinciden en que, hasta el momento, no conocen la existencia de un test estandarizado para diagnosticar la discalculia. Sin embargo, sí es posible detectarla a tiempo, identificando ciertas características que presentan los estudiantes, como la dificultad para contar o realizar cálculos, anomalías consideradas indicios de discalculia; si en el proceso diagnóstico se logra identificar algún problema en el área de matemáticas, se debe llenar una ficha de derivación de caso que el tutor entregará al Departamento del DECE. Lastimosamente, esta instancia ya no tiene la potestad de realizar una evaluación psicopedagógica, solo es posible realizar pruebas de funciones básicas que permiten orientarse y detectar un posible caso de discalculia.

Lo manifestado por los entrevistados tiene mucha similitud con el criterio de Herrera et al. (2009), en Bringas (2019), quienes señalan que las primeras manifestaciones de discalculia se pueden observar en el niño que, mientras avanza en su primer año, no escribe correctamente los números o se le dificulta realizar las actividades de clasificación y seriación numérica o las operaciones básicas. En los niños de grados superiores se ve afectado el razonamiento, lo que les dificulta resolver los problemas aritméticos más sencillos; asimismo, se identifican fallas o retrasos en un área conexas como es la lectoescritura.

Román (2020) promueve una nueva iniciativa: “El test de discalculia de Smartick es una herramienta estandarizada online y gratuita para niños de primero a cuarto de primaria”. Este test tiene el propósito de detectar la discalculia en edades tempranas con el fin de establecer medidas inclusivas para quienes padecen el trastorno, por lo que está diseñado para niños de primero y cuarto de primaria; se puede aplicar en 15 minutos con la ayuda de una tablet con conexión a Internet, al finalizar se obtiene un informe. Sin embargo, también es necesario acudir a un profesional para completar la evaluación con pruebas psicológicas, de inteligencia, atención y lectura, así como las pruebas específicas de matemáticas. Además, la página web Cognifit Research (2022) permite acceder a un test validado por científicos a nivel mundial que puede ser utilizado de forma gratuita por docentes y el equipo DECE para evaluar la posible presencia del trastorno; contiene un cuestionario con criterios diagnósticos y la explicación de los factores neuropsicológicos y del perfil cognitivo, y al finalizar arroja un informe completo de resultados.

Al preguntar a los expertos cuántos niños se han diagnosticado con discalculia en los últimos tres años en el circuito, explican que la discalculia es un trastorno poco común, por la falta de conocimiento al respecto; sin embargo, existen unos 30 niños diagnosticados con discalculia en el Distrito Otavalo por parte del Ministerio de Salud Pública, a varios de ellos se los ha considerado como NEE transitorias y han podido superarse. Hay muchos casos que no han sido reportados al no ser calificados como trastornos. En ocasiones, se cae en prejuicios de que el estudiante no quiere hacer los ejercicios, le da pereza o no le gustan las matemáticas.

Los expertos también opinan que, por parte de los docentes, existen algunos factores por los que no reportan los casos de estudiantes con discalculia, entre ellos, el desconocimiento sobre los problemas de aprendizaje, situación similar a la expuesta en el estudio de Calderón et al. (2019). Además, al reportar los casos de estos estudiantes, tendrían que realizar un informe pedagógico o un plan de refuerzo que implicaría

más trabajo del que usualmente ya tienen, por lo que se abstienen de comunicarlo a la instancia respectiva y tratan de solucionarlo internamente, omitiendo casos que sí necesitan una atención especializada.

La no derivación por parte de los profesores puede deberse a que el procedimiento es tedioso o a la falta de conocimiento del canal exacto para hacerlo o de guías para identificar los casos. Además, se afirma que los padres de familia no colaboran. El responsable de la Unidad de Apoyo a la Inclusión (UDAI) manifiesta que, hasta el momento, no tiene conocimiento de que haya existido un solo caso de discalculia que llegue hasta ese Departamento; sabe que en las unidades educativas se abordan problemas de aprendizaje en general, pero no específicamente de discalculia.

Lo antes expuesto coincide con los resultados de la investigación realizada por Benedicto y Rodríguez (2019), quienes manifiestan que “la prevalencia de las dificultades de aprendizaje en la población escolar es de entre el 5% y el 15% y entre el 2,27% y el 6,4% para la discalculia” (p. 9). Además, indican que la discalculia ha sido menos estudiada que las demás dificultades de aprendizaje y que queda mucho por conocer. En este mismo estudio se establece que el diagnóstico de la discalculia es de carácter clínico, es decir, que se requiere “la historia clínica del niño, la revisión de informes escolares y contacto con el servicio de orientación escolar” (p. 2). En paralelo, se debe efectuar una evaluación “neuropsicológica” mediante pruebas estandarizadas para esclarecer las dificultades, “valorar las funciones cognitivas alteradas y preservadas, detectar la presencia de posibles déficits asociados y hacer un diagnóstico diferencial” (p. 2).

Cuando la discalculia no es detectada a tiempo por los padres de familia o por los maestros, cuanto más tiempo pase sin considerarse esta condición de aprendizaje, los estudiantes desarrollarán sentimientos de inferioridad y frustración, lo que conduce a una afectación emocional y de autoestima que podrá repercutir negativamente en sus condiciones de aprendizaje. Por tal motivo, Domínguez (2019) creó un test diseñado como punto de partida para que los docentes obtengan elementos de juicio más contundentes y propicien la derivación pertinente. Cuando no se realiza el diagnóstico correcto de discalculia es fácil asociar sus inconvenientes de aprendizaje con aspectos como vagancia o falta de compromiso, lo que puede causar miedo en los estudiantes hacia las matemáticas o también rechazo hacia las instituciones educativas.

Desde la perspectiva de los expertos, se considera que un estudiante que tiene falencias en el aprendizaje de matemáticas en grados inferiores, cuando curse la educación básica superior o el bachillerato, tendrá graves problemas. Primero, fracaso escolar; con esta aseveración concuerda la Universidad Internacional de Valencia (2015), al afirmar que “los problemas existentes en el aprendizaje de la asignatura de matemáticas llevan a un gran número de estudiantes al fracaso escolar”. En este sentido, los docentes deben hacer frente a un gran desafío para evitar estas dificultades: han de atender de manera rápida, oportuna y eficaz las necesidades de cada estudiante, en el marco del respeto a los ritmos de aprendizaje del niño. Segundo, la baja autoestima; las matemáticas se vuelven un castigo para el estudiante, al que se le hace muy complicado realizar operaciones simples y le llevan mucho más tiempo, causándole frustración, problemas de autoestima y, por ende, fracaso y deserción escolar al no tener ganas de seguir estudiando porque considera que no tiene capacidad de aprender.

Los expertos coinciden en que la dificultad de aprendizaje de las matemáticas afecta

al desarrollo estudiantil y al aspecto emocional y social de los estudiantes. Además, existe presión por parte de los padres de familia, que les exigen buenas calificaciones, llegándoles a provocar ansiedad a sus hijos al no entender que tienen dificultades en la atención y la memoria. Esta situación se agudiza con el paso del tiempo, cuando deben aprender contenidos de educación básica superior o bachillerato que implican operaciones más complejas, lo que muchas veces desencadena en deserción escolar. Es por ello que se requiere una intervención integral, especialmente enfocada desde la perspectiva de las adaptaciones curriculares. Así también opinan Armijos et al. (2019), quienes proponen estrategias de capacitación a los docentes para responder de forma adecuada a las NEE que no están asociadas a la discapacidad.

En un estudio realizado por Pekrun (2014), citado por Cedar et al. (2017), se señala que en los últimos años las emociones han adoptado un rol muy importante en el aprendizaje de las matemáticas puesto que “el aula es un lugar de emociones, en donde los estudiantes pueden experimentar una serie de estados, como entusiasmo, admiración, empatía, envidia hacia los pares, aburrimiento, persistencia, etc., siendo probablemente algunos de esos estados moderados por su propio entorno familiar” (p. 2). Por lo tanto, es muy importante partir del aspecto emocional para motivar al niño; en combinación con actividades lúdicas, esto ayuda a que el niño se interese, aprenda y refuerce sus conocimientos, con énfasis en la praxis del razonamiento lógico-matemático para resolver problemas cotidianos.

El tratamiento más efectivo para la discalculia es el diagnóstico precoz. Al detectarse oportunamente el problema, se pueden proporcionar a los niños las herramientas pertinentes que los ayuden a adaptarse al proceso de aprendizaje, lo que garantiza menores probabilidades de un retraso escolar (Cottone, 2017). El tratamiento correcto debe realizarse con profesionales especialistas en psicopedagogía, para que orienten el refuerzo en áreas como la concentración, la atención y la memoria; los docentes deben realizar un trabajo conjunto y generar procesos de enseñanza-aprendizaje idóneos, que ayuden a los estudiantes a superar su NEE.

En el grupo focal los docentes vertieron criterios muy interesantes. Coinciden al evidenciar la falta de apoyo por parte de los progenitores, lo cual se agudiza más en el sector rural, puesto que la situación familiar en el campo se ve afectada por un mayor índice de pobreza; en consecuencia, el nivel de educación de los padres de familia es de primaria, en muchos casos inconclusa, siendo muy pocos los que han terminado la educación general básica y menos aún el bachillerato. Es importante mencionar que en los sectores rurales el nivel de analfabetismo también es considerable y preocupante. Brítez (2020), citado en Llerena y Sánchez (2020), señala al respecto que durante “la educación a distancia un aspecto negativo es el desconocimiento de los padres en el uso de las nuevas tecnologías” (p.103) y, por otro lado, el hecho de que los niños pasen solos mucho tiempo, lo que repercute en la afectación emocional. Otros aspectos que limitan la ayuda por parte de los padres de familia son la falta de disponibilidad en sus hogares de un dispositivo electrónico, sea teléfono celular, tableta o computador, el escaso acceso a Internet y la dificultad de contar con este servicio. Todo ello obstaculizó aún más el acceso educativo en el 2020, durante el cierre obligado de escuelas por la pandemia.

Es importante considerar que después del diagnóstico se debe realizar un tratamiento oportuno, fortaleciendo el trabajo sinérgico entre docentes y familia bajo los lineamientos de un psicopedagogo con el fin de buscar y aplicar las mejores herramientas, estrategias

y técnicas. Es necesario contemplar la incorporación de componentes lúdicos y recursos didácticos de material concreto, de manera que el estudiante asimile la matemática sin temores y se pueda acoplar al proceso de aprendizaje, aceptando su necesidad educativa como un proceso natural. Esta opinión se corresponde con lo afirmado por Gómez-Escobar y Fernández (2018), quienes en su investigación indican “que las alumnas son más exitosas cuando sus maestros tienen una actitud fuerte y positiva hacia las Matemáticas” (p. 188). Es importante despertar el gusto por las Matemáticas en los niños a partir del énfasis y la pasión que le ponga el docente al enseñar esta asignatura. Para lograrlo, debe tener un conocimiento muy profundo tanto de los contenidos como de las estrategias a aplicar en cada nivel y según la edad de los estudiantes.

Los siguientes elementos permiten asumir un abordaje integral de la NEE y ofrecer un proceso terapéutico oportuno:

- Tratamiento médico general: consiste en mejorar las condiciones orgánicas del estudiante, estimulando los procesos de formación y tonificación con medicación y con el régimen dietético que le resulte más favorable para mejorar su estado psíquico y favorecer el rendimiento en las actividades de aprendizaje.
- Tratamiento médico especial: se compone de exámenes radiológicos, electroencefalogramas y pruebas de laboratorio, para determinar si existen trastornos específicos en el organismo que puedan influir en el rendimiento normal en las actividades académicas. De ser así, se requerirá un tratamiento particular.
- Tratamiento psicoterapéutico: se considera la psicología como un tratamiento auxiliar. Es importante indicar que la dislexia y la discalculia son NEE que se encuentran estrechamente relacionadas; en muchos casos, el estudiante que tiene problemas de dislexia también los tiene de discalculia, y viceversa. Estos estudiantes pueden sufrir situaciones y experiencias traumáticas en el contexto educativo que, en muchos casos, los llevan a rechazar o interrumpir sus estudios, de ahí la importancia de coordinar acciones desde el ámbito pedagógico y psicológico.
- Tratamiento en el aula: en muchos casos los problemas en la asignatura de Matemáticas generan fracaso escolar. Docentes, autoridades y padres de familia tienen que dirigir sus esfuerzos a la generación de procesos que permitan detectar de manera oportuna y eficaz las necesidades educativas, para de esta manera prevenir las dificultades, fortalecer las capacidades y entender y respetar las condiciones de aprendizaje de los estudiantes.

La Universidad Internacional de Valencia UIV (2015) señala las siguientes acciones:

Diseñar actuaciones de aprendizaje que conduzcan al alumnado al descubrimiento mediante la experimentación y los sentidos. Presentar los contenidos lógico-matemáticos desde una perspectiva global y secuencial. Priorizar la comprensión de los conceptos, antes que los procesos de mecanización y automatización. Tratar de enseñar las reglas lógico-matemáticas desde una perspectiva práctica. Facilitar el aprendizaje cooperativo y en equipo.

La propuesta de solución al problema científico contempla la planificación de estrategias para que el personal docente conozca: los lineamientos para elaborar el Documento Individual de Adaptación Curricular (DIAC) y un ejemplo de este, un modelo de adaptación curricular para niños con discalculia y las estrategias psicopedagógicas



innovadoras para la intervención en el aula con el apoyo e involucramiento de los padres de familia.

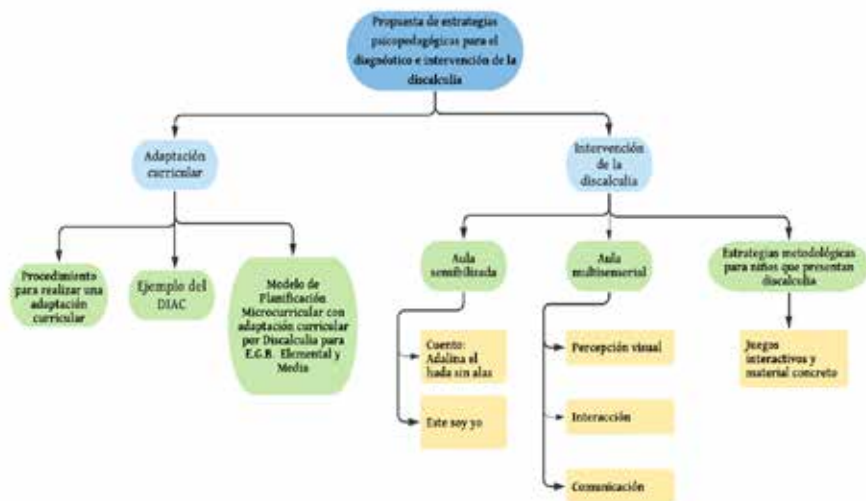


Figura 1. Diagrama de organización de la propuesta

La metodología propuesta es activa y participativa. Está enfocada en lograr la participación integral de todos los actores de la comunidad educativa con el fin de fortalecer la inclusión mediante el uso correcto de adaptaciones curriculares en una planificación diferenciada, diseñada específicamente para estudiantes con discalculia. Estas adaptaciones está basadas en estrategias innovadoras para potenciar el interés por el aprendizaje de las matemáticas, aportando una solución a los problemas de aprendizaje que enfrentan los estudiantes con esta NEE no asociada a la discapacidad.

Las estrategias psicopedagógicas están diseñadas de tal manera que garantizan el bienestar emocional y psicológico; por ello, se propone desarrollar técnicas de sensibilización en el aula, a fin de que los niños comprendan que tienen un compañero con dificultades de aprendizaje y que, en lugar de etiquetar o discriminar, deben brindarle apoyo e incluirle en los trabajos de aprendizaje colaborativo.

El aula multisensorial cumple el rol de estimular los distintos sentidos. Incluye estrategias con una serie de actividades que promueven el uso de material concreto para desarrollar la percepción visual, la interacción y la comunicación. Se complementa con una guía de estrategias metodológicas compuesta por juegos interactivos en línea, cuya finalidad es reforzar los aprendizajes, suscitar el interés del estudiante y mejorar sus capacidades mentales y motrices en el proceso de razonamiento matemático. Mediante la utilización de los recursos didácticos de una sala multisensorial los estudiantes con NEE lograrán estimulación, relajación y motivación, además de mejorar su calidad de vida, simplemente por contar con recursos ajustados a sus necesidades (Carbajo, 2014).

Por consiguiente, las estrategias metodológicas seleccionadas consisten en la aplicación de juegos numéricos interactivos orientados al aprendizaje y retención de los números,

mediante el uso de programas de software especializado como Cokitos Juegos Educativos ([www.cokitos.com](http://www.cokitos.com)), Mundo Primaria ([www.mundoprimary.com](http://www.mundoprimary.com)), Árbol ABC ([arbolabc.com](http://arbolabc.com)) o Juegos Infantiles de El Bosque de las Fantasías ([juegosinfantiles.bosquedefantasias.com](http://juegosinfantiles.bosquedefantasias.com)), entre otros. Las técnicas están diseñadas para ser aplicadas en educación general básica elemental y media. Se acompañan de fichas para el trabajo en el aula, que además permiten el involucramiento de los padres de familia como entes verificadores de las tareas que los niños desarrollen.

Bellver (2022) expone: “Las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) se presentan como una alternativa muy beneficiosa de tratamiento, aportando flexibilidad y adaptación al ritmo de cada niño”. Además, la ventaja principal de los juegos en línea propuestos es que permiten al docente, al estudiante y al padre de familia seleccionar el nivel de complejidad de acuerdo al grado de educación básica en el que se encuentre el niño. En la guía se encuentran los conocimientos básicos que el docente necesita para que, posteriormente, por cuenta propia, explore las herramientas digitales y las adapte a los diferentes contextos, niveles y casos de estudiantes con discalculia. Asimismo, se sugiere aplicarlas como refuerzo para trabajar con todos los niños.

La aplicación de estas estrategias de intervención se realizará en la escuela en el horario de clase y estarán acompañadas de fichas de trabajo de refuerzo académico para que los padres de familia ayuden a los niños a realizarlas en casa, con ejercicios similares a los sugeridos en los juegos en línea, en caso de que no dispongan de conectividad a Internet.

Estrategia 1: El puzzle de la secuencia numérica (González, 2014a).

<https://www.cokitos.com/completar-secuencias-de-numeros-consecutivos/play/>

Estrategia 2: Pacman de sumas y restas (González, 2014b).

<https://www.cokitos.com/pacman-sumas-y-restas/play/>



**Figura 2.** Ficha de trabajo de secuencia numérica y de operaciones básicas

Estrategia 3: Diferenciar distintas longitudes (Mundo Primaria, 2013b).

<https://www.mundoprimary.com/juegos-educativos/juegos-matematicas/juego-diferenciar-distintas-longitudes>

Estrategia 4: Bingo de las figuras geométricas (Artmann, 2020).

<https://arbolabc.com/juegos-de-figuras-geometricas/bingo>

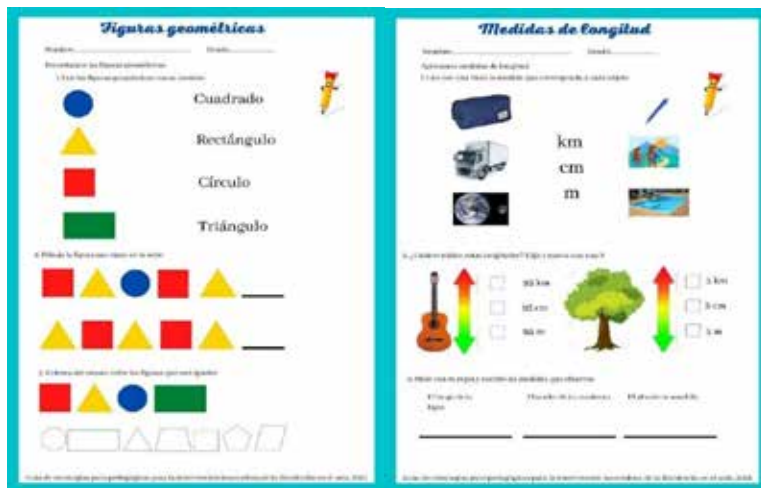


Figura 3. Fichas de trabajo para nociones de medición y geometría

Estrategia 5: La tienda online (González, 2014c).

<https://www.cokitos.com/cobrar-y-dar-cambio-en-dolares/play/>

Estrategia 6: El tiempo y sus unidades de medida (Mundo Primaria, 2013a).

<https://www.mundoprimary.com/juegos-educativos/juegos-matematicas/juego-medicion-tiempo>



Figura 4. Fichas de trabajo para cantidades monetarias y de unidades de tiempo

## Conclusiones

- La discalculia es una necesidad educativa especial no asociada a la discapacidad, que genera en los estudiantes dificultad al operar procesos de contenido matemático, deficiencias en el desarrollo de destrezas y complicaciones para la asimilación de conceptos y definiciones básicas, la resolución de problemas y para realizar interpretaciones abstractas de información numérica. Todo ello repercute en que los niños no se sientan a gusto en la escuela y muchas veces sientan rechazo a la asignatura de Matemáticas y, en situaciones más graves, lleguen a una situación de deserción escolar, problemáticas que, con un diagnóstico y tratamiento oportuno, pueden superarse y mejorar el aprendizaje.
- Las adaptaciones curriculares que los docentes registran en las planificaciones se orientan únicamente a niños que tienen carné de discapacidad emitido por el Ministerio de Salud Pública. Al no existir casos de discalculia diagnosticados, no se han realizado adaptaciones curriculares para esta dificultad de aprendizaje; sin embargo, sí existen niños que tienen dificultad para identificar los números, reconocer secuencias o para resolver las operaciones básicas, entre otros aspectos. Para solventarlas, los docentes optan por ejecutar actividades de refuerzo momentáneas.
- Generalmente, docentes y padres de familia desconocen la forma correcta de inculcar en los niños los hábitos y el gusto por el aprendizaje de las Matemáticas; por ende, no los motivan a interesarse por la asignatura o tienden a hacer afirmaciones negativas sobre la materia.
- La propuesta de estrategias psicopedagógicas para el diagnóstico e intervención innovadora de la discalculia se hace con la finalidad de promover un aula inclusiva. Se plantea una metodología de acción y participación integral

de todos los actores de la comunidad educativa, a fin de fortalecer el uso de adaptaciones curriculares para estudiantes con dificultades de aprendizaje en Matemáticas y lograr mejores resultados.

- Es necesario reforzar el aprendizaje de las Matemáticas de manera lúdica, didáctica y con material concreto para lograr aprendizajes significativos, motivando al niño a interesarse por contenidos matemáticos y a mejorar sus habilidades numéricas.

## Referencias




- Alay, A., Alcívar, M., Meza, H., Cedeño, F., y Rivadeneira, F. (2020). La discalculia en el desarrollo de procesos lógicos matemáticos en niños de educación básica media. *Mikarimin Revista Científica Multidisciplinaria*, 6, 2528-7842.
- Armijos, M., León, F y Ordóñez, J. (2022). Necesidades Educativas Especiales (NEE) que afectan la enseñanza-aprendizaje de Matemáticas: Un análisis desde la planificación micro-curricular, *Revista Educación, Arte y Comunicación*, 1(10), 59-75
- Artmann, P. (2020). Árbol ABC. com. Obtenido de Juego de figuras geométricas: <https://arbolabc.com/juegos-de-figuras-geometricas/bingo>
- Árizaga, A. y Román, J. (2021). La discalculia en alumnos de la educación básica. *Revista Sociedad & Tecnología*, 4(3), 432-446
- Bellver, R. (12 de agosto de 2020). <https://www.lifeder.com/>. Obtenido de Discalculia: síntomas, causas y tratamiento: <https://www.lifeder.com/discalculia>
- Benedicto, P., y Rodríguez, S. (2019). Discalculia: manifestaciones clínicas, evaluación y diagnóstico. Perspectivas actuales de intervención educativa. *Relieve*, 25(1), 1-20. doi: <https://doi.org/10.7203/relieve.25.1.10125>
- Bringas, M. (2019). Análisis de estrategias en relación a los niños que padecen el trastorno el trastorno de discalculia en el nivel primario. [Tesis para obtener segunda especialidad] Universidad Nacional de Tumbes
- Delgado, M., Delgado, R., Palma, R. y Moya, M. (2019). Dyscalculia and pedagogical intervention. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences*, 6(5), 95-100. <https://doi.org/10.21744/irjmis.v6n5.710>
- Carbajo, M. (2014). La sala de estimulación multisensorial. *Tabanque Revista pedagógica*, 155-172.
- Cerda, G., Pérez, C., Casas, J., y Ortega, R. (2017). Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas: La necesidad de un análisis multidisciplinar. *Psychology, Society, and Education*, 9(1), 1-10. doi:10.25115/psye.v9i1.428
- COGNIFIT Research. (2022). Evaluación Cognitiva para investigaciones sobre Discalculia (CAB-DC). <https://www.cognifit.com/ec/evaluacion->

cognitiva/test-discalculia#:~:text=El%20test%20de%20discalculia%20de,neuropsicol%C3%B3gicos%20identificados%20en%20la%20discalculia

- Cottone, A. (2017). *La discalculia evolutiva: Estudio comparativo de la producción científica en España e Italia*. Universidad de Extremadura.
- Domínguez, M. (2019). Elaboración de un Test para la detección de riesgo de discalculia para uso de docentes. En A. Cotán Fernández (Coord.), *Nuevos paradigmas en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. (pp. 18-27). Eindhoven, NL: Adaya Press.
- Fonseca, F., López, P. y Massagué, L. (2019). La discalculia un trastorno específico del aprendizaje de la matemática. *Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 15(1), 212-224
- Gómez-Escobar, A., y Fernández, R. (2018). Los maestros y sus actitudes hacia las Matemáticas: un estudio sobre Educación Infantil y Primaria en España. *Unión. Revista Iberoamericana de educación Matemática* (52), 186 – 200
- González, R. (2014a). *Cokitos Juegos Educativos*. Obtenido de Completar Secuencias de Números Consecutivos: <https://www.cokitos.com/completar-secuencias-de-numeros-consecutivos/play/>
- González, R. (2014b). *Cokitos Juegos Educativos*. Obtenido de Pacman Sumas y Restas: <https://www.cokitos.com/pacman-sumas-y-restas/play/>
- González, R. (2014c). *Cokitos Juegos Educativos*. Obtenido de Jugando a: Cobrar y dar cambio en Dólares: <https://www.cokitos.com/cobrar-y-dar-cambio-en-dolares/play/>
- Juegos infantiles de El Bosque de las Fantasías. (2016). Obtenido de Juegos de divisiones para niños: <https://juegosinfantiles.bosquedefantasias.com/matematicas/dividir>
- Laz, V. y Cedeño, F. (2021). Estrategia de enseñanza de la matemática para estudiantes con trastornos de Discalculia. *Dominio de las ciencias*, 7(1). 593-611. DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i1.1663>
- Llerena, R., y Sánchez, C. (2020). Educación rural en el Perú, entre la desigualdad y la pandemia: desafíos para la educación virtual. *Presencia*(5), 96 - 110.
- MINEDUC. (2011). *Programa de sensibilización Educación sin barreras*. Vicepresidencia de la República del Ecuador.
- MINEDUC. (2013). *Guía de trabajo adaptaciones curriculares para la educación especial e inclusiva*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Guia-de-adaptaciones-curriculares-para-educacion-inclusiva.pdf>
- MINEDUC. (2013b). Normativa referente a la atención a los estudiantes con necesidades educativas especiales en establecimientos de educación ordinaria o en instituciones educativas especializadas. [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/ACUERDO\\_295-13.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/ACUERDO_295-13.pdf)

- Mundo Primaria. (2013a). Obtenido de Juego de medición del tiempo para niños de primaria. El año: <https://www.mundoprimary.com/juegos-educativos/juegos-matematicas/juego-medicion-tiempo>
- Mundo Primaria. (2013b). Obtenido de Juego de diferenciar las distintas longitudes: <https://www.mundoprimary.com/juegos-educativos/juegos-matematicas/juego-diferenciar-distintas-longitudes>
- Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural. Art 228, 19 de julio de 2012. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Reglamento-General-a-la-Ley-OrgAnica-de-Educacion-Intercultural.pdf>
- Román, Y. (2020). Smartick diseña un test online gratuito para detectar la discalculia. Disponible en: <https://www.smartick.es/blog/educacion/necesidades-educativas-especiales/detectar-la-discalculia/>
- UNESCO, UNICEF, UNFPA, PNUD, ONU, y ACNUR. (2015). *Declaración de Incheon y Marco de Acción ODS 4*. Corea del Sur.
- Universidad Internacional de Valencia. (03 de enero de 2015). *Cómo trabajar la discalculia en el aula ordinaria*. Obtenido de <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/como-trabajar-la-discalculia-en-el-aula-ordinaria>

# **Experiencias Adversas en la Infancia y la Posibilidad de Florecimiento en Niños de 9 a 12 años. Problemas Fundamentales desde la Educación Existencial Positiva.**

José Miguel Mayorga González , Liliana Elizabeth Fuquen Giral , Irma Yoen Huertas Ramírez 

Mayorga González, José Miguel PhD.

Docente Programa Especialización en Desarrollo Integral – Corporación Universitaria Iberoamericana

Autor de correspondencia: jose.mayorga@ibero.edu.co

Fuquen Giral, Liliana Elizabeth MSc.

Directora Programa Especialización en Desarrollo Integral – Corporación Universitaria Iberoamericana

liliana.fuquen@ibero.edu.co

Huertas Ramírez, Irma Yoen MSc.

Docente Programa Especialización en Desarrollo Integral – Corporación Universitaria Iberoamericana

irma.huertas@ibero.edu.co

## **Resumen**

Esta investigación se orienta en torno al problema de la falta de conocimiento frente a las experiencias adversas de niños de 9 a 12 años de edad, así como a las experiencias de florecimiento hacia el bienestar significativo, en una zona rural de Bogotá, Colombia. Para responder a esta problemática el objetivo general es comprender la experiencia de niños de 9 a 12 años de una zona rural de Bogotá, Colombia, ante el florecimiento a través de ambientes seguros y de apertura, permitiendo la conciencia de las experiencias adversas de la infancia. El tipo de estudio es cualitativo fenomenológico, esperando desarrollar estrategias de florecimiento desde el optimismo trágico ante las experiencias adversas infantiles. Se analizaron narrativas a partir de cuatro categorías emergentes que permitieron la comprensión del fenómeno, las cuales fueron el problema de orden invisible, las intenciones ocultas, las confirmaciones discordantes y las expectativas latentes.

**Palabras clave:** experiencias adversas en la infancia, florecimiento, educación existencial positiva, factores de cuidado

## **Introducción**

El florecimiento, los ambientes seguros y de apertura, las experiencias adversas de la infancia y el optimismo trágico, son temas que, actualmente, a razón de la desescalada



del confinamiento por la pandemia, han empezado a ser de interés para la investigación de alto impacto. Posiblemente, esto es debido al reconocimiento de la vida misma, que se presenta en la cotidianidad como dura, ruda e injusta, movilizándolo la propia sensibilidad humana al identificar la fragilidad como individuos y comunidad.

Lo anterior se vuelve aún más relevante cuando estos temas impactan a los niños, niñas y adolescentes y afectan tanto positiva como negativamente su bienestar, desarrollo e intercambio social. Por ello, el interés de este proyecto, acorde a la Especialización Integral de la Infancia y Adolescencia, es comprender la experiencia de niños de 9 a 12 años de una zona rural de Bogotá, Colombia, ante el florecimiento, a través de ambientes seguros y de apertura que permitan tomar conciencia de las experiencias adversas en la infancia.

Se busca responder a la atención integral del desarrollo de los niños y niñas de una zona rural y además promover garantías en torno a la salud mental comunitaria, el bienestar y el cambio social positivo, ámbitos propios del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Salud y el Bienestar. Asimismo, se persigue contribuir a la disminución e investigación en la zona rural del conflicto, la inseguridad y la institucionalidad débil, aspectos incluidos en el ODS de Paz, Justicia e Instituciones Sólidas. Se propone alcanzar estos fines a través del reconocimiento, focalización y acción ante las experiencias adversas infantiles, tanto en sus microestresores, frustración, desesperanza o indefensión, entre otros, como en sus macroestresores, confinamientos, conflicto urbano y rural o corrupción, entre otros (Wong, 2019).

Lograr lo propuesto en estos párrafos requiere centrarse en la mirada de la educación existencial positiva, un marco existencial y complejo que, a través de la exploración de la vida cotidiana, busca estrategias que movilicen voluntariamente a la persona hacia la apertura existencial (Mayorga-González, 2020). Es decir, toda persona puede orientarse hacia un bienestar significativo cuando, con coraje, focaliza su vida a objetivos positivos sin desconocer las situaciones emergentes que le permiten florecer (Mayorga-González, 2019).

Las situaciones emergentes generan experiencias adversas en la infancia, que al ser reconocidas pueden movilizar el coraje en las personas y hacer florecer posibilidades de cambio hacia el bienestar, el desarrollo humano y la transformación del territorio; para ello, se requiere la creación de estrategias que impacten, midan y logren el interés propio de esta investigación.

La aplicación de este proyecto en el momento de desescalada del confinamiento puede permitir un aumento en las relaciones positivas, la resonancia de la positividad y en los encuentros reflexivos (Seligman, 2011). Como se mencionó en los antecedentes, algunas investigaciones han realizado hallazgos del aumento de sensación de soledad, aislamiento e individualismo que, en edades de 9 a 12 años, puede desembocar en ansiedad social, miedo al rechazo, acoso, crueldad, autoestima negativa y búsqueda de instrumentalización, entre otras situaciones emergentes y adversas para la infancia (Camargo, Mayorga y Castañeda, 2021).

A partir de lo anterior, el problema de investigación es la falta de conocimiento acerca de las experiencias adversas de niños de 9 a 12 años, así como del florecimiento hacia el bienestar significativo, en una zona rural de Bogotá, Colombia. La pregunta de investigación es: ¿Cuáles son las experiencias de niños de 9 a 12 años de una zona rural

de Bogotá, Colombia, ante el florecimiento a través de ambientes seguros y de apertura, que permiten la conciencia de las experiencias adversas de la infancia? El objetivo general es comprender la experiencia de niños de 9 a 12 años de una zona rural de Bogotá ante el florecimiento a través de ambientes seguros y de apertura, permitiendo la conciencia de las experiencias adversas de la infancia.

Para dar cumplimiento al objetivo, se proponen como objetivos específicos los siguientes:

- Identificar los resultados de estudios existentes en la literatura científica sobre el florecimiento en niños de 9 a 12 años en zonas rurales, estableciendo categorías temáticas propias acordes con del interés de la investigación.
- Caracterizar las experiencias adversas de la infancia para la construcción de estrategias de educación positiva, movilizándolo el florecimiento desde el optimismo trágico.
- Determinar las experiencias de florecimiento en los niños de 9 a 12 años en la zona rural, tipificando los resultados a partir de la descripción, clasificación y explicación del fenómeno estudiado.

Con lo anterior, se realizarán los planteamientos teóricos y conceptuales de la investigación, en los que se abordará la educación existencial positiva como fundamento teórico y, a nivel conceptual, las experiencias adversas en la infancia, el florecimiento, el florecimiento en la infancia, cuatro factores del cuidado y la etapa evolutiva de niños y niñas de 4 a 12 años.

## **Revisión teórica**

### **Educación Existencial Positiva**

La educación existencial positiva es una propuesta práctica de promoción de sistemas relacionales seguros y de apertura orientados a posibilidades de valor hacia el florecimiento personal y grupal (familia, pareja, organizaciones y comunidades, entre otros), a través de estrategias de confrontación, reflexión y orientación. Este tipo de educación parte de los postulados del análisis existencial de la vida cotidiana y la logoterapia para la vida.

Según Mayorga-González y Tobón-Montoya (2022), la educación existencial positiva surge a raíz de tres acciones: transformar lo aprendido a través del arte del diálogo de saberes, reconocer lo propio asumiendo consciencia de la responsabilidad y orientarse a lo posible, tanto a lo que otorga sentido a la vida como a la tarea que demanda la vida cotidiana. Estos tres aspectos conforman el desarrollo integral y permiten el cambio social, llevando a un estado de florecimiento o bienestar.

Para Mayorga-González y Tobón-Montoya (2021), el ser humano existe porque permanece en un intercambio dialógico constante para organizar y dar significado a los hechos de la existencia. Este intercambio se da entre aspectos internos o experienciales y externos o intersubjetivos, generando un continuo existencial que mantiene o transforma las realidades de personas y grupos, dependiendo de la consciencia de seguridad y apertura que se tenga en los sistemas relacionales.

Todo sistema relacional es un entretreído de información que retroalimenta diferentes aspectos experienciales e intersubjetivos y argumenta el continuo existencial o el relato articulador de la vida. Dentro de los aspectos intersubjetivos podemos indicar, según Mayorga-González (2018), que todas las personas son arrojadas y deben permanecer en múltiples contextos en los cuales se demandan principios de comunicación, lenguaje y actitud que se deben asumir, dando expresión a las normas, roles y tareas que diferencian unos contextos de otros. A esto se le llama campos intersubjetivos.

Todas las personas no solo son arrojadas, sino que se reconocen en la presencia de otros, generando relaciones basadas en la confirmación del otro y posiciones relacionales que conducen a la sincronía o al conflicto. Esto se denomina dinámica relacional. Todas las personas, al permanecer en contextos y relacionarse con otros, deben vivenciar situaciones emergentes, adversas y confrontantes, que pueden generar mutaciones o transformaciones en sus modos de ser. A esto se le llama contenido existencial (Mayorga-González 2019 y Caíta-Alvarado, 2021). Todas las personas intercambian información con otros desde modalidades de expresión que se transmiten desde el cuerpo, expresando lo experiencial y entrando en contacto con lo intersubjetivo. A esto se le denomina corporalidad expresiva.

Por consiguiente, la educación existencial positiva es un diálogo genuino y colaborativo en constante reflexión y cuestionamiento de la vida y sus adversidades, para el encuentro con posibilidades de valor que lleven al desarrollo integral y al cambio social de las personas y grupos. Mayorga-González (2016) precisa que las intenciones son pasar de la palabra a la acción: aunque la palabra es fundamental, antes de ella se debe lograr una consciencia de la acción, lo que implica movilizar a las personas a la reflexión y expresión de la corporalidad, reconociendo lo afectivo como brújula que conduce a las posibilidades de valor. Pasar de la persona al grupo: la persona es el fin y el grupo es el medio gracias al cual el fin logrará su desarrollo. Por ello, el reconocimiento del campo intersubjetivo como la relación dinámica que se encuentra ahí, llevará a las personas a la movilización de la autonomía y la colaboración. Pasar del pasado al futuro: el pasado se enmarca en el continuo de la existencia, pero para transformarlo es importante aprender a interpretar la existencia y, para ello, los grupos y las personas deben aprender a moverse desde los actos hacia las posibilidades de valor.

## **Experiencias Adversas en la Infancia**

Para Thompson et al. (2016), las experiencias adversas en la infancia “son eventos potencialmente traumáticos que ocurren antes de los 18 años y que, en ausencia de un apoyo adecuado, crean estrés tóxico que interrumpe el desarrollo normal del cerebro” (p. 1). De igual manera, Vega-Arce y Nuñez Ulloa (2018), señalan que:

La vivencia temprana de situaciones estresantes, potencialmente traumáticas, es un factor de riesgo que afecta la trayectoria vital normativa y puede asociarse a diversos problemas por medio de mecanismos de desregulación que atentan contra la capacidad de afrontamiento flexible ante situaciones adversas. (p. 26)

Con lo anterior, se pueden definir las experiencias adversas de la infancia como aquellas amenazas que generan riesgos en la niñez y afectan el desarrollo integral, entendido como el proceso de transformación, reconocimiento y orientación, características

propias para el florecimiento. Las experiencias adversas pueden generar trauma existencial ante la ausencia de adultos responsables (Mayorga-González, 2021) y, a su vez, provocar restricción existencial, lo que implica inseguridad hacia sí mismo y cierre en las interacciones con los sistemas relacionales en los que cohabita.

Cuando estas experiencias son acumulativas, aumentan la vulneración y fragilidad de la infancia y su impacto negativo en la vida cotidiana, como lo precisan Goldstein et al. (2020):

Las Experiencias Adversas Infantiles acumulativas predicen problemas en cascada del curso de vida, como el fracaso académico, los problemas con el desajuste socioemocional y los malos resultados de salud (...) el efecto acumulativo de los factores estresantes en las familias puede conducir al deterioro de la resiliencia familiar, así como al empeoramiento de los resultados de los niños y adolescentes. (p. 1861)

Estas experiencias en la infancia pueden generar formas de comunicación violentas, relaciones competitivas y distantes, así como falsificación de su propia experiencia para poder asimilar las experiencias adversas.

Los niños expuestos a la adversidad son más susceptibles al estrés tóxico y pueden tener una mayor vulnerabilidad a la reactividad al estrés (...) Las habilidades innatas para interactuar con otros, procesar información, aprender nuevas lecciones y mantener la flexibilidad o la resiliencia disminuyen a medida que la respuesta de supervivencia toma el relevo de estos procesos sociales secundarios. (Goldstein et al., 2020, p. 1862)

Por lo tanto, se puede concluir que las experiencias adversas en la infancia incluyen una serie de situaciones que las desencadenan, unas emergencias que se presentan y unas predisposiciones que generan. Dentro de las situaciones desencadenantes se encuentran algunas planteadas por Thompson et al. (2016):

Dificultades económicas, divorcio/separación de los padres, encarcelamiento de los padres, muerte de los padres, enfermedad mental del hogar, abuso doméstico de alcohol o drogas, testigo de violencia doméstica, testigo/víctima de la violencia en el vecindario y víctima de discriminación racial. (p. 9)

## **Florecimiento**

Para Goldstein et al. (2020):

El florecimiento se relaciona con el bienestar y son indicadores de si los niños muestran interés y curiosidad en aprender cosas nuevas, pueden enfocarse y persistir para lograr objetivos y son capaces de regular las emociones y los comportamientos en situaciones difíciles. (p. 1862)

Asimismo, Ruiz-Mendoza (2020) precisa que “Florecer o Flourishing significa, más concretamente vivir en un rango óptimo de funcionamiento humano, bienestar, generatividad, crecimiento y resiliencia” (p. 8). En un sentido amplio, se refiere a vivir una vida óptima, en la que las personas son lo suficientemente libres como para tomar sus propias decisiones, llenar su tiempo con actividades y relaciones significativas y exitosas, y sentirse felices o satisfechas con eso (Wolbert, de Ruyter y Schinkel, 2021, p. 698).

Por lo tanto, florecer es el desarrollo o crecimiento de las personas que permite transformar lo aprendido, reconocer lo propio, orientarse a posibilidades de valor, producir cambios en su comunidad y generar una sensación de bienestar.

## **Florecimiento en la Infancia**

Para Thompson et al. (2016), en los niños de 6 a 17 años, “los indicadores florecientes son terminar las tareas y seguir adelante con los planes, mantener la calma y el control cuando se enfrentan a un desafío y mostrar interés y curiosidad en aprender cosas nuevas” (p. 5). Sin embargo, para lograr esto “se necesitan circunstancias y bienes beneficiosos que faciliten el florecimiento. Debido a la dependencia fundamental de los niños, su florecimiento es frágil: necesitan muchas personas en el lugar correcto, puestos allí por otros, antes de que puedan florecer” (Wolbert et al., 2021, p. 701).

Estos autores plantean además que, para describir bien el alcance de estas condiciones previas, es relevante a nivel práctico distinguir entre las condiciones previas y los elementos constitutivos del florecimiento. Las condiciones previas son condiciones necesarias para la posibilidad de realizar los bienes que constituyen el florecimiento de los niños, es decir, su cumplimiento es necesario para hacer posible una infancia floreciente, pero las condiciones en sí mismas no constituyen florecimiento (Wolbert et al., 2021, p. 701).

Las condiciones previas se pueden dividir en dos tipos, uno básico y otro menos básico. El primer tipo hace referencia a la necesidad de los niños (como los adultos) de aire, agua, comida, calor, refugio y seguridad; para Wolbert et al. (2021), “la diferencia con los adultos, aunque no es una diferencia absoluta, es que en el caso de los niños esto equivale a la necesidad de que se les proporcionen estos bienes básicos” (p. 701). Según Mayorga-González (2021), las necesidades básicas son un factor primordial para lograr en la infancia y la adolescencia el desarrollo integral, junto con factores como los fundamentos, el desarrollo evolutivo y la percepción de riesgo o de las experiencias adversas.

Las experiencias adversas en la infancia y la necesidad de evitarlas constituyen el segundo tipo de condiciones previas:

El niño no debe sufrir pobreza, enfermedad, violencia, analfabetismo, es decir, deben ser cuidados físicamente y al menos mínimamente educados. En segundo lugar, si eso se salvaguarda, el niño tampoco debe sufrir descuido, abuso, privación injusta, es decir, también deben ser atendidos emocionalmente. (Wolbert et al., 2021, p. 701)

## **Los Cuatro Factores del Cuidado**

El análisis existencial de la vida cotidiana es un marco comprensivo de la persona como ser situacional en relación, mantenido por intercambios dialógicos constantes con sus espacios experienciales (internos) e intersubjetivos (externos), que generan un relato articulado que le permite estar, ser, interactuar y orientarse en la existencia. Los relatos o continuos existenciales pueden presentarse en dos tipos: de vórtice (horizonte de sucesos) y de singularidad (agujeros de luz) (Mayorga-González, 2019; Camargo-Barrero et al., 2021).

Dentro de los aportes de esta propuesta comprensiva, se plantean cuatro factores del cuidado de la infancia y la adolescencia, los cuales permiten el desarrollo en estas etapas vitales. Mayorga-González y Tobón-Montoya (2022) señalan que el desarrollo integral se comprende en relación con el bienestar y el cambio social:

El bienestar se reconceptualiza como el proceso y el resultado de gestionar un equilibrio adaptativo entre perseguir objetivos positivos y superar o transformar todas las fuerzas negativas (Wong, 2020). El desarrollo humano como el proceso de transformar lo aprendido, reconocer lo propio y orientarse a lo posible es decir al bienestar. El cambio social como el proceso de orientarse a la relación con otros, diferenciándose desde la individualidad, pero conectándose desde lo posible que transforme las realidades sociales, pasa de la palabra a la acción, del pasado al futuro y de la proyección al proyecto. Los tres son una triada necesaria y que se fundamentan en una apertura existencia (p. 47).

Siguiendo con la propuesta de los cuatro factores del cuidado, Mayorga-González (2021) señala que los factores son los fundamentos o institucionalidad, las necesidades básicas, el desarrollo evolutivo y las amenazas. Para Max-Neef et al. (2006), el desarrollo integral significa encontrar formas de intervenir a nivel institucional en las necesidades básicas de la población para que sean satisfechas y se tenga el potencial de alcanzar el bienestar individual y colectivo. Las necesidades básicas identificadas por Maslow (citado por Hidalgo et al., 2008) se pueden dividir en cinco niveles para su fácil comprensión y aplicación. La primera capa son las necesidades fisiológicas, que incluyen hambre, sueño, higiene, atención médica, etc. Las necesidades de seguridad abarcan tener un techo, un espacio para alimentarse, descansar, contar con un grupo familiar y educación, entre otras. Las necesidades de afiliación se relacionan con las interacciones de la persona con los otros, su familia, amigos o comunidad. Las necesidades de reconocimiento se orientan a aquellos aspectos de mérito, autoconocimiento, construcción de identidad y toma de decisiones. Por último, la necesidad de autorrealización hace énfasis en procesos de creatividad, prospectiva y encuentro espiritual, entre otros.

Para Mayorga-González (2021) la institucionalidad se entiende como la definición y distinción de un entorno de otro; dentro de las características de las instituciones se encuentran los fundamentos (normas, restricciones y reglas), los roles y las funciones. Así, cada contexto puede ser una institución, es decir, como afirma Bonfrenbenner (1985), cada contexto puede clasificarse en sistemas específicos según su nivel de relación con el individuo. Es por esto que ambientes como el hogar y la escuela son instituciones microsistémicas que se conectan con el individuo porque tienen una relación directa con el sujeto.

Según Wong (2021), cada etapa de desarrollo evolutivo trae su propio sufrimiento. De igual forma, Alburqueque (2018) señala que las etapas psicosociales nos dan una guía para acompañar a las poblaciones de la niñez y la adolescencia. Como explica De Barbieri (2005):

Erik Erikson propuso una teoría psicosocial del desarrollo en la que describe una serie de etapas o edades —como él las llama— por las que pasa el ser humano a lo largo de su vida. Cada etapa tiene sus objetivos, intereses, logros y riesgos particulares. Asimismo, abordó muchos temas contemporáneos, entre ellos la búsqueda de sentido y reconocimiento por parte de los jóvenes. (p. 426)

Para Mayorga-González (2021), las amenazas son riesgos que surgen en las etapas de evolución, generalmente a raíz del enfrentamiento y la adaptación a nuevas situaciones. Las amenazas también surgen por negligencia o preocupación excesiva por parte del individuo. En relación con la desatención, los riesgos son la falta de satisfactores de necesidades básicas y el ascenso vertiginoso a nuevos niveles evolutivos para encontrar la adaptación a las situaciones; la sobreprotección puede conducir al retroceso en las etapas evolutivas. En el primero emergen amenazas que no son normales según la etapa evolutiva, por lo que se genera incertidumbre ontológica y se asume una vida sesgada en las interacciones con el fin de satisfacer necesidades y reducir la sensación de riesgo.

La sobreprotección presenta amenazas en situaciones que normalmente no deberían ser amenazantes, creando dependencia de las figuras de autoridad en los niños y niñas. Cada una de las dos situaciones reduce las capacidades y, por lo tanto, aumenta los riesgos sociales, políticos y económicos. Según los tipos de cuidado, se debe emplear un cuidado que permita a los niños y jóvenes vivir los riesgos de sus etapas de desarrollo, que garantice la satisfacción de las necesidades básicas y que confirme y legitime la importancia de la institucionalidad. Sin embargo, existen líneas borrosas y frágiles entre el descuido, el cuidado y la sobreprotección (Mayorga-González, 2021), lo que desencadena experiencias adversas en la infancia.

## **Etapas de Desarrollo Evolutivo de 3 a 12 años**

Cuando el niño o la niña crece, la primera categoría de reconocimiento, aunque sigue siendo importante, pasa a un segundo nivel; la oportunidad pasa a ser la categoría más importante entre los menores de 3 a 12 años. Si el niño logra percibir confianza por parte de sus padres, cuidadores y educadores, podrá generar iniciativas como atender las exigencias de la vida diaria. Por el contrario, si percibe exclusión, el menor sentirá culpa e inferioridad por sus acciones (Mayorga-González, 2021).

De Barbieri (2005) afirma que en esta etapa el niño aprende a responder a las demandas de los contextos y corre el riesgo de sentirse inferior. Asimismo, Wong (2021) afirma que la ansiedad social y el miedo a no pertenecer a los diferentes contextos se presentan como un desafío. En esta etapa se encuentran ganancias como el compartir, la justicia, el perdón o la curiosidad hacia el mundo, que conviven con los riesgos de aislamiento, la ansiedad social, el miedo al rechazo, el acoso y la crueldad, la baja autoestima y la manipulación.

## **Métodos**

### **Tipo de estudio**

Para el desarrollo de esta investigación se implementó el método cualitativo, haciendo uso de la fenomenología como tipo de estudio, lo que permitió obtener una amplia descripción de los actores vinculados al estudio. Así lo sugiere Solano-Ruiz (2012), quien afirma que la fenomenología “busca descubrir los significados de los fenómenos experimentados por individuos a través del análisis de sus descripciones, su principal enfoque se centra en la atención en la experiencia vivida de una persona y obtiene similitudes y significados compartidos” (pp. 5-6).

El enfoque fenomenológico de la investigación se fundamenta en el estudio de las experiencias de vida respecto a un suceso. Según Taylor y Bogdan (1987), es un

paradigma que pretende explicar la naturaleza de las cosas, la esencia y la veracidad de los fenómenos. El objetivo que persigue es la comprensión de las experiencias vividas contadas por medio de relatos, historias y anécdotas.

## **Población**

Con la población determinada se realizó un muestreo teórico, dado que, al precisar la población, estos fueron seleccionados de acuerdo a condiciones y características específicas, que fueron pensadas para permitir enriquecer los datos de interés investigativo. Se eligieron 10 niños de 9 a 12 años que presentaron fácil acceso para comunicarse con los investigadores. Por lo tanto, la muestra presentada en esta investigación son 10 participantes, una muestra no representativa pero que permite responder a la pregunta de investigación.

Para proteger y disminuir los riesgos en la investigación, esta se organizó conforme al acuerdo 11 de la Res. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, en su artículo 8. Se protegieron los datos e informaciones referentes a la identificación e imagen de los participantes de la investigación. De igual forma, conforme al artículo 9, se precisa que esta investigación no representa un riesgo para la vida o seguridad de los participantes.

Asimismo, y conforme al acuerdo 10, el líder y colaborador del proyecto se comprometió a identificar los tipos de riesgo a los que pueden estar expuesto los participantes de esta investigación. Conforme al acuerdo 11, esta investigación no presenta riesgo, ya que se ajusta a la siguiente definición:

Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta (p. 3).

## **Técnica de recolección de datos**

Para Landín y Sánchez (2019), la narrativa se entiende como una condición ontológica de la vida social y, a la vez, como un método o forma de conocimiento. Investigar con los relatos de las personas contribuye a comprender diferentes situaciones a través de palabras escritas o habladas. De acuerdo con lo anterior, la investigación narrativa amplía las formas de investigación cualitativa porque permite que las personas se expresen de diferentes maneras al relatar sucesos importantes y, con ello, se puede desarrollar una posible solución al problema de investigación.

Según Landín y Sánchez (2019), la investigación narrativa se incluye dentro del enfoque cualitativo, ya que su objetivo principal es dar voz a los sujetos para que expresen sus propias vivencias; su característica fundamental es la colaboración entre el investigador y los sujetos investigados. Este tipo de investigación, por tanto, tiene muy en cuenta los relatos de los sujetos investigados y estos son la parte fundamental para obtener los posibles resultados del problema planteado.



## Resultados y Discusión

**Tabla 1.** Categorías Emergentes

Categorías Emergentes
<ul style="list-style-type: none"><li>• El problema del orden invisible</li><li>• El problema de las intenciones ocultas</li><li>• El problema de las confirmaciones discordantes</li><li>• El problema de las expectativas latentes</li></ul>

**Fuente.** Elaboración propia

Con el fin de responder al objetivo propuesto se encontraron 4 categorías emergentes en las narrativas realizadas por 10 niños de 9 a 12 años en un contexto rural, en relación con el florecimiento de la vida y las experiencias adversas. Es importante señalar que los resultados presentados a continuación forman parte de la fase diagnóstica inicial de acercamiento a la población que permitirá establecer líneas de acción para construir estrategias desde la educación existencial positiva y que su función principal fue indagar sobre las narrativas ante determinadas experiencias, llevando a los investigadores a plasmarlas en las categorías emergentes presentadas en la tabla, que se expondrán a continuación.

### El problema del orden invisible

Esta categoría agrupa aquellas narraciones que expresan experiencias en torno a la relación de los niños con sus campos intersubjetivos, que son la familia, la escuela y la comunidad. A nivel de la familia se presentan muchas situaciones emergentes en la que los niños se ven confrontados con el contenido existencial, es decir, con la muerte, la soledad, la falta de sentido o la libertad:

Mis padres se agarran a golpes por cualquier cosa, yo creo que la culpa la tengo yo y mis hermanos, porque hay veces gritan que se van a largar y el otro le dice pues hágales deje a sus hijos aguantando hambre. (Participante 3, 10 años)

Muchas veces en mi casa mi hermano llega como raro, riendo por todo y mi mama lo saca corriendo con un palo, le dice que si no fue a sacar papas en la finca del vecino y él le dice que no se meta en sus asuntos, yo siento que él es rebelde y ella sufre por eso y por eso no me presta atención. (Participante 9, 11 años)

Con los dos relatos anteriores se evidencian experiencias adversas basadas en el conflicto de los padres, lo que genera sensaciones de confusión y lleva al niño a interpretar su mundo de forma que pueda adaptarse al conflicto.

Sin embargo, para que el florecimiento se logre es importante disminuir estas experiencias, que se suman además a otras como el consumo de sustancias por parte de miembros de la familia y, en especial, la interacción que se genera en torno a estas situaciones que van transformando la percepción de mundo de los niños.

Hay veces mi mama me dice que no sirvo para nada, que, si no me da pena ser perezosa y estar pegada a ese hijuemadre celular, pero hay días en que ella no suelta su celular, se la pasa mirando también Facebook y un día le dije y me dijo que no fuera metida, que ella era mi mama. (Participante 2, 9 años)

La ausencia de consciencia o visibilidad de lo que hace que una familia sea una familia empieza a generar formas de comunicación a través de la violencia, relaciones de competencia y actitudes de engaño mutuo, lo que lleva al niño hacia un bucle en el cual repite patrones y los va reinterpretando, basándose en los principios organizadores.

Por lo anterior, el campo intersubjetivo de la familia en la comunidad investigada presenta lo que podemos denominar el problema de orden invisible, que lleva a perpetuar comunicaciones, relaciones y actitudes que mantienen a las personas en patrones recurrentes que generan malestar y disminuyen el desarrollo del florecimiento. De igual forma, en campos como la escuela, el intercambio dialógico constante entre el niño en su rol de estudiante y sus docentes también está marcado por la ausencia de ordenes visibles: “mi profe hay días nos regaña, otro día se ríe con nosotros, pero siento que a mí no me quiere, porque siempre dice que yo me rio y no presto atención a las clases” (Participante 4, 9 años).

Los comportamientos de los adultos para con los niños son la brújula para organizar su experiencia, por lo que, cuando estos son cambiantes, se puede percibir que la ambivalencia será el modo de interactuar, generando nuevamente el bucle que mantiene los principios organizadores, “la profe por lo menos un día dijo que siempre saludáramos, pero yo la salute que día y ni me miro, me regañó” (Participante 1, 10 años). Cuando no se reconocen las normas o no se asumen de manera apropiada los roles y funciones, se da un mensaje de desorganización en las experiencias de los niños, como se puede evidenciar. En este tipo de situación se juega con dos o más opciones de interpretar los comportamientos de ellos, de los adultos y, por ende, del porqué están en ese campo, sea la escuela o la familia.

En un campo como la comunidad, no cambian mucho las cosas; al contrario, los niños manifiestan “a nosotros nadie nos presta atención, solo nos regañan, o bueno nos comparan cosas cuando están de feria o tomando” (Participante 3, 10 años). Esto sucede, probablemente, porque las personas externas a la familia o la escuela no se consideran participantes del florecimiento de los niños, generando, por el contrario, mayores experiencias adversas, como por ejemplo “mi vecino siempre cuando esta borracho saca la pistola y dispara al cielo, mis hermanitos y yo nos metemos debajo de la cama” (Participante 6, 9 años).

Por lo tanto, se puede precisar que el problema del orden invisible es el desconocimiento de las normas, roles y tareas que en todos los campos y todos los miembros que los componen se deben hacer visibles para alcanzar un óptimo intercambio dialógico constante que favorezca la integralidad del campo, la cooperación entre los miembros y la reflexión de la experiencia. Si esto se lograra, las experiencias adversas podrían ser interpretadas de manera armoniosa.

### **El problema de las intenciones ocultas**

Para un florecimiento en la infancia es importante que los niños logren reconocer los fundamentos u órdenes presentes en los campos que cohabita y, para ello, se requieren adultos responsables. Sin embargo, cuando esto no sucede y se presentan órdenes invisibles, los niños empiezan a interpretar su vida cotidiana, generando más riesgo y, por ende, menos posibilidades de florecimiento, por ejemplo, “yo hay veces mmm le grito a mi mama porque empieza de fastidiosa a mandarme a cosas que no quiero”

(Participante 2, 9 años) o “nosotros somos muy cansones por eso mis papas nos dan duro, para que aprendamos, yo creo que no voy aprender porque siempre me siguen pegando” (Participante 10, 12 años).

Una interpretación en la infancia que no sea mediada de manera positiva por los padres, cuidadores y educadores aumenta los riesgos en esta población, llevándolos a buscar pares o adultos negativos que perciben como figuras positivas para que les confirmen su forma de percibir y actuar en el mundo: “mi profe jode porque me la paso con los que ella dicen no hacen nada, pero la verdad ellos son mis parceros, hay días que ellos me enseñan a tin tin corre corre, o a alzarle la falda a las niñas, pero eso es normal” (Participante 8, 12 años).

A mayor interpretación en órdenes invisibles, mayor posibilidad de amenazas que no corresponden a su etapa evolutiva, por ejemplo, consumo de sustancias, acercamiento a productos y contenidos sexuales, hurtos o conflictos físicos, entre otras.

A mí me da risa porque un día con unos amiguitos empezamos a jugar picos robados y la profe nos vio, en ese momento yo dije mentiras, porque le dije que jeje no sabía que era eso, pero lo hice para que no le dijera a mis padres. (Participante 6, 9 años)

Esto evidencia la normalización de actitudes, relaciones y comunicaciones que restringen la autonomía, la colaboración y la responsabilidad, a través de lo que podemos llamar el problema de las intenciones ocultas.

Las intenciones ocultas se pueden definir como la organización que la persona le da al intercambio dialógico constante con los campos y los otros, y el significado que le da en un continuo que argumenta sus modos de ser en estos intercambios. Son ocultas porque, al no presentarse órdenes visibles, estas se van organizando de manera prerreflexiva.

### **El problema de las confirmaciones discordantes**

El problema de las confirmaciones discordantes hace referencia a las formas de interactuar con los otros, sean estas en roles complementarios o de autoridad o en roles horizontales o de igual función. En la población analizada se realizaron afirmaciones como la siguiente:

A mí no me gusta que me jodan el pelo y siempre que lo hace él yo le digo a la profe y me dice que yo soy cansona, me pongo a llorar por malgenio y me dicen que soy chillona. (Participante 2, 9 años)

Esto evidencia en la participante la percepción de humillación que recibe por parte de su compañero y de exclusión o rechazo por parte de su profesora frente a la queja. Además, continúa su relato señalando:

Cuando estoy llorando todos empiezan a reírse, la profe me saca del salón y me dice que no llore más o me lleva donde la coordinadora, yo trato de calmarme, pero la profe siempre hace lo mismo, un día le dije eso a mí mama y me dijo que no me dejara que si volvía a pasar le diera una patada en el pipi para que me dejara quieta. (Participante 2, 9 años)

Además de percibir humillación y exclusión, llega a percibir maltrato; esto hace que su experiencia no sea armónica y perciba el campo y a los otros dentro de un ambiente inseguro y de cierre, lo que conduce al conflicto entre los miembros del campo y perpetúa los principios organizadores.

Siempre en mi casa peleo con mi hermana mayor, porque a ella le gusta mande que mande para arreglar la casa pero ella no hace nada, entonces cuando mi madre ya viene de la tienda entonces le dice a ella que yo no hago caso y mi mama me pega. (Participante 1, 10 años)

Esta situación suele presentarse por la ausencia de sincronía en el intercambio dialógico constante. En la relación, cada uno quiere imponer su información y percepción del mundo sobre los demás, en búsqueda de alienar al otro y así evitar asumir las responsabilidades de existir.

Los conflictos se basan en la competencia, control e instrumentalización de sí mismo y de los otros, buscando las confirmaciones concordantes desde la violencia y la falsificación, lo que lleva a prolongar el conflicto en el tiempo y a generar interpretaciones rencorosas que aumentan las crisis en los campos intersubjetivos: “a mí me gustaría no pelear con mis compañeros del salón, pero es que ellos se ríen, no hacen caso y se la pasan molestando, entonces yo no me dejo” (Participante 4, 9 años).

El problema de las confirmaciones discordantes se da por la búsqueda de aprobación de las actitudes propias en los otros en campos con órdenes invisibles, que llevan al niño a una organización e interpretación de su realidad que hará que no perciba aprobación sino negación, aumentándose así las posibilidades de conflicto.

### **El problema de las expectativas latentes**

En la ausencia y desconocimiento de fundamentos, las personas van organizando y significando su vida basados en principios organizadores restrictivos, generando relaciones con los otros discordantes y conflictivas que mantienen un vórtice de sufrimiento. En consecuencia, emergen desesperanzas, indefensión y desconfianza, entre otros síntomas propios del trauma existencial, que hacen que toda persona, en su afán de orientarse a algo que sea valioso y otorgue sentido a las situaciones emergentes, recaiga en expectativas latentes que solo perpetúan el vórtice de sufrimiento. “Cuando mi mami me regaña yo me rasguño a escondidas porque me siento culpable, así cuando me rasguño no me siento tan mal y trato de hacer lo que ella dice” (Participante 9, 11 años).

“Yo siempre quisiera que mis compañeros y mi profe me hicieran caso, porque en serio hay momentos en que no los soporto” (Participante 3, 10 años). Estas dos narrativas evidencian la evitación del sufrimiento y el ideal del otro. En la primera, la persona busca sentirse bien pero desde los principios organizadores, situación que conduce a la autoagresión, las adicciones o los comportamientos agresivos, entre otros, al considerar, desde sus intenciones ocultas, que son formas para evitar este sufrimiento. “A mí me castigaron porque dicen que yo molesto al de gafas, pero no es que yo sea malo solo que el me genera que juegue con él” (Participante 5, 11 años).

En el ideal del otro la persona busca modificar las actitudes de los otros a favor de sí mismo, posiblemente para encontrar confirmaciones concordantes, “sería bueno

que mis compañeros fueran menos lentos y pudieran ser juiciosos como yo, pero la verdad creo que en sus familias no los quieren como a mí” (Participante 6, 9 años). Esto evidencia que las expectativas latentes pueden desarrollarse en estas etapas de la vida ante la vivencia de los problemas expuestos anteriormente. Por tanto, el problema de las expectativas latentes se vuelve una forma de responder ante las demandas de situaciones emergentes, pero reproduciendo y perpetuando patrones recurrentes de restricción y disminución del florecimiento.

## Conclusiones

Esta investigación se orientó en torno al problema de investigación de la falta de conocimiento frente a las experiencias adversas de niños de 9 a 12 años, así como del florecimiento hacia el bienestar significativo, en una zona rural de Bogotá, Colombia. A partir de lo anterior, se presenta en este artículo un recorrido teórico que da cuenta de la mirada compleja-existencial desde la que se acompañó el proceso, llamada educación existencial positiva. Esta es comprendida como una propuesta de promoción de sistemas relacionales seguros y de apertura hacia el desarrollo o florecimiento de las personas.

Posteriormente, se plantearon los referentes conceptuales, abarcando temas como las experiencias adversas en la infancia, las cuales hacen referencia a situaciones emergentes que disminuyen las posibilidades de florecimiento en la infancia a causa de condiciones previas que se ven afectadas y de ausencia de acompañamiento para reflexionar sobre las mismas. Después, se abordó el florecimiento, que hace referencia a los niveles óptimos de desarrollo integral que permiten transformar lo aprendido, reconocer lo propio y orientarse a posibilidades de valor, llevando a cambios en la comunidad y generando una sensación de bienestar.

El florecimiento en la infancia se ve permeado por el acompañamiento de adultos responsables que establezcan factores que promuevan el cuidado en la etapa de vida en la que se encuentran. Estos factores están relacionados con la institucionalidad del campo, la satisfacción de necesidades, el óptimo proceso evolutivo y la percepción de riesgos; en ausencia de estos, aumentan las experiencias adversas y, con ello, los patrones recurrentes que perpetúan dinámicas restrictivas para el florecimiento.

A partir de lo anterior y con los datos obtenidos, se respondió a la pregunta de investigación ¿Cuáles son las experiencias de niños de 9 a 12 años de una zona rural de Bogotá, Colombia, ante el florecimiento a través de ambientes seguros y de apertura, que permiten tomar conciencia de las experiencias adversas de la infancia? Teniendo presente que los resultados expuestos forman parte de un proceso más amplio, donde lo presentado solo refleja parte del diagnóstico inicial realizado desde la mirada existencial positiva, se pueden precisar las siguientes experiencias encontradas.

Experiencias por problemas de orden invisible: estas, como se evidenció, agrupan experiencias de desconocimiento de normas, experiencias de borrosidad en los roles y experiencias en el incumplimiento de objetivos o tareas. Experiencias por problemas de intenciones ocultas: lleva a experiencias de egoísmo, experiencia de distanciamiento emocional, experiencias de instrumentalización y experiencias de consumo o desgaste. Las experiencias por problemas de confirmaciones discordantes son de humillación,

exclusión, maltrato y conflicto y, por último, las experiencias por problemas de expectativas ocultas son la evitación de responsabilidades y la desorientación hacia fines valiosos.

Cada una de las experiencias presentadas se agrupa en los problemas fundamentales de la vida cotidiana; si no se actúa sobre estos, aumentarán experiencias adversas como las siguientes: dificultades económicas, divorcio/separación de los padres, encarcelamiento de los padres, muerte de los padres, enfermedad mental del hogar, abuso doméstico de alcohol o drogas, testigo de violencia doméstica, testigo/víctima de la violencia en el vecindario, víctima de discriminación racial y agresión por parte de los educadores, entre otras.

Esta investigación permitió concluir la importancia de generar estrategias que respondan a los problemas desde la mirada del florecimiento basado en la educación existencial positiva. Para ello, se considera que se debe promover un intercambio dialógico constante que parta de la aprobación de estar en determinados campos, la autenticidad de ser, las relaciones con interacción activa, el consentimiento interno, la autonomía en los diferentes campos, la colaboración con los otros y la responsabilidad orientada a posibilidades de valor.

Lo anterior se ajusta a lo planteado por Wolbert et al. (2021), al precisar:

Los niños tienen que ser educados en las virtudes; aprender lo que es bueno y lo malo (virtudes morales), aprender a pensar/filosofar, es decir, aprender lo que es sabio y lo que no lo es (virtudes intelectuales) y aprender a vivir en sociedad (virtudes cívicas). Los niños aún no han adquirido estas virtudes; su educación aún no ha terminado, su carácter aún no está completamente formado. (p. 16)

Todas estas acciones favorecen el florecimiento y la disminución de experiencias adversas pero, además, es importante el compromiso de adultos responsables en la generación de espacios seguros y de apertura, dado que “el contexto desempeña un rol fundamental en el desarrollo de estructuras y funciones que subyacen a los procesos cognitivos, afectivos y relacionales presentes en personas que gozan de salud y bienestar” (Vega-Arce y Núñez-Ulloa, 2018, p. 26).

Asimismo, el bienestar de los padres y los factores vecinales desempeñan un papel importante en la determinación del florecimiento de los niños (Thompson et al., 2016, p. 13), ya que este florecimiento no solo se ve afectado por el entorno establecido por sus padres en el hogar, sino también por factores comunitarios fuera del hogar, como la seguridad del vecindario. En esta línea, Thompson et al. (2016) plantean que las estrategias “que se centran en construir un sentido de cohesión entre los residentes pueden ser más beneficiosas para mejorar la percepción de la seguridad del vecindario, lo que podría ayudar a mejorar la salud y el bienestar” (p. 16).

Para concluir, y anclados a Goldstein et al. (2020), se puede precisar que la importancia de las relaciones seguras, estables y enriquecedoras a lo largo del desarrollo contribuye a la salud y al bienestar de las personas a lo largo de toda la vida.

La capacidad de procesar, integrar y dar sentido a las experiencias traumáticas ocurre a través de relaciones saludables que proporcionan apoyo emocional.

Los buenos cuidadores tienen la capacidad de ofrecer seguridad, protección y tranquilidad en condiciones de estrés, que proporcionan una base importante para la regulación emocional y los apegos saludables cuando se repiten con el tiempo. (p. 1863)

## Referencias

- Alburquerque Silva, S. O. (2018). Desarrollo Psicosocial en la primera infancia. Disponible en <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/613>
- Bronfenbrenner, Urie (1985). La ecología del desarrollo humano. Ediciones Paidós Ibérica S.A. Barcelona, España. Disponible en [http://proyectos.javerianacali.edu.co/cursos\\_virtuales/posgrado/maestria\\_asesoria\\_familiar/familia\\_contemporanea/modulo1/la-ecologia-del-desarrollo-humano-bronfenbrenner-copia.pdf](http://proyectos.javerianacali.edu.co/cursos_virtuales/posgrado/maestria_asesoria_familiar/familia_contemporanea/modulo1/la-ecologia-del-desarrollo-humano-bronfenbrenner-copia.pdf)
- Camargo Barrero, J. A., Mayorga González, J. M. y Castañeda Polanco, J. G. (2021). Psicología rural: retos y reflexiones en torno a la psicología en contexto rural. Uniminuto, recuperado de <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12649>
- De Barbieri, A. (2005) ¿Un sentido de vida para todas las edades? Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales, 63(123), 421-437. Disponible en <https://revistas.comillas.edu/index.php/miscelaneacomillas/article/view/6542>
- Goldstein, E., Topitzes, J. y Miller-Cribbs, J. (2020) Influence of race/ethnicity and income on the link between adverse childhood experiences and child flourishing. *Pediatr Res* 89, 1861–1869. <https://doi.org/10.1038/s41390-020-01188-6>
- Hidalgo García, M. V., Sánchez Hidalgo, J. y Lorence Lara, B. (2008). Procesos y necesidades de desarrollo durante la infancia. XXI. Revista de Educación, 10, 85-95. ISO 690.
- Landín Miranda, Ma. Del Rosario y Sánchez Trejo, Sandra Ivonne. (2019). El método biográfico-narrativo: una herramienta para la investigación educativa. *Educación*, 28(54), 227-242. <https://dx.doi.org/10.18800/educacion.201901.011>
- Max-Neef, M. A., Elizalde, A. y Hopenhayn, M. (2006). Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones (Vol. 66). Icaria Editorial.
- Mayorga, J. M. (2016). Resistencia Existencial en la dinámica relacional de los habitantes de la comuna 5 del municipio de Soacha. Universidad Internacional de la Rioja. Recuperado de: <https://reunir.unir.net/handle/123456789/4856>
- Mayorga-González, J.M. (2018). Dinámica relacional. La mirada existencial de la vida cotidiana. Uniminuto. Recuperado de [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/12450/1/Libro\\_Dinámica%20relacional\\_2018.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/12450/1/Libro_Dinámica%20relacional_2018.pdf)

- Mayorga-González, J. M. (2019). Las condiciones existenciales del fanatismo. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(4), 214-219. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000400214](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000400214)
- Mayorga-González, J. (2020). La conformación de la relación de pareja en la mujer posmoderna: Una aproximación compleja y existencial en la vida cotidiana. (Tesis Doctoral) Multiversidad Mundo Real Edgar Morin. Recuperado de [https://www.academia.edu/53297250/LA\\_CONFORMACIÓN\\_DE\\_LA\\_RELACIÓN\\_DE\\_PAREJA\\_EN\\_LA\\_MUJER\\_POSMODERNA\\_UNA\\_APROXIMACIÓN\\_COMPLEJA\\_Y\\_EXISTENCIAL\\_EN\\_LA\\_VIDA\\_COTIDIANA](https://www.academia.edu/53297250/LA_CONFORMACIÓN_DE_LA_RELACIÓN_DE_PAREJA_EN_LA_MUJER_POSMODERNA_UNA_APROXIMACIÓN_COMPLEJA_Y_EXISTENCIAL_EN_LA_VIDA_COTIDIANA)
- Mayorga González, J. (2021). Mi lugar en el mundo. Órdenes Existenciales en la familia y el cuidado de la infancia y la adolescencia, desde la Logoterapia para la Vida. Cafexistencial.
- Mayorga González, J. M. y Caita Alvarado, M. A. (2021). Familia y posmodernidad desde el existencialismo. *Centro Sur*, 303–313. <https://doi.org/10.37955/cs.v4i2.84>
- Mayorga González, J. M. y Tobón Montoya, L. M. (2021). Análisis complejo-existencial de la conformación de pareja en mujeres de 19 a 30 años. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 68-74. Recuperado en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202021000600068](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000600068)
- Mayorga, J. y Tobón, L. (2022). Educación existencial positiva: del sentirse bien y del florecer a través del sufrimiento hacia la apertura existencial. *Revista Estudios Psicológicos*, 2(3), 42–51. <https://doi.org/10.35622/j.rep.2022.03.003>
- Ministerio de Salud y de Protección Social Colombia. (1993). Resolución 08430. Establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Ruiz Mendoza, P. S. (2021). El FLOURISHING de los estudiantes de la Unidad Educativa Fe y alegría, Riobamba. Chimborazo (Bachelor's thesis, Riobamba). <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7306/1/UNACH-EC-FCEHT-TG-P.EDUC-2021-000014.pdf>
- Seligman, M. E. P. (2011). *Flourish: A visionary new understanding of happiness and well-being*. Free Press.
- Solano Ruiz, M. (2012). Fenomenología-hermenéutica y enfermería. *Cultura de los cuidados*, 0(19), 5-6. <https://doi.org/10.14198/cuid.2006.19.01>
- Taylor y Bogdan. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Primera Ed. Barcelona. Editorial Paidós.
- Thompson, D., Sharif, I. y Fink, A. (2016). The Relative Contributions of Adverse Childhood Experiences and Healthy Environments to Child Flourishing in Delaware. *Delaware Journal of Public Health*, 2(5), 58.



- Vega-Arce, M. y Núñez-Ulloa, G. (2018). Experiencias adversas en la infancia: mapeo bibliométrico de la literatura científica en la Web of Science. [http://repositorio.ucm.cl/bitstream/handle/ucm/1845/vega\\_m\\_experiencias\\_adversas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucm.cl/bitstream/handle/ucm/1845/vega_m_experiencias_adversas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Wolbert, L., de Ruyter, D. y Schinkel, A. (2021). The flourishing child. *Journal of Philosophy of Education*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1467-9752.12561>
- Wong, P. (2021). Existential Suffering in Palliative Care: An Existential Positive Psychology Perspective.
- Wong, P. T. P. (2019). Second wave positive psychology's (PP 2.0) contribution to counselling psychology. *Counselling Psychology Quarterly* [Special Issue]. <https://doi.org/10.1080/09515070.2019.1671320>
- Wong, P. T. P. (2021). Two Different Models of Human Flourishing: Seligman's PERMA Model Versus Wong's Self-transcendence Model. Dr. Paul T. P. Wong. <http://www.drpaulwong.com/two-different-models-of-human-flourishing-seligmans-perma-model-versus-wongs-self-transcendence-model/>

# Una Radiografía a la Crisis del Aprendizaje

Andrés Ricardo Tapia Moscoso



Tapia Moscoso, Andrés Ricardo  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ecuador  
Autor para correspondencia: artapia@pucesi.edu.ec

## Resumen

La primera premisa que motivó esta investigación fue entender que el proceso de enseñanza y aprendizaje es complejo y contempla múltiples variables. La segunda premisa fue que, al abordar la dimensión del aprendizaje, se perciben incontables inconvenientes que abundan en el contexto y la comunidad educativa; bajos aprendizajes o poco significativos, escaso desarrollo cognitivo y mucha desmotivación como antesala de las bajas expectativas adquiridas en la escolaridad. Así, surgió como objetivo identificar, tras realizar una radiografía a la práctica educativa en una institución escolar, el grado de articulación, coherencia y consistencia que existe entre los principios fundamentales de las corrientes pedagógicas, tanto tradicionales como contemporáneas, con la visión y el grado de conocimiento a nivel curricular que presentan los docentes en su práctica educativa, con la perspectiva de provocar la adquisición de aprendizajes significativos en los estudiantes. Para esto, se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos con el fin de darle un carácter mixto a la investigación. A partir de encuestas y evaluaciones de percepción, se evidencian los conocimientos, percepciones y grados de identificación que tienen los docentes del caso de estudio sobre su saber pedagógico, curricular y su práctica docente, para contrastarlos con su desempeño y la adquisición de aprendizajes. Los resultados más destacables han sido identificar las falacias de la práctica docente y la poca conexión con la visión y conceptualización del aprendizaje desde la perspectiva estudiantil, así como la falta de planificación, el abuso de la improvisación y el desconocimiento de pilares fundamentales a nivel teórico que surgen al implementar el trabajo en el aula. Lo que nos lleva a concluir que el ejercicio educativo requiere de una reingeniería estructural que permita fortalecer el proceso gestor de experiencias de aprendizaje significativas para los estudiantes, que presente un proceso productivo que satisfaga las expectativas del alumnado y que responda a un ejercicio consciente, sistemático, innovador y renovado ante las nuevas exigencias y las viejas problemáticas de las tan criticadas y criticables prácticas educativas actuales.

**Palabras clave:** pertenencia pedagógica, consistencia curricular, práctica docente, aprendizaje significativo

## Introducción

Durante la pandemia, e inmediatamente después del confinamiento, la crisis del sistema educativo, que permanecía escondida, aunque no desconocida sino más bien ignorada, afloró y se profundizó. La crisis de los aprendizajes, de las inconsistencias, de las

debilidades yacentes en un sistema que no ha podido abandonar el marco tradicional. Así, la dimensión pedagógica, el conocimiento curricular y el nuevo ejercicio docente en clase requirieron de un enfoque integral para la práctica emergente y remota durante la virtualidad. Esta situación permitió evidenciar que había desconexión y desarticulación entre el conocimiento teórico y la implementación práctica, lo que derivó en la poca adquisición de aprendizajes y el amplio cuestionamiento al sistema educativo que, agravados por otras variables del contexto socioeconómico, profundizaron el conflicto, obligando a cuestionar y analizar si la práctica docente permitía gestar aprendizajes significativos. El alcance de esta investigación en el contexto de las ciencias de la educación es sumamente amplio, pues permite integrar variables que se han estudiado de manera combinada pero no integral y permite, a su vez, tener una aproximación mucho más real y ponderada de la problemática real en la adquisición de aprendizajes, y no solo una dimensión estadística o cuantitativa de una evaluación o un indicador de rendimiento académico. Así mismo, permite identificar los puntos críticos en la implementación de la práctica pedagógica y las oportunidades de capacitación e innovación que demanda el sistema educativo, más allá de las inminentes e inevitables a nivel tecnológico. Estas oportunidades permitirán darle un giro de 180° al proceso productivo de experiencias de aprendizaje, renovando conocimientos, innovando estrategias y aplicando experiencias y productos de aprendizaje acordes a la exigencias actuales, a los contextos de los estudiantes, a sus expectativas y motivaciones, para lograr que estos sean significativos y sean el motor de transformaciones sociales y comunitarias más allá de las aulas, dándole valor social al conocimiento y dignidad a la vida de las personas.

En el marco de análisis previos, se han podido obtener resultados en relación a ejercicios comparativos, en dos o hasta tres variables: pedagogía y práctica docente, planificación curricular y práctica docente, planificación curricular y aprendizaje, práctica docente y aprendizaje y, en el caso más amplio, planificación, práctica y aprendizaje. Los resultados presentan y otorgan consistencia a los que se exponen en este documento. Se destaca principalmente el carácter obligatorio, descontextualizado y repetitivo de la planificación curricular, que no guía la práctica docente y que no coadyuva a la adquisición de aprendizajes, ya que es un ejercicio aislado y poco consciente y consistente. En cuanto a la práctica docente, presenta poco rigor pedagógico y mucho rigor disciplinar, es decir, se prioriza transmitir de manera tradicional los conocimientos en lugar de priorizar habilidades cognitivas y de aprendizaje propias de los estudiantes. Y finalmente, se destaca que tanto una ineficiente planificación curricular, poco ajustada a principios de fundamento pedagógicos, como una práctica tradicional, monótona y escasa de innovación, repercuten en la falta de adquisición de aprendizajes, silenciada y sepultada por un sistema de calificación y promoción que asigna a la evaluación un valor cuantitativo erróneo y poco aproximado a la realidad. Esto llevó a plantear como objetivo de la investigación el determinar el grado de coherencia, consistencia y articulación existente entre la pertenencia pedagógica, la consistencia curricular y la calidad de la práctica docente, como premisas del aprendizaje significativo en los estudiantes o de su no adquisición, a fin de identificar los principales puntos neurálgicos a ser atendidos por las políticas de fortalecimiento educativo, de capacitación, formación docente, e innovación educativa.

## Revisión teórica

### El Proceso Pedagógico (de Enseñanza y Aprendizaje)

La primera variable constituye el proceso pedagógico, entendido como el macroproceso que incorpora sistemáticamente todos los elementos planteados en la investigación como una sola estructura funcional, que permite, como producto de una secuencia ordenada de conceptos y acciones teórico-prácticas, la adquisición de aprendizajes en los educandos sujetos del proceso pedagógico.

Según Saviani (1995), existen dos supuestos en los que se debe basar una teoría pedagógica para implementarse como tal: la consistencia lógica y su potencial para incidir en la práctica educativa.

Esta primera aproximación a una de las características fundamentales de las teorías pedagógicas permite determinar un aspecto fundamental para su eficiencia: el orden. Su coherencia, la articulación de sus elementos, amplía considerablemente su potencial, su nivel de impacto y su efectividad.

En Ecuador, al igual que en otros países de Latinoamérica, como indica Erazo acerca del caso chileno, se ha establecido el proceso curricular bajo “un Modelo de Planificación que se ha denominado como abierto y flexible” (2001, p. 21). Esto da pie a que la intervención, en primer lugar, de la institución y en segundo, del docente, desarrolle una contextualización sobre la propuesta pedagógica en función de su comunidad educativa y sus necesidades.

Si se avanza al siguiente peldaño de la integración entre los elementos del proceso pedagógico, se llega a comprender lo que plantea Ortiz (2010), al determinar que, en el ámbito educativo, el grado de articulación que existe entre el currículo y el componente didáctico es fundamental, ya que es necesario “determinar si el currículo está permitiendo formar estudiantes y docentes integrales, y por sobre todo, con identidad profesional lejos de la rigidez institucional y de las políticas educativas unidireccionales”.

Finalmente, concluyendo la estructura general del proceso pedagógico, es necesario mencionar que, dentro de la implementación, el uso de estrategias de aprendizaje, de las tecnologías de la información y la comunicación e, inclusive, de recursos didácticos y audiovisuales, que surgen como innovadores ante la tradición, es eficiente solamente cuando tenga un fundamento y una organización clara, ceñida a una planificación (Calderón y Benavides, 2019); esta estructura deberá responder a un proceso teórico-práctico claro y concreto para orientar los procesos cognitivos del estudiante en búsqueda del aprendizaje.

### Fundamentación Teórica desde las Corrientes Pedagógicas

Suárez (2000) plantea que: “Estas ‘corrientes’ describen, explican, conducen y permiten la comprensión de lo pedagógico ante las exigencias del contexto y pasan a ser referentes que crean y recrean los contextos sociales y pedagógicos de la escuela” (p. 14).

Esta visión ratifica la necesidad de adaptar lo pedagógico al contexto y a las necesidades del entorno, por ello, es necesario ir a la vanguardia de lo pedagógico e inclusive

adaptarnos a las formas de educar en la virtualidad, o bajo el esquema híbrido, para que la práctica pedagógica adquiera mayor significado.

## **Planificación Curricular como Puente entre lo Pedagógico y lo Curricular**

La planificación curricular le otorga sentido al contenido de la educación que se aspira a brindar a los alumnos y alumnas a través de programas curriculares; deben tener una coherencia interna dada por el enfoque al que responden (Erazo, 2001), es decir, deben estar suscritas a una teoría pedagógica y a sus principios de fundamento.

Es clave destacar la importancia que tiene, para Erazo (2001), la planificación como elemento de la práctica escolar en el momento de establecer reformas de índole curricular, con la visión de desarrollar innovaciones y transformaciones significativas a nivel pedagógico y, a su vez, denotar la atención y seguimiento que se amerita para garantizar la adquisición de aprendizajes.

## **Caracterización Pedagógica de la Práctica de Clase**

Un insumo clave del curso de capacitación es que la práctica de clase realizada por el docente sea innovadora, tanto en su ejecución como en su comprensión, es decir, al fortalecer la capacidad pedagógica del docente, este planteará una clase con un enfoque pedagógico coherente con su fundamentación, lo que le obligará a gestar los recursos necesarios para modificar su práctica y alinearla a las teorías del aprendizaje.

Figuroa et al. plantean la figura del estudiante como un objeto de acción pasiva, encargado de reproducir conocimientos, con baja autonomía, iniciativa, y sin vinculación con su interés, es decir, sin implicación (2018). Esto demanda que tanto el docente como sus materiales guíen de manera explícita su proceso instruccional o sepan retroalimentarlo.

## **Coherencia de la Planificación con la Clase**

Erazo (2001) plantea que es clave que el profesorado se “curricularice”, esto es, que “haga y piense su trabajo en términos de currículum porque eso le va a aportar una nueva perspectiva, un nuevo sentido a lo que él hace en el aula”. Es decir, es necesario que articule su práctica con la propuesta curricular, puesto que eso le dará mayor validez y sentido.

La implementación curricular constituye el proceso operativo de la visión curricular, esto es, se refiere al ejercicio del docente por operativizar el currículo oficial y asignarle un grado de pertinencia y viabilidad.

García et al. suponen que:

el abordaje de las tareas y actividades desarrolladas durante el proceso de enseñanza y de aprendizaje dentro del aula, que en teoría tienen una estrecha relación con las actividades pre instruccionales, contempladas durante la fase pre activa o de planificación didáctica. (2012, p. 5)

Esto permite asimilar la importancia de articular los momentos de la clase con lo establecido en la planificación y la importancia de articular estos elementos del proceso pedagógico para la adquisición de aprendizajes.

García et al. plantean que la práctica docente contempla “un conjunto de situaciones dentro del aula, que configuran el quehacer del profesor y de los alumnos, en función de determinados objetivos de formación circunscritos al conjunto de actuaciones que inciden directamente sobre el aprendizaje de los alumnos” (2012, p. 3).

## Del Aprendizaje a la Enseñanza

La propuesta pedagógica establecida por el Ministerio de Educación del Ecuador establece la pertinencia de que el proceso pedagógico se soporte en los fines curriculares y en los estudiantes que se plantea formar, y fundamenta los *propósitos*, el sistema de *evaluación*, las *enseñanzas*, la *programación*, las *estrategias didácticas* y los *recursos* para alcanzar y lograr metas y objetivos planteados (MINEDUC, 2021).

De esta manera, se entiende que los aprendizajes deban ser deseados y consecuentes con una direccionalidad, así como intencionales y propuestos como producto de la gestión profesional pedagógica del docente (Erazo, 2001).

Es por esto que es necesario un aprendizaje significativo, estimulante, que incentive experiencias reales, integrales, dinámicas y activas, que recree situaciones y vivencias propias del entorno estudiantil, con problemáticas acordes a su cotidianidad y a su escala y capacidad de entendimiento, involucramiento y comprensión, para así otorgarle rigor y validez al conocimiento pedagógico en una dimensión científica (Ortiz, 2010) y, por ende, otorgarle el rigor metódico de la misma en su implementación.

Por esta razón, los docentes planificarán considerando las particularidades específicas del contexto en que el proceso de enseñanza-aprendizaje ocurre (Espinoza, 2016) y articularán una evaluación integradora de los resultados del aprendizaje que permita valorar el desarrollo y cumplimiento de los objetivos (Mendoza, 2015) y no solamente obtener una calificación o promoción.

Como señala Ortiz (2010):

(...) es necesario un aprendizaje significativo, problémico y desarrollador, un aprendizaje vivencial e integrador que tenga como punto de partida la vida de los estudiantes, para modelar en el aula de clases los problemas que existen en la sociedad y simular los procesos que rodean su conducta cotidiana, lo cual exige concebir la Pedagogía como una ciencia. (p. 33)

Esto permite comprender la importancia de desarrollar, en la propuesta, una orientación a que el concepto de aprendizaje sea el *punto de partida* del proceso pedagógico, lo que exige que el proceso de enseñanza se articule en torno a esa demanda, tanto pedagógica como curricularmente, otorgándole a la propuesta absoluta viabilidad y validez y, sobre todo, importancia para resolver la inconsistencia de la práctica guiada por las teorías de la enseñanza que fueron constantes en la investigación.

Consecuentemente, es necesario que el proceso de enseñanza no se imponga de manera rígida a la visión del aprendizaje ni a las preferencias de los estudiantes, sino que, al contrario, articule de manera coordinada y estimule los medios y maneras a partir de las cuales el alumno interactúa con el conocimiento, el medio, y la sociedad para adquirir aprendizajes.

## Métodos

La presente investigación, como gran parte de las investigaciones en el ámbito educativo, tiene un enfoque mixto, puesto que combina la aproximación cuantitativa con la cualitativa. Como componente cualitativo tiene un análisis teórico de corrientes pedagógicas, de sus características, aspectos fundamentales, dimensiones y conceptualizaciones del aprendizaje y de las estrategias metodológicas y didácticas que emplean. Adicionalmente, un diagnóstico estructural y cualitativo del currículo como puente entre la pedagogía y la didáctica y, finalmente, una valoración de la práctica docente. Mientras que el aspecto cuantitativo está orientado a un ejercicio de ponderación y valoración entre las variables de estudio, y entre estas con la adquisición de aprendizajes. Así, el enfoque se torna mixto cuando se realiza el ejercicio estadístico y se complementa con la perspectiva cualitativa para analizar de manera integral los resultados, problemáticas e inconsistencias.

En lo que refiere a la modalidad, esta investigación tiene un método comparativo como elemento aglutinador de las variables. Todo esto con una visión crítica y analítica de todo el proceso, a fin de encontrar inconsistencias y premisas determinantes de su éxito o fracaso.

El alcance de la investigación es: 1) Correlacional, ya que dilucida la relación que existe entre la comprensión sobre corrientes pedagógicas, el conocimiento del currículo y del ejercicio de planificación curricular y la práctica docente y, a su vez, la relación de estas con la adquisición de aprendizajes significativos, si bien esta correlación no se mide estadísticamente sino de manera cualitativa; y 2) Evaluativo, ya que se evalúan relaciones multicausales en el proceso docente, desde la visión teórica hasta su ejecución.

La investigación es de tipo *aplicada*, ya que se encuentra dentro del campo teórico-científico de la educación, la pedagogía e inclusive de la psicología, y se plantea implementar, a través de un ejercicio empírico-metodológico de carácter experimental, con la finalidad de comprender el proceso de relacionamiento entre las variables.

## Población y Muestra

En el ámbito de definición de la población de estudio y delimitación de la muestra, es necesario determinar que, para definir la población, se consideraron las circunstancias propias de la crisis sanitaria, como son el aislamiento y el distanciamiento; por esta razón, se contemplaron escenarios “cerrados” en la noción de finitud. En consecuencia, la investigación acoge un principio no probabilístico, debido a que, a partir de una población finita, se establecerán criterios intencionales para la selección de la muestra.

Entrando al caso de estudio, se define como población al conjunto de docentes de la Unidad Educativa Cayambe, ubicada en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha, con un número de 70 docentes en la oferta regular. Para la selección de la muestra, se han definido 3 variables, que son: el género, la experiencia y el perfil profesional de los docentes. En función del tiempo y de la representatividad estadística, se delimitó el estudio al análisis de 8 docentes (11% de la población) que cumplieran con las características definidas; en consecuencia, el muestreo es dirigido. Es importante añadir que, para medir el impacto de la práctica docente, se seleccionó con el docente una asignatura de su especialidad y el grupo de estudiantes que reciben la cátedra para analizar el proceso de aprendizaje.

El ámbito virtual, consecuencia de la pandemia, introduce una percepción diferente a la visión geográfica habitual. Sin embargo, el alcance está orientado al cantón Cayambe, provincia de Pichincha y, en específico, a la Unidad Educativa Cayambe, con 70 docentes y 1255 estudiantes. Es importante contemplar que la información se puede levantar de un contexto más amplio, gracias a la versatilidad de las herramientas tecnológicas digitales.

En cuanto al marco temporal, dadas las circunstancias, está sujeto al período lectivo 2020-2021 hasta su finalización. La información está establecida para ser levantada en el segundo quimestre del año. Se hace un énfasis también en el período de emergencia, dado que el currículo implementado es una propuesta emergente y circunstancial.

## **Instrumentos y Procedimiento**

Se contemplan los materiales y métodos abordados en todo el proceso investigativo en función de la lógica y coherencia de las variables analizadas, colocadas bajo el proceso de operativización de las variables y sus procedimientos.

Para el análisis teórico-conceptual, descriptivo y de caracterización de las corrientes pedagógicas contemporáneas, se utilizó un análisis de fuentes bibliográficas y recursos audiovisuales, con la intencionalidad de, en un segundo momento, sintetizar a partir de organizadores gráficos de distintos tipos la información obtenida de manera clara, comprensible y concreta. Se destacaron los principios que fundamentan al aprendizaje en cada visión pedagógica, caracterizándolos en seis variables: definición, noción y principios del aprendizaje, cómo se produce, el rol del docente y las estrategias y metodologías que facilitan el aprendizaje bajo este enfoque.

En lo referente al currículo, se considera un estudio de documentos teóricos que conceptualicen y caractericen la estructura, elementos y fundamentos de la propuesta curricular y del proceso de adaptación curricular hacia la propuesta de emergencia. Esto es seguido por una fragmentación y descripción tanto de los elementos y componentes, como de su organización y estructura interna, para así identificar grados de consistencia o rupturas entre la propuesta curricular y los enfoques pedagógicos y verificar su pertinencia y coherencia. Para profundizar la evaluación de la variable curricular, se utilizó un análisis de la planificación microcurricular diseñada por el Ministerio, utilizada por los docentes en función de cada asignatura. Se examinó este ejercicio de adaptación de la ficha curricular para la implementación de la clase, como con las corrientes pedagógicas, para sistematizar inconsistencias. Para esto se utilizó un método de comparación de pares entre ambas categorías, evaluando si su planteamiento está acorde al enfoque establecido en la propuesta oficial, o si es inconsistente y tiene elementos diversos que no son necesariamente complementarios, sino que denotan cierto grado de improvisación en la adecuación para el período de emergencia.

La siguiente variable independiente que provee información al estudio es la práctica docente. Toda esta variable se desarrolló a partir del estudio de caso, en el que se contemplan ocho perfiles de docentes en base a su género, sus años de experiencia y su formación profesional. Este estudio de caso inicia con una encuesta abierta general, aplicada a una población de docentes en contextos similares a los del estudio para que, en base a sus respuestas, se pueda certificar el valor de las respuestas de los sujetos del estudio. De esta manera, se anula la casuística y se asigna un rigor más válido a su



participación. Adicionalmente, la encuesta, también aplicada al grupo de estudio, otorga líneas generales sobre la percepción de los docentes frente a las variables del estudio.

Aplicando un nuevo instrumento, en este caso una evaluación de identificación, grado de conocimiento y percepción sobre las corrientes pedagógicas, se determina el nivel de consistencia de los docentes al seleccionar o identificarse con los principios de una corriente o determinar si no hay una línea pedagógica clara sino más bien circunstancial, producto del empirismo. Esta encuesta de percepción se construye en base a las características levantadas en el abordaje teórico a las seis corrientes pedagógicas analizadas en el estudio.

Para el análisis de la práctica en el aula, se utilizó una ficha de observación con el fin de evaluar el desempeño del docente. Esta ficha se implementa a partir de las grabaciones de clase realizadas por los docentes en este período de educación virtual. Con este instrumento se pretende analizar la organización de la clase, la metodología implementada y los procesos incorporados de evaluación. Así mismo, por medio de una comparación de pares, se establecen consistencias e inconsistencias entre el ejercicio de planificación y la práctica de clase.

A partir del análisis de las clases, se verifica a través de otro ejercicio de comparación de pares, que permite identificar los matices de las corrientes pedagógicas en la práctica docente para definir si lo enunciado por el docente, y lo aplicado, es consistente o si es simplemente nominal. Además, se realiza la comparación entre lo establecido por la ficha propuesta por el Ministerio (planificación microcurricular) y la práctica de clase, revisando el nivel de ejecución y consistencia.

Se realizó un grupo focal con los estudiantes, por medio de una estrategia dialógica y abierta, para acercarlos a la construcción del concepto y la implicación del aprendizaje de una manera directa y no impuesta. Así, se puede determinar qué conciben como aprendizaje y su nivel de conciencia y metacognición, así como su interés y motivación por adquirirlo.

Finalmente, el levantamiento de la información sobre aprendizajes significativos se realizó a partir de un ejercicio de evaluación formativa orientado a analizar los grados de aprendizaje obtenidos en función de variables cognitivas y también actitudinales. Adicionalmente, se realizó un grupo focal complementario para discernir sobre el aprendizaje, en base a preguntas estructuradas y a un diálogo vivencial y directo con los estudiantes, para así dimensionar su perspectiva integral sobre el aprendizaje.

Después de recoger la información de base, se inicia el proceso experimental y de valoración y ponderación de variables para el ejercicio de correlación cualitativa de las variables. Se ratifica que el ejercicio no es estadístico, por la cantidad de datos y la dispersión de las respuestas obtenidas, que no son probabilísticas y tampoco permiten identificar patrones estadísticos válidos; sin embargo, sí se puede hacer un análisis general del mapa obtenido.

## **Síntesis de los Resultados**

Como síntesis, se establece una integración de las variables a través de tres grandes planteamientos de los procesos analizados. El primero, un planteamiento de la consistencia y coherencia de los elementos del proceso pedagógico, las corrientes de aprendizaje, la visión curricular y la percepción del aprendizaje, analizado desde

los estilos, las perspectivas y el diagnóstico integral de los estudiantes. El segundo elemento resultante, es una matriz que sintetiza los niveles de coherencia y congruencia de la práctica docente con los demás elementos, lo pedagógico, lo curricular y con la práctica en sí misma; en la matriz se establecen los resultados obtenidos por cada docente analizado en función de cada variable para, tercero, proceder con el ejercicio de correlacionarlas cualitativamente y empezar a combinarlas a fin de determinar su incidencia en el proceso de aprendizaje, en relación con la percepción del aprendizaje por parte de los educandos.

## Resultados y Discusión

El esquema general de las variables del estudio permite una visualización completa de los resultados, de manera integral; así, se pueden hacer los cruces necesarios entre variables, como un escaneo general y combinatorio, para ubicar una correlación cualitativa y cuantitativa entre aspectos y entender la relación entre las variables dependientes y la independiente.

La información se sintetiza en función de las variables de análisis. Se presenta una dimensión ponderada del grado de conocimiento, identificación e implementación de los principios pedagógicos de las corrientes analizadas. En un segundo momento, se cuantifica la valoración del nivel de consistencia pedagógica, curricular y práctica del docente. En una primera fase, se realiza a manera de de autoevaluación. Posteriormente, se realiza un análisis a manera de heteroevaluación, en la que, a partir de las evidencias entregadas, se realiza una evaluación del proceso del docente y una ponderación cuantitativa del mismo. El proceso se repite para la práctica docente. El tercer momento está presentado en la variable evaluación-aprendizaje. Esta tiene un alcance numérico en base a ejercicios planteados para cada contexto y sirve para concluir el balance o resultado del proceso, entendido desde una dimensión lineal.

Todas estas variables se presentan en una matriz, en la que se caracteriza a los docentes sujetos del estudio y a su proceso educativo de enseñanza-aprendizaje desde una valoración numérica, que permite realizar un ejercicio de correlación estadística para determinar la influencia que presenta cada variable en la adquisición y desarrollo de aprendizajes.



**Figura 1.** Síntesis de resultados del estudio  
**Fuente.** Elaborado por el autor

## Resultados obtenidos

- Mejor resultado en la evaluación en las docentes mujeres.
- Los casos con formación profesional y con experiencia obtienen mejores resultados de aprendizaje.
- Existe un caso muy circunstancial en el que el puntaje obtenido es alto y distorsiona la tendencia.
- La medición obtenida como resultado del ejercicio de evaluación es de 5.7 puntos en promedio.
- Una docente no contribuyó con evidencia para el estudio.
- Los docentes presentan un puntaje de percepción de 6.25 en promedio en la valoración de su grado de consistencia pedagógica respecto a su práctica, y 6.75 en la autoevaluación de su ejercicio pedagógico, curricular y didáctico.
- En la heteroevaluación realizada como producto del análisis, el primer indicador presenta un 4.71 y el segundo 5.85, dándole más importancia a lo curricular que a lo pedagógico.
- La consistencia pedagógica, como la coherencia curricular y la calidad de la práctica docente, tienen una correlación positiva considerable en la adquisición de aprendizajes.
- Las variables que analizan la pertinencia curricular de la práctica docente, como su implementación, no presentan una correlación positiva.
- Las dimensiones o procesos del aprendizaje presentan grados de correlación distintos en función de las variables.

## Discusión

Entre los elementos importantes del análisis, es necesario especificar que existe un caso a destacar, en el que no se contemplan evidencias de presentación de la práctica ni de la planificación y no se pudieron evaluar los aprendizajes obtenidos. Se buscaron diversas opciones con la docente; sin embargo, no se pudo obtener ninguna evidencia pese a que se dieron varias alternativas. Esto sirve para comprender que es posible ubicar casos de docentes que no tienen respaldos sólidos de su práctica y que carecen de la habilidad para organizar su trabajo de manera consistente. El caso es destacable por un fenómeno particular; ocurre en una asignatura técnica, dictada por una docente sin formación profesional y con algunos años de experiencia, pero no totalmente significativos. Esto es clave, puesto que en las áreas técnicas predominan los casos de profesores sin formación docente y, en general, con poca experiencia, lo que podría indicar una problemática en la educación técnica importante a nivel pedagógico.

Existe un caso que rompe con el patrón de la correlación y reduce notablemente el impacto de las variables en la adquisición de aprendizajes; la explicación se puede fundamentar en base a varios aspectos: la pertinencia de la evaluación, su visión tradicional, los aspectos contemplados, la estructura de la clase, las preguntas contempladas y el aprendizaje obtenido. Sin embargo, es un dato que responde a la casuística circunstancial atípica anómala y que permite dilucidar el carácter pedagógico y curricular que se requiere en el elemento evaluación, para hacer de esta un agente gestor del aprendizaje significativo. La clase presenta un esquema absolutamente tradicional y el instrumento de evaluación utilizado no permitió un abordaje mayor de otras dimensiones del aprendizaje más que las memorísticas y asociacionistas, provocadas por la repetición de conceptos. Este caso,

sin duda, permite asimilar que existe una relación directa entre el instrumento utilizado para evaluar y la práctica docente. También muestra que este diseño y concepción de la evaluación no necesariamente sirve para dimensionar la asimilación de aprendizaje, o para consolidarlo, sino que puede tener un carácter reduccionista de medición o calificación. Esto permite concluir que cuando la evaluación es más pertinente, el aprendizaje se puede valorar de mejor manera.

Otro de los aspectos importantes a destacar es que hay una alta dependencia de la asignatura, del tema e inclusive de la implicación del estudiante con su aprendizaje. Esto sirve para establecer que existen otros indicadores y variables que ejercen influencia y condicionan la dimensión del aprendizaje, que son de carácter más específico pero que, si se ponderan a nivel general, como se realizó a partir de la encuesta, se ubican asignaturas claves que presentan menor predisposición por parte de los estudiantes y que tentativamente presentarían mayores inconvenientes en la adquisición de aprendizajes. En cuanto a la temática, las clases con mayor inconveniente fueron las clases con alto rigor cognitivo las que presentaron problemas, como también aquellas actividades que demandaban un ejercicio metacognitivo de reflexión o de pensamiento crítico. Por el contrario, fueron mejor asimiladas cuando presentaron esquemas tradicionales y memorísticos o cuando tuvieron un carácter instruccional muy marcado.

El análisis correlacional no es absolutamente concluyente, puesto que el número de respuestas permite apenas identificar tendencias que, en algunos casos, son significativas, mientras que, en otros casos, permiten deducciones sobre la influencia de las variables analizadas frente al aprendizaje. Existe, considerablemente, una relación directa entre la coherencia apreciada en la planificación curricular (PC) y la calidad de la práctica docente (PD) como las variables más influyentes.

Es necesario, para profundizar en el impacto de la investigación, ampliar el análisis en otros contextos y con un enfoque comparativo, diversificando realidades para identificar patrones y parámetros comunes, así como ahondar en el nivel de detalle o en un análisis más específico de una variable, es decir, ya no de manera general, sino con el objetivo de identificar el impacto e incidencia de cada variable, de una manera estadística y correlacional con la adquisición de aprendizajes. Para ello, sería necesario también incrementar el número de docentes que participen en el proceso, aumentando así el rigor estadístico.

## **Conclusiones**

- El proceso de enseñanza y aprendizaje es complejo y multivariable y comprende una serie de fases en las que se integran elementos pedagógicos, curriculares, didácticos, metodológicos, actitudinales y también diferentes actores y contextos; esto hace que requiera de una articulación considerable, así como de indicadores de pertinencia y relevancia propios de la gestión pedagógica de calidad.
- Uno de los puntos más críticos identificados a lo largo de la investigación es la dimensión curricular, tanto a nivel teórico como en el dominio del docente y en la implementación a nivel micro a través de la elaboración de su planificación. Si bien los resultados a los instrumentos implementados dan una alta importancia a

este componente, la realidad es diferente y permite evidenciar grandes falencias en la comprensión y ejecución de los elementos curriculares. Estos elementos, según la teoría y su propia apreciación, son fundamentales para la adquisición de aprendizajes.

- Al contrastar los elementos y características propias de las corrientes pedagógicas con otros componentes del proceso pedagógico, se puede determinar que los principios de fundamento de cada corriente no sintonizan consistentemente con los elementos curriculares ni en el apartado de planificación ni en la implementación a través de la práctica docente. Estos datos, en conclusión, establecen que las etapas pre y coinstruccional de la clase no tienen una fundamentación pedagógica clara ni consistente entre cada fase de la clase.
- Al implementar una encuesta general y abierta para una población docente promedio, en el marco del caso ecuatoriano, se percibe claramente que en lo teórico, o al menos en lo perceptivo, la gran mayoría de los docentes reconocen la importancia del dominio pedagógico o conceptual y de lo curricular o procedimental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como la importancia de los componentes fundamentales de su ejercicio docente, con la perspectiva de alcanzar los indicadores establecidos y, principalmente, lograr aprendizajes significativos en los estudiantes, apuntando a la transformación educativa.
- En cuanto a los docentes del estudio de caso, se puede concluir que son representantes bastante consistentes de la población a la que ejemplifican, de manera que sería posible extrapolar sus resultados al total de la población y asumir que las problemáticas encontradas son recurrentes. Si bien estos problemas pueden variar sintomáticamente en otros entornos, el efecto en el empobrecimiento del aprendizaje puede ser muy similar, lo que es testimonio de una inadecuada gestión integral del proceso pedagógico por todos los actores corresponsables del mismo.
- A partir de la revisión de los casos seleccionados, se pudo determinar el nivel de inconsistencia pedagógica y curricular existente en la práctica educativa, así como los puntos críticos, que implican rupturas y congestiónamiento de la lógica procedimental fundamentada de una propuesta curricular y de un marco pedagógico bien estructurados por la institucionalidad responsable de la educación en el Ecuador. Esto permite dilucidar que se requieren otros procesos investigativos complementarios que profundicen el abordaje multivariable o el estudio más específico de las problemáticas recurrentes y de su impacto en otros contextos educativos para la obtención de aprendizajes por parte de los educandos.

## Referencias

- Altamirano Carmona, E., Becerra Correa, N. y Nava Casarrubias, A. (2016). *Hacia una educación conectivista*. Revista alternativa, 22.
- Calderón, M., y Benavides, J. (2019). La planificación microcurricular: una herramienta para la innovación de las prácticas educativas. *Rehuso*, 4(2), 103- 111. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684>

- Delgado, M. C. y Bailón, J. B. (2020). La planificación microcurricular: una herramienta para la innovación de las prácticas educativas. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(2), 103-111.
- Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. UNAM, México, consultada el, 10(04), 1-15.
- Erazo, M. S. (2001). *INNOVACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE PLANIFICACIÓN CURRICULAR EN LA ESCUELA Y EN EL LICEO: Una Estrategia para la Apropiación, Contextualización y Complementación de los Planes y Programas propuestos por el Mineduc.*
- Espinoza Chuncho, N. D. J. (2016). *La planificación micro curricular y su influencia en los estándares de desempeño docente en el aula.* Quito.
- Figueroa, H. I, Muñoz, K. E., Lozano, E. V. y Zavala, D. F. (2018). *Análisis crítico del conductismo y constructivismo, como teorías de aprendizaje en educación.* Open Journal Systems en Revista: REVISTA DE ENTRENAMIENTO, 4(1), 01-12.
- García, B., Loredo, J. y Carranza, G. (2008). Análisis de la práctica educativa de los docentes: pensamiento, interacción y reflexión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 10(SPE), 1-15.
- Macanchi E. J. (2015). La planificación micro curricular y su incidencia en el trabajo didáctico de la fundamentación teórica del quehacer educativo.
- Moreira, M. (2013). Aprendizaje Significativo Un Concepto Subyacente. Instituto de Física, UFRGS, 1-26.
- Ortiz, A. (2010). Relaciones entre educación, pedagogía, currículo y didáctica. *Praxis*, 6(1), 197-219.
- Ortiz, A. (2013). *Modelos Pedagógicos y Teorías del Aprendizaje.* Magdalena: Ediciones de la U. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/315835198>
- Pérez, Á. (2010). Aprender a educar. Nuevos desafíos para la formación de docentes . *Interuniversitaria de Formación del Profesorado* , 24.
- Ramírez, L. (2016). *Repositorio Universidad Técnica de Machala.* Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/9723>
- Rodríguez, P. y López, Á. (2006). ¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? Tres estudios de caso de profesores de secundaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 11(31), 1307-1335.
- Ruiz Pucha, A. J. (2019). La planificación microcurricular y su incidencia en la ejecución de la práctica docente. Universidad de Guayaquil: Facultad de Filosofía, Letras Y Ciencias De La Educación. En: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45425>

- Ruz, I. (2018). Evaluación para el aprendizaje. *Revista Educación las Américas*, 6, 13-28.
- Saviani, D. (1995). Desafíos actuales de la Pedagogía Histórico-crítica en *Revista Argentina de Educación* Nro. 23.
- Suárez, M. (2000). Las corrientes pedagógicas contemporáneas y sus implicaciones en las tareas del docente y en desarrollo curricular. *Acción pedagógica*, 10

# **Pedagogía Social en los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje de la Filosofía**

Alexander Guillermo Ortega Rojas , Leidy Yuri Guzmán Escobar 

Ortega, Alexander Guillermo  
Fundación Universitaria Católica del Sur, Colombia  
Autor para correspondencia:  
vice.proyeccionybienestar@unicatolicadelsur.edu.co

Guzmán, Leidy Yuri  
Universidad Santo Tomás, Colombia  
leidyguzman@ustadistancia.edu.co

## **Resumen**

“La pedagogía social es una posición reflexiva y comprensiva sobre el modo de facilitar a cada individuo su propio proceso de aprendizaje” (Valenzuela, 2020, p. 25). Por ello, el presente trabajo es el resultado de la investigación titulada “Prácticas de pedagogía social en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes del grado 10-1 de la jornada de la tarde de la Institución Educativa San Bartolomé, Córdoba (Nariño)”. Esta investigación tuvo como propósito general analizar las competencias de lectura y escritura en el área de Filosofía desde el uso de pedagogía social, teniendo en cuenta el papel de quienes realizan su quehacer educativo a través de la pedagogía, y cómo, a través de estos procesos de enseñanza, se pueden favorecer tanto el fortalecimiento de los saberes como la postura crítica de los alumnos en una construcción colectiva, enmarcados culturalmente por tradiciones e imaginarios. Los autores que fundamentaron el proceso investigativo, entre ellos Freire (1967), Puertas (2004), Zemelmann (2010), Pozo (2015) y Andrade (2015), resaltan la importancia que tiene la pedagogía social en la cimentación de la paz, la justicia y la equidad. La propuesta metodológica está enfocada en un paradigma cualitativo, pues se aborda la pedagogía social como un fenómeno válido en su comprensión desde el análisis crítico propio de sus prácticas; se adopta un enfoque crítico social, en la medida en que se propone una ruta de lectura de las prácticas desde lo social en el posicionamiento pedagógico de los procesos tanto de enseñanza como de aprendizaje. “Los resultados de la investigación demuestran un avance positivo de los alumnos en las competencias de escritura y lectura en el área de Filosofía, por medio del uso de la pedagogía social en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los estudiantes” (Valenzuela, 2020, p. 25) objeto de la investigación.

**Palabras clave:** práctica, pedagogía social, enseñanza, aprendizaje, Filosofía

## **Abstract**

“Social pedagogy is a reflective and comprehensive position on how to facilitate each individual’s own learning process” (Valenzuela, 2020, p. 25). For this reason, this paper



is the result of research entitled “Social pedagogy practices in the teaching and learning processes of students in grade 10-1 in the afternoon of the San Bartolomé Educational Institution, Córdoba (Nariño)”. This research had the general purpose of analyzing reading and writing skills in the area of Philosophy from the use of social pedagogy, considering the role of those who carry out their educational work through pedagogy and how through these processes of teaching can favor both the strengthening of knowledge, as well as the critical posture of students in a collective construction, culturally framed by traditions and imaginaries. Likewise, the authors who founded the investigative process, including Freyre (1967), Puertas (2004), Zemelmann (2010), Pozo (2015) and Andrade (2015), highlight the importance of social pedagogy in the foundation of peace, justice and equity. The methodological proposal is focused on a qualitative paradigm, because of treating the fact of social pedagogy as a valid phenomenon in its understanding from the critical analysis of its own practices, a critical social approach is adopted, to the extent that it is proposed a route of reading the practices from the social in the pedagogical positioning of the processes of both teaching and learning. “The results of the research show a positive progress of students in writing and reading skills in the area of Philosophy through the use of social pedagogy in the teaching and learning processes of the students” (Valenzuela, 2020, p. 25) under investigation.

**Keywords:** practice, social pedagogy, teaching, learning, Philosophy

## Introducción

Desde el contexto educativo y más allá, en el ámbito formativo, existe un interés por parte de los estudiosos de los fenómenos pedagógicos en indagar sobre aquellos efectos resultantes de los posicionamientos epistemológicos que residen en el componente metódico de la enseñanza. Es así como ciertas cuestiones, entre ellas, la pedagogía social, están entre las más destacadas, pues se encuentra presente en las distintas formas académicas o grupos de investigación, investigadores, centros y demás ámbitos, con la idea de conceptualizar desde las prácticas un referente pedagógico significativo. Sin embargo, existen algunas líneas de fuga que todavía no han sido consideradas y que requieren atención, más aún en momentos históricos, sociales y políticos que invitan a la reflexión permanente sobre la formación y las prácticas que acontecen desde y para los desarrollos educativos.

“Si bien se habla de la pedagogía social como un constructo muy particular, propio inclusive del continente latinoamericano, cuenta con una tradición ubicada en la resistencia de los grupos sociales y sus procesos de formación” (Valenzuela, 2020, p. 29) como rebelión. En ese sentido, el docente actual se enfrenta a una serie de contenidos que requieren ser apropiados para sus estudiantes, de manera tal que sean certezas de su posterior aplicabilidad en el mundo de la cotidianidad. No obstante, y a pesar de que el discurso pedagógico latino, y entre ellos, el colombiano, se considera emergente de la pedagogía social, no hay coherencia entre las prácticas que configuran los procesos de enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes, es decir, existe una diferencia entre lo que se piensa que se es y lo que realmente las prácticas dicen de sí.

Por lo tanto, surge la necesidad de “identificar aquellas prácticas de pedagogía social que se despliegan en el aula, y si efectivamente estas, desde sus características, impactan en la forma de instruir y la manera de entender” (Valenzuela, 2020, p. 30).

En relación con esto, Freire (1985), (citado por Valenzuela, 2020, p. 30), afirma que:

Una comunidad que ha estado presentando a lo largo del tiempo alteraciones tan significativas, en muchos casos violentas, donde las transformaciones tienden a movilizar cada vez más a la población, requiere una reforma inminente y general en todo su sistema educativo. Una reforma que trascienda más allá de su misma organización y el proporcionado trabajo educativo de los centros de formación, que supere los métodos didácticos y pedagógicos, por eso es necesario que se haga una educación que tenga una relación directa y comprometida con lo social y político. (p. 83)

A partir de aquí, la pedagogía social se establecerá como una circunstancia metodológica y creativa que motive a maestros y estudiantes con respecto al papel que juegan en el entorno educativo, generando contextos, lugares de discusión y de transformación social.

Desde lo anterior, la finalidad que se busca con este trabajo es fortalecer las destrezas de lectura y escritura en el área de filosofía en relación con las prácticas pedagógicas, por medio del uso de la pedagogía social en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes del grado 10-1 de la jornada de la tarde de la Institución Educativa San Bartolomé (INESAB). En diferentes ocasiones, se ha percibido un ambiente tenso entre docentes y estudiantes de la INESAB en relación a situaciones que concernían directamente a los alumnos, pues estos presentan poca responsabilidad y falta de compromiso y, a su vez, muestran un nivel bajo en su aprendizaje generando dificultades en su proceso formativo. Desde este contexto, se observa el desinterés por la pedagogía social, donde los alumnos manifiestan problemas en el conocimiento sobre los juicios valorativos, al igual que a muchos aspectos básicos de su vida diaria, en especial los relacionados con el desempeño académico, lo cual es la base determinante para su superación o decepción en el campo educativo, para su esmero por aprender y aplicar lo entendido al mundo real. Es por ello que se hace necesario realizar esta investigación.

## **Revisión teórica**

### **La Pedagogía Social**

Para definir la pedagogía social debemos referirnos a su quehacer y a sus aspectos teóricos que permiten visualizar la interrelación entre sujeto y contexto ambiental o sujeto y sociedad, elementos que permiten construirla conceptualmente contando con explicaciones diferentes respecto a su origen y a los propósitos de su teorización, pensada desde el punto de vista de la óptica social. A lo anterior se añade que la pedagogía social afronta la experiencia subjetiva de los seres humanos desde su interacción social, es decir, donde los sujetos explican sus vivencias en la intersubjetividad con respecto a los sucesos experimentados (Valenzuela, 2020).

Aparece el aporte de Seidman (1998), quien dice que la pedagogía social se fue desarrollando en un contexto experimental al compás de las exigencias de determinadas colectividades y del interés de las explicaciones que fue ofreciendo, circunstancias que posibilitaron adelantos procedimentales y la producción de nuevos modelos conceptuales cada vez más fuertes. Por su parte, Freire (1967), resalta la manera en

que, desde la condición social la conciencia es alcanzada por los individuos mediante el razonamiento crítico y reflexivo del contexto que los rodea, además de la búsqueda permanente del ser humano para conseguir la felicidad, en una perfecta armonía con el contexto social y también percibe la formación como la práctica, deliberación y operación de los individuos sobre un contexto para lograr desarrollarse, permitiendo percibirla como una rama de lo pedagógico-social inmersa en las humanidades, coincidiendo con estas en sus conceptos complejos y metodológicos, así como en su objetivo de solucionar problemas que apunten a la dignidad del individuo, desde un cimiento conceptual que sustentan su intervención en las labores comunitarias.

También aparecen Del Pozo y Zolá (2018) (citados por Valenzuela, 2020, p.43), quienes afirman que:

La pedagogía social es una disciplina dentro de la educación social, donde se establecen y sitúan el quehacer socioeducativo para la disposición, ejercicio y restitución en pro de llegar a la lucidez social del sujeto o sociedad, donde la educación socioeducativa y sociocultural en todos sus espacios, fomenten, colaboración y fortaleza particular y corporativa desde los derechos humanos, en la búsqueda de optimizar la calidad de vida y el bienestar social. (p. 139)

Finalmente, Andrade (2015), explica la pedagogía social como la ciencia desde la cual se configura la labor socioeducativa que reivindica al individuo y a la comunidad, buscando su madurez social integral, en los aspectos socioeducativos y socioculturales que fomentan desde la colaboración, potenciación y cooperatividad desde el Estado de derecho, con el fin de alcanzar el bien común.

## **Pedagogía Social en Colombia**

Actualmente asistimos a una situación compleja en la formación socioeducativa, lo que conlleva a concebir una iniciación académica y cooperativa en los diversos desafíos sociales. Para ello, la diplomacia pública, aporta desde los métodos pedagógicos un horizonte que lleva a trabajar por una nación con diversos desafíos que suscitan una evolución social.

Según Jiménez (2008) (citado por Valenzuela, 2020, p. 44) “en Colombia, en las últimas décadas, se han ido cambiando, registrando e implementando una gran diversidad de nuevas políticas educativas que apuntan hacia el bienestar social y el desarrollo social”. Con esto se busca que los aspectos protectores, formativos y de acción socioeducativa de la pedagogía social sean el centro en los programas comunitarios contribuyendo a disminuir los escenarios de desventajas sociales, englobando quehaceres educativos diferentes, que alcancen a la diversidad de la población, especialmente los más vulnerables.

Como asegura Puertas (2004) (citado por Valenzuela, 2020, p. 44) la educación no es solamente individual, “ya que las capacidades, conductas y dispositivos intelectuales tienen su comienzo en la escolaridad y, posteriormente, la persona instruida los expresará en los procesos de relación psicosocial”. Es por eso que, la formación desde la pedagogía social debe entenderse y asumirse para desarrollarla desde los aspectos

sociales llevando a fortalecer los contextos que la rodean y que son los que experimenta el formando en su entorno social. Esto se ha venido trabajando en Colombia, donde se han articulado propuestas, normas y planes frente al tema, sin embargo, aún existen altos índices de baja cobertura y baja calidad educativa. En este sentido, se plantean cambios que busquen innovación escolar en las aulas fomentando la participación activa de los estudiantes en el aprendizaje, en la vida institucional, en lo social y en su entorno familiar.

Según Pozo (2013) (citado por Valenzuela, 2020, p. 45) “desde la educación social se reconocen los requerimientos y acontecimientos de la sociedad y se comprende lo individual desde la colectividad en la que el ser humano se encuentra”, lo que lleva a hacer de las instituciones educativas unos espacios, donde la educación social como eje transversal, favorezcan las vivencias encaminadas a la niñez y la juventud llevando a perfeccionar las competencias ciudadanas y los entornos libres. Para Pozo (2013), además, se deben ejercer acciones directas en situaciones que identifiquen problemáticas de convivencia, de absentismo o de deserción escolar y crear mediadores entre agentes sociales, la comunidad y las familias, como las escuelas de padres, o en cualquier otra instancia que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) disponga para las instituciones educativas.

En este contexto, se presentó la Ley 1620 del 15 de marzo de 2013 de Convivencia Escolar (MEN, 2013), a partir de la cual se da un avance significativo en lo concerniente a la aplicación socioeducativa y su acoplamiento frente a las gestiones legales, sociales y formativas, así como en lo relacionado con la coexistencia dentro de la escuela, los derechos humanos y la acción civil. Así, se creó el Sistema Nacional de Convivencia Escolar y la alineación para el ejercicio de los derechos humanos vinculados a la sexualidad, la reproducción y la prevención y reducción de la violencia escolar.

## **La Pedagogía Social en la Educación Básica Media**

El enfoque de la pedagogía social en la educación básica media debe encaminarse a la formación de seres humanos íntegros, que a partir de definir roles y procesos de enseñanza enfocados en el estudiante y en sus necesidades de aprendizaje, los lleven a transformar sociedad. Es aquí que la pedagogía social, “como ciencia que indaga en torno a la definición y el progreso constante en la instrucción y los hechos formativos, se involucra en la evolución ética y axiológica de los centros educativos y en la formación integral de los ciudadanos” (Flórez, 1998, p. 3) (citado por Valenzuela, 2020, p. 46).

Para Puertas (2004) (citado por Valenzuela, 2020, p. 46):

Realizar el estudio de estas relaciones psicosociológicas en el ambiente educativo, concierne directamente a la Psicología Social de la formación, dado que es significativamente importante para la educación de un maestro, que no se podría pensar en un individuo, como buen profesional, sin que ésta examinara los asuntos psicosociales que ocurren en el salón de clases. (p. 7)

La pedagogía social puede ser entendida como una fabricación conceptual prudente, establecida científica y filosóficamente para explicar la situación pedagógica, reconociendo una obligación histórica puntualizada, involucrando el avance del alumno, las características del quehacer educativo y el contenido de la instrucción.

Por lo tanto, la complejidad de la ordenación de las expresiones culturales con la pedagogía social en la educación básica media se conforma desde la interacción, la postura que tienen los sujetos ante los contextos y el uso de elementos tangibles e intangibles, descubriendo así las particularidades que constituyen parte inherente de su cultura y que se contienen en la trasmisión colectiva y en el aprendizaje indeleble, desde sus expresiones culturales, creencias familiares y sus raíces, demostrando un entramado de significados, símbolos y lenguajes cimentan la pedagogía social (Valenzuela, 2020)

## **La Pedagogía Social para los Jóvenes**

La indagación, la instrucción y la labor formativa hacen parte del ejercicio de la pedagogía social, ayudando a fortalecer los principios ciudadanos y de participación social, temas de gran importancia para la sociedad contemporánea, porque su realización ha sido debatida y reemplazada como iniciación y ejecución de la existencia en colectividad y de la actuación de los seres humanos por el individuo creador y su estimación en expresiones de rentabilidad económica. Modernizar esa obligación con los ciudadanos es igualmente proteger la pedagogía social y el valor de la formación (Valenzuela, 2020).

Esto lleva a ver la vida práctica de los jóvenes como sujetos dinámicos en la incidencia social, despejando contingencias pedagógicas alrededor de las complejidades de la acción significada, individual, proactiva, responsable y comportamental, para desarrollar las tenacidades y reducir las debilidades de ellos y sus colectividades, contribuyendo a reforzar las relaciones sociales en medio de la crisis individual (Zemelman, 2010) (citado por Valenzuela, 2020). Como educación social, la pedagogía social busca llevar a cabo procesos de enseñanza que permitan a los jóvenes adaptarse a nuevos cambios generacionales. Aquí, Quintana (1994) (citado por Valenzuela, 2020, p. 48), señala que la enseñanza social

Tiene el rumbo de la mediación formativa, la cual intenta favorecer en el sujeto, de modo amable, el desarrollo de la socialización, ayudando a la restauración del entorno social y sus reglas hasta conseguir horizontes placenteros de compatibilidad y colaboración en el seno de la colectividad.

Es lo que se concreta como una instrucción para el progreso de los valores sociales, enfocada en sostener el procedimiento democrático de todos los ciudadanos, así como en la responsabilidad de erigir la sociedad.

Por otro lado, en relación con la pedagogía social para los jóvenes, la UNICEF (1993), la articula con la formación para la paz concebida como el desarrollo del conocimiento, contenidos, cualidades y valores para promover cambios de conductas que permitan advertir los problemas y la violencia, solucionarlos y establecer circunstancias que lleven a la paz estable y duradera para todos y en todo ámbito.

Esto lleva a afirmar que la pedagogía social para los jóvenes favorece la generación de espacios que impulsen y conciban ambientes tranquilos y solidarios en los salones de clase, estableciendo procesos que faciliten la apropiación de aprendizajes y competencias para sus contextos sociales, llevándolos a ser responsables del desarrollo formativo en su cotidianidad y convirtiéndolos en creadores de una humanidad nueva.

## **Métodos**

La investigación parte desde el paradigma cualitativo, ya que aborda la pedagogía social desde el análisis crítico propio de sus prácticas; el enfoque propuesto es el crítico social, ya que propone una ruta de lectura de las prácticas desde el ámbito social, inserta en los procesos de enseñanza como de aprendizaje, llevando a hacer una lectura de las cotidianidades del aula que permiten ver los impactos que surgen a partir del estudio de las categorías propuestas que se fundamentan en acciones que posibilitarán la identificación, caracterización, determinación y análisis de las mismas y sus relaciones en el ámbito educativo (Valenzuela, 2020). Este se acompaña de una reflexión fenomenológica, dado que permite realizar descripciones sobre las condiciones de un fenómeno conforme a los diferentes conceptos que poseen los sujetos involucrados. De igual forma, admite la elaboración de metodologías fundadas en el razonamiento extraído de fuentes complementarias de información que consigan dar luz a los temas planteados, en lo relacionado con la práctica de pedagogía social existente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes del grado 10-1 de la jornada de la tarde de la Institución Educativa San Bartolomé, Córdoba (Nariño).

Según Merriam (1998) (citada por Valenzuela, 2020, p. 58), “dentro de la exploración cualitativa, el propósito radica en reflexionar acerca de las significaciones que los sujetos realizan, es decir, cómo estos solo tienen una interpretación dentro de su entorno y de sus vivencias”. Se tiene en cuenta, asimismo, que el significado se sumerge dentro de las vivencias de los individuos y que estos sirven de mediadores a través de los discernimientos realizados por el científico social. Por otro lado, estos aspectos persiguen una táctica de indagación inductiva, donde el resultado es expositivo, de igual manera, la exploración cualitativa es la herramienta para la producción y análisis que se pueda realizar de la información obtenida (Valenzuela, 2020).

El tipo de investigación utilizada fue la investigación-acción, la cual permite establecer relaciones sociales en las que la realidad se construye y se reconstruye; además, en el contexto educativo a estudiar, se generan relaciones interpersonales desde la práctica pedagógica, donde es importante que exista la intervención oportuna de todos los participantes en el desarrollo formativo de la Institución Educativa San Bartolomé. En este contexto, las técnicas de recolección de la información fueron: la entrevista semiestructurada, la revisión documental y el relato.

## **Resultados y Discusión**

Los resultados más significativos del proceso investigativo se presentan a la luz de cada objetivo específico.

### **Identificación de las ventajas didácticas de la pedagogía social en el desarrollo de las competencias lecto-escritoras en el área de filosofía de los estudiantes del grado 10°-1, Jornada Tarde de la Institución Educativa San Bartolomé, Córdoba (Nariño).**

La enseñanza implica un proceso que no se opone ni excluye el aprendizaje, en el que estos conceptos están encadenados y son inseparables. Sin embargo, se sabe de muchos aprendizajes que se logran desde la experiencia que cada uno realiza, sin que estén mediados por ninguna formación.

Desde el área de Filosofía, que es la que concierne a la investigación, el lenguaje y el pensamiento crítico son elementos fundamentales en las prácticas del docente en el salón de clases. Esto ayuda a que la escuela, conducida desde sus maestros, permita llevar la configuración en sus estudiantes libremente, es decir que, desde sus subjetividades, se formen en sociedad, cultura y posiciones políticas, eximidos de influjos instituidos por la cultura dominante (Valenzuela, 2020).

Al establecer dicha identidad, la escuela se enmarca en el contexto de la diversidad, permitiendo a los estudiantes comprender e interpretar su entorno y las problemáticas de las sociedades, es decir que, son ellos mismos quienes buscan la solución a sus propias contrariedades, porque encargarse de sus dificultades es lo que les permite identificarse como sujetos.

Así lo plantea Bazin (2008) (citado por Valenzuela, 2020, p.81-82), al afirmar que “la pedagogía social tiene como objetivo funcionar como un conector entre las dificultades sociales y la reflexión colectiva que estas provocan, desde donde se manifiestan las conciencias, las indolencias, inequidades, papeleos y reparaciones que a partir de allí se impulsan”. Aquí se puede afirmar que la reflexión se centra en el progreso y la independencia del individuo de todo aquello que lo ata, no permitiéndole ser y tampoco que sea valorado por lo que realiza; es reflexionar sobre la autonomía del individuo, individual y grupal, de tal modo que las diferencias se observen como componentes integradores en la sociedad.

Se ha encontrado, también, que las dificultades presentadas en la enseñanza y aprendizaje de los alumnos son elementos primordiales para el desarrollo del ejercicio de la pedagogía social, ya que estas llevan al docente a analizar sus quehaceres y articular lo conceptual de la pedagogía, su extensión prescriptiva y su extensión práctica.

Esto último son las acciones dentro de su forma de enseñar, la manera de ejecutar destrezas que provoquen el aprendizaje y la evaluación de sus consecuencias (Valenzuela, 2020).

Esta primera parte puede llevar a la conclusión de que las diversas dificultades en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje hay que verlas en la interacción entre el docente y los alumnos, es decir, como una acción dialógica que mejora la acción pedagógica y la acción del docente, llevando a ver la pedagogía social como una técnica teórico-práctica que ayuda al progreso individual y grupal para trazar nuevo conocimiento y transformación social.

### **Caracterización de la práctica de pedagogía social como herramienta didáctica usada en el área de filosofía con los estudiantes del grado 10<sup>o</sup>-1, Jornada Tarde de la Institución Educativa San Bartolomé, Córdoba (Nariño).**

Este ejercicio se realizó de manera rigurosa con criterios claros y con el dinamismo investigativo que le caracteriza, lo que llevó a obtener unos datos precisos recolectados por medio de entrevistas semiestructuradas, relatos y revisión documental, y la información obtenida se condensó en una matriz descriptiva que permitió determinar las subcategorías y categorías de análisis.

La validez de estas categorías se comprueba desde el detalle de algunos relatos de los resultados recolectados que dan cuenta de la realidad actual de la problemática planteada.

Es así que, los primeros resultados apuntan a la búsqueda de la entidad e identidad teórico-práctica. Aquí se encontró que los tres docentes entrevistados hacen énfasis en las bases epistemológicas, teóricas y metodológicas, articulando sus conocimientos de la pedagogía, las ciencias de la educación y las ciencias sociales (Valenzuela, 2020).

Desde aquí se puede observar que la pedagogía social trata de impulsar los conocimientos, contenidos, cualidades y valores formales para provocar cambios de conductas que permitan a los estudiantes opinar sobre diferentes problemáticas, además de intentar dar soluciones a las dificultades estableciendo circunstancias que promuevan la paz, en lo individual y colectivo y en la sociedad en general (Unicef, 1993, citado por Valenzuela, 2020).

Sobresalen dos singularidades de la pedagogía y la educación social, relacionadas con la importancia de quien educa o aprende: la primera, que el aprendizaje conceptual ocupa un lugar menos notable que el desarrollo de las habilidades y de valores y actitudes; la segunda muestra que se debe dar prioridad a los aprendizajes conectados con el contexto real, con las relaciones sociales y con elementos que ayuden a perfeccionar la calidad de vida y la participación social. Frente a esto, Ortega (2014) (citado por Valenzuela, 2020) plantea la necesidad de otra mirada hacia el ámbito educativo, partiendo de un análisis de la realidad que abarque la subjetividad del maestro, la escuela, el currículo y los estamentos que conforman el cuerpo académico, buscando favorecer a los excluidos.

El análisis de la información recolectada permite observar que los docentes tienen esquemas didácticos diferentes, pero responden a las disposiciones de la pedagogía social, porque confrontan a los estudiantes con su entorno social con debates o diálogos contextualizados y metodologías participativas favoreciendo la actividad de cada uno de los alumnos (Valenzuela, 2020). Lo anterior ayuda a visualizar que la pedagogía social es mediadora entre las instituciones y las comunidades, ayudando a fortalecer y mejorar la convivencia ciudadana y escolar, construyendo cultura de paz (Pozo, 2015, citado por Valenzuela, 2020).

Con estos resultados, en la INESAB surge un gran reto y es el que los maestros busquen nuevas formas para desarrollar su quehacer pedagógico, teniendo la posibilidad de introducir tácticas transformadas que, según Kemmis y McTaggart (1988) (citados por Valenzuela, 2020), los llevan a una nueva manera de ver el mundo académico enfocado en el pensar las actuaciones académicas en procesos efectivos que cuestionen el quién, el por qué, el cómo, el cuándo y dónde se despliegan, que generalmente deben ser en una incidencia social transformadora. De igual manera Hernández et al. (2006) (citados por Valenzuela, 2020) frente a este resultado plantean la necesidad al afirmar que, desde lo fenomenológico, se hace una descripción de los sujetos y cosas presentes en la percepción intelectual, logrando captar la esencia pura de dichos sujetos; aquí se conciben los fenómenos a partir de la observación de cada sujeto, así como en la exploración de sus potenciales saberes (Valenzuela, 2020).

### **Diseñar una propuesta de estrategia lúdico-didáctica apoyada en la pedagogía social para desarrollar las competencias lecto-escritoras en el área de filosofía con los estudiantes del grado 10º-1, Jornada Tarde de la Institución Educativa San Bartolomé, Córdoba (Nariño)**

Los resultados llevan a ver la lúdica como elemento fundamental en el desarrollo integral del ser humano. Sin embargo, en la INESAB la dificultad se presenta porque se ha



dado mayor importancia a una formación académica centrada en impartir conocimiento de manera tradicional, llevando a invisibilizar procesos formativos con el juego por algunas ideas erradas en las que impera la disposición disciplinaria como mecanismo de control de la comunidad, fruto de una mal entendida postura académica que deben tener los estudiantes frente a su conocimiento establecida por las políticas que manejan las directivas de la institución (Valenzuela, 2020).

Para desarrollar esta propuesta se resalta el auge y la incidencia de la tecnología, puesto que esta brinda variadas alternativas para educar y posibilita a través del juego y del uso del computador y otros medios, una conexión del estudiante con el conocimiento. De esta manera se pueden plantear juegos en línea muy aceptados y de gran popularidad entre la comunidad estudiantil, y que desde el dinamismo lúdico y didáctico les motivan con las actividades y con el buen uso de equipos informáticos.

La propuesta se plantea desde la siguiente inquietud: ¿Cómo la gamificación de las estrategias docentes puede ser una técnica motivadora y que cause un efecto positivo en los procesos de enseñanza-aprendizaje desde la pedagogía social? (Valenzuela, 2020). La propuesta de esta estrategia lúdico – pedagógica ayuda a ver formas diferentes de resolver las prácticas de aula que potencialicen y mejoren el rendimiento académico y la formación integral de los estudiantes. Entonces, la propuesta lleva a ver la posibilidad de la gamificación como estrategia de enseñanza de los docentes de Filosofía, que ofrece posibilidades para fomentar el desarrollo de las habilidades de lectura crítica en los estudiantes promoviendo experiencias de aula que despierten factores internos y externos de su motivación para el aprendizaje y vivencia de la filosofía.

## Conclusiones

Desde este ejercicio investigativo se ve la necesidad prioritaria de la educación de enfocarse en el mejorar los elementos situacionales en que se desarrolla, así como en facilitar a los estudiantes las herramientas para que generen procesos que les permitan comprender textos, sobre todo en el área de filosofía, y así logren una competencia lectora óptima.

Al implementar la estrategia pedagógica de la gamificación, estrategia diseñada de acuerdo a los parámetros encontrados, se espera un avance significativo para que la competencia lectora y escritora tenga un buen desarrollo en las habilidades primeras de los estudiantes. Lo anterior se apoya con trabajos de análisis y reflexión facilitados a través de espacios adecuados como el cine foro y otros, que lleven al formando a ver situaciones reales, adentrándose en las problemáticas del contexto actual de la sociedad, permitiéndoles se reconocerse como un sujeto - actor social con capacidades de asumir la realidad, debatirla y aportar desde el pensamiento y el conocimiento producido a una perspectiva diferente frente a las situaciones que afronta la sociedad. “La importancia en este punto radica en lograr que el estudiante comprenda, analice y proponga su propio pensamiento, reconociendo su contexto social, cultural y político, para que pueda desempeñarse como un actor activo en la sociedad” (Valenzuela, 2020, p. 92).

Los estudiantes convocados a esta investigación fueron muy activos, y mostraron un gran sentido de apropiación y empoderamiento de las actividades planteadas, adentrándose en sus contextos personales y comunitarios y asumiéndolos con gran sentido crítico

y transformador. Desde el inicio, el proyecto fue enfocado a la formación en valores sociales, punto que se alcanzó plenamente, y lo interesante es que en este proceso, con la ayuda de la pedagogía social articulada a la estrategia lúdico -pedagógica, se logra a través de la lectura plasmada en imágenes, con películas que, por sus temáticas, están relacionadas con los problemas sociales de las comunidades y las disputas territoriales, siendo este un momento dinámico y a la vez divertido para los estudiantes, pero con una gran lectura real y crítica de los momentos propuestos..

De igual manera, algo que arroja la investigación y en lo que también se hizo énfasis es el respeto por las costumbres, tradiciones e idiosincrasia de cada comunidad, ya que, los estudiantes reconociendo y aceptando su propia identidad, son forjadores del cuidado y proyección de la misma y del importante aporte que hace ésta en el ámbito de la construcción de sociedad.

Finalmente, se logra entender que la lectura crítica y reflexiva fue eje fundamental del proceso educativo mediante la realización, ejecución y evaluación del proyecto. Los estudiantes comprendieron que esta forma de hacer lectura, no solamente de textos, sino también de realidades, ayuda a transformar procesualmente el quehacer educativo, haciendo que la forma de educar no solamente se quede al interior del aula o de la institución educativa, sino que les motiva a aproximarse a la sociedad que los circunda y con una nueva capacidad adquirida de conectar la realidad del alumno en su cotidianidad como elemento motivador de resolución de problemas de contexto.

## Referencias

- Andrade, J. (2015). *Introducción a la psicología social y conflicto. Psicología social y conflicto. Apuntes para la construcción de una psicología social compleja bajo un dispositivo clínico-social*. Colombia: FUNDES.
- Bazin H. (2008). Comparaison entre recherche-action et recherche classique, document électronique in Bibliographie R-A
- Del Pozo Serrano, F.J., y Zolá, A. (2018). *Pedagogía social y educación social en Colombia: Una nueva cultura de paz para el posconflicto*. En F.J. Del Pozo Serrano (Comp.), *Pedagogía social en Iberoamérica*. Fundamentos, ámbitos y retos para la acción socioeducativa (pp. 137-159). Barranquilla: Editorial Universidad del Norte. Disponible en: [https://sips2020.sepa.gal/docs/sala-8\\_la-formacion-de-educadores-para-la-sostenibilidad-ambiental-y-social/educacion-para-la-paz-ambiental\\_investigacion-accion-con-comunidades-vulnerables-del-caribe-colombiano\\_8.pdf](https://sips2020.sepa.gal/docs/sala-8_la-formacion-de-educadores-para-la-sostenibilidad-ambiental-y-social/educacion-para-la-paz-ambiental_investigacion-accion-con-comunidades-vulnerables-del-caribe-colombiano_8.pdf)
- Flórez, R. (1998). *Conocimientos pedagógicos generales*. Disponible en: <https://anderlechtbarredadotcom.files.wordpress.com/2015/07/enfoques-3pedagogicos-modernos.pdf>

- Freire, P. (1967). *La educación como práctica de la libertad*. Editorial Siglo veintiuno.
- Freire, P. (1985). *Pedagogía del Oprimido*. Siglo XXI Editores.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw-Hill.
- Kemmis y McTaggart. (1988). *Características de la investigación acción*. McGraw-Hill.
- Jiménez Domínguez, B. (2008). *Investigación cualitativa y psicología social crítica. Contra la lógica binaria y la ilusión de la pureza. Investigación cualitativa en Salud*. Disponible en: <http://www.cge.udg.mx/revistaudg/rug17/3invesigacion.html>
- Merriam, S. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco (USA): Jossey-Bass. p. 179.
- Ortega, P. (2014). *Pedagogía crítica en Colombia: Un estudio en la escuela de sectores populares*. Sophia, vol. 10, núm. 2, 2014, pp. 50-63. Universidad La Gran Colombia. Quindío. SSN: 1794-8932. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413734079006>
- Pozo, F. (2013). *Pedagogía social escolar en Colombia: el modelo de la universidad del norte en formación directiva y docente para la ciudadanía y la paz*. En Revista Ibero-americana de Educação, vol. 70. p. 77-90
- Puertas, S. (2004). *Psicología social de la educación*. Psicología Social Aplicada: Tema 6. Universidad de Jaén.
- Quintana, J.M. (1994): *Educación Social*. Antología de textos clásicos. Madrid, Narcea.
- Seidmann, S. (1998). *Historia de psicología social*. Disponible en: [http://www.conductitlan.org.mx/13\\_psicologiasocial/Materiales/E\\_historia\\_psico\\_social.pdf](http://www.conductitlan.org.mx/13_psicologiasocial/Materiales/E_historia_psico_social.pdf)
- UNICEF. (1993). *Yo sueño con la paz*. Disponible en: [https://www.unicef.org/spanish/education/focus\\_peace\\_education.html](https://www.unicef.org/spanish/education/focus_peace_education.html)
- Valenzuela, E. (2020). *Las prácticas de pedagogía social como herramienta didáctica en el fortalecimiento de las competencias lecto-escritoras en el área de filosofía de los estudiantes del grado 10-1, j. T. Institución educativa san Bartolomé, Córdoba (Nariño)*. Universidad Santo Tomás.
- Zemelman, H. (2010). *Sujeto y Subjetividad: la problemática de las alternativas como construcción posible*. Revista Polis, Vol. 9, No.27, p. 355-366.

# Inteligencia Musical e Interpersonal en la Clase de Lengua Inglesa: Entramados Comunicativos y Educativos

César Dávila Andrade 

Andrade Dávila, César

Unidad Educativa Alfredo Pérez Guerrero

cesarandrade@hotmail.es

## Resumen

El propósito esencial de este artículo es presentar los resultados del trabajo de titulación denominado *Inteligencia musical e interpersonal en la clase de lengua inglesa en los estudiantes de 8vo. Año de la Unidad Educativa "Otavalo Valle del Amanecer"*. A través de esta investigación, se pretende determinar la influencia de la música y el trabajo cooperativo en el aprendizaje del idioma inglés, poniendo en práctica la destreza comunicativa, que ha sido relegada de manera gradual en el aula de clase. En consecuencia, el tipo de investigación aplicada fue la descriptiva con un enfoque mixto, que permitió desarrollar una caracterización de la población estudiada, además de las situaciones y eventos alrededor de esta. Los datos se recogieron a través de encuestas, entrevistas y observaciones. Se logró establecer que la inteligencia musical permite el desarrollo de la memoria e incrementa la atención y que, por otra parte, la inteligencia interpersonal está directamente relacionada con la habilidad de mantener relaciones sociales, lo que permite gestionar de mejor manera los sentimientos y sensaciones en los estudiantes. Integrar las inteligencias múltiples en la clase de inglés y, en particular, la inteligencia musical e interpersonal, favorece el desarrollo de la expresión oral.

**Palabras clave:** destreza comunicativa, lengua inglesa, inteligencias múltiples, inteligencia musical, inteligencia interpersonal.

## Introducción

La presente investigación nace de la necesidad de repensar la forma en la que enseñan los docentes y de dar un giro radical a la ya tradicional, homogénea y caduca transmisión de conocimientos. Pérez (2012) señala que “los niños contemporáneos, en su mayoría, no fracasan en la escuela por el nivel de dificultad de una exigencia escolar dura, sino por aburrimiento, por ausencia de interés” (p. 19). Consecuentemente, resulta indispensable que en las escuelas contemporáneas se estimule la creatividad, curiosidad, imaginación

y el interés por el conocimiento, generando una nueva forma de enseñar a aprender y, a su vez, dejando de lado la memorización de datos y conceptos que luego serán reproducidos fielmente en un examen.

La principal motivación de este trabajo de investigación es formar estudiantes creativos que sean capaces de aprender descubriendo, perdiendo el miedo a los retos y que puedan ver los errores como ocasiones de aprendizaje. Así pues, investigaciones en este tema muestran que la utilización de la música deja una profunda huella en la memoria de quien la escucha, apela a factores afectivos de manera inconsciente y beneficia, sobre todas las cosas, a la competencia comunicativa. Además, incentivar la inteligencia musical en las clases de lengua extranjera puede generar beneficios tales como la concentración y la conexión con el interior del estudiante (Fonseca y Toscano-Fuentes 2012).

Del mismo modo, entender la diversidad en cada ser humano y el perfeccionamiento de una determinada habilidad es esencial al momento de idear el proceso de enseñanza y aprendizaje de un idioma y relacionarlo con la teoría de las inteligencias múltiples (Carrillo y López, 2014). Asimismo, un estudio realizado con énfasis en el trabajo cooperativo señala que la enseñanza de lenguas extranjeras implica la elaboración de diferentes estrategias de aprendizaje, así como de materiales complementarios para ser analizados por los grupos o equipos de trabajo, los cuales deben ser organizados convenientemente, atendiendo a la diversidad pedagógica de los estudiantes e involucrando también al docente (Fontes et al., 2019).

Las investigaciones mencionadas en el párrafo anterior exponen la importancia de reconocer y potencializar la amplia gama de capacidades que posee el ser humano a través del desarrollo de las inteligencias múltiples, convirtiéndolas en un concepto pragmático que involucra estrategias docentes innovadoras y comparativamente nuevas en el entorno educativo. Sin embargo, dichas investigaciones abordan y analizan las inteligencias múltiples con su respectiva aplicación en el área educativa, ya sea en conjunto o individualizadas, para establecer su funcionamiento y posterior beneficio.

De ahí, la importancia del presente artículo, ya que permitirá evidenciar que existe un vínculo directo entre la música (inteligencia musical) y la capacidad de comprender e interactuar eficientemente con los demás estudiantes (inteligencia interpersonal) para obtener los resultados esperados en el proceso de aprendizaje del idioma inglés y, más concretamente, en el desarrollo de la destreza comunicativa de dicho idioma.

## Revisión teórica

### ¿Qué es la Inteligencia?

Al hablar de los estudiantes, entra en discusión su desenvolvimiento dentro del aula de clase y el aprendizaje adquirido en las distintas asignaturas; por consiguiente, las calificaciones son un tema recurrente entre los docentes y, dependiendo de si tiene una baja o alta calificación, se afirma que el estudiante es poco, moderadamente o muy inteligente. Para llegar a esta conclusión, se utiliza solamente un punto de vista o razonamiento, el cual no debería ser considerado como único factor para determinar la inteligencia de una persona. En otras palabras, el término inteligencia no tiene relación

con el favoritismo hacia una determinada asignatura que implique ciertas destrezas y, menos aún, con una calificación.

En este sentido, para Gardner (2011), la inteligencia se define como “la capacidad de resolver problemas o crear productos que sean valiosos en uno o más ambientes culturales” (p. 60). Si bien es incuestionable la genética heredada, es preciso resaltar que la inteligencia puede ser activada o impedida en función de las condiciones educativas, el entorno social, la cultura y, principalmente, la familia. Lo señalado anteriormente demuestra que los seres humanos desarrollan habilidades cognitivas que posibilitan la adaptación a ambientes impredecibles y variables.

En opinión de Sanabria (2013), “en la teoría piagetiana, la inteligencia se puede valorar de acuerdo con la capacidad de adaptación que tiene el ser humano a su entorno mediato e inmediato” (p. 36). Esta capacidad de adaptación está ligada con el concepto de inteligencia, que responde en gran medida a las múltiples maneras de organizar, interpretar y representar la información a la hora de realizar tareas y resolver dificultades. Así pues, Villamizar y Donoso (2013) afirman que “a la hora de realizar tareas cognitivas el rendimiento de las personas es diferenciado y el resultado alcanzado correlaciona con la complejidad cognitiva de la tarea” (p. 420).

## **Las Inteligencias Múltiples (IM) y su Importancia en la Clase de Lengua Inglesa**

Dentro del ámbito educativo, es crucial destacar el papel que desempeñan las inteligencias múltiples al brindar atención a la diversidad en el aula. En este contexto, Escamilla (2014) plantea que:

La teoría de las inteligencias múltiples, pues, establece que cada uno de nosotros posee un perfil característico de inteligencias. Entonces nos resta conocer los rasgos de los alumnos (y de nosotros mismos), delimitar el valor que concedemos a estas diferencias y determinar el principio de intervención que marcaría la pauta del posterior desarrollo didáctico. (p. 37)

Por lo tanto, las instituciones educativas deben propiciar ambientes que permitan garantizar el uso de estrategias metodológicas innovadoras, que generen procesos de enseñanza y aprendizaje más eficientes. Asimismo, Pérez (2012) menciona que “imponer un traje de talla única para todos en la escuela, provoca la exclusión de los que no logran adaptarse a la talla predeterminada y que los ciudadanos concluyan la escuela sin desarrollar la mayoría de sus talentos” (p. 19).

Hacer uso de las IM en la clase de lengua inglesa admite la aplicación de un método disruptivo, el cual debe incluirse en cada una de las acciones educativas y supone una nueva concepción del estudiante, que está dotado de inteligencias con las que puede hacer frente al mundo y aminorar las dificultades que se presenten en el camino. Así lo establece Acosta (2019), cuando indica que “el trabajo con IM en el aula posibilita conocer las condiciones fundamentales de cognición, lo que permite individualizar la enseñanza; ampliar la enseñanza tradicional basada en lo lingüístico y matemático; los proyectos de IM fomentan el aprendizaje por descubrimiento” (p. 211). Al mismo tiempo, se posibilita el trabajo cooperativo y es viable estructurar currículos temáticos poniendo en marcha las habilidades de todos los educandos.

Dentro de este orden de ideas, es valioso referir lo destacado por Prieto y Ballester (2010):

No cabe duda de que el hecho de trabajar las IM puede ser una buena estrategia a la hora de potenciar las capacidades de cada uno, ya que se trata de un modelo que nos ayuda a entender la manera de pensar de los niños para saber cómo enseñar en las escuelas. (p. 23)

En efecto, la enseñanza del inglés requiere de una nueva visión que implica redefinir los procesos de enseñanza y aprendizaje que se suscitan en el aula. En primer lugar, resulta trascendente poner en funcionamiento estrategias metodológicas innovadoras que procuren procesos activos, eficientes y ajustados a la realidad para satisfacer necesidades particulares en el aprendizaje de una segunda lengua; en segundo lugar, motivar la adquisición del conocimiento desde el cerebro del que aprende, es decir, desde cada inteligencia presente en todos los estudiantes.

Consecuentemente, aprender inglés con una gramática distinta a la conocida anteriormente demanda que el docente sea capaz de generar la motivación intelectual necesaria en las clases de lengua inglesa para favorecer, principalmente, el aprendizaje; además, como componente complementario, es importante promover el desarrollo de la destreza comunicativa, que servirá como elemento para los retos en los que esté involucrado el uso del inglés. De ahí que las inteligencias múltiples se presenten como un marco de referencia para que los docentes puedan afirmar sus estrategias de enseñanza, generándose implicaciones en la enseñanza del idioma inglés.

En este sentido, Alonso et al. (2018) afirman que “con la aplicación de las inteligencias múltiples se podrá evaluar, detectar y apoyar las fortalezas de los alumnos en las diferentes áreas. Esto permitirá potenciar los puntos fuertes, ayudar en su motivación y mejorar las debilidades” (p. 16). Ahora bien, existen factores ambientales que favorecen o entorpecen el aprendizaje y que deberían tomarse en cuenta para solventar las necesidades de los disímiles tipos de estudiantes. Cabe entonces efectuar las siguientes interrogantes: ¿Beneficia al desarrollo de la destreza comunicativa en las clases de lengua inglesa el uso de canciones, música de fondo, ruido blanco y sonidos ambientales agradables? ¿Se producen ruidos desagradables como timbres fuertes o vehículos que circulan cerca de las aulas, interfiriendo frecuentemente en la actividad académica? En cuanto a la voz, ¿el docente modifica su intensidad, tono y énfasis, o es tan monótona que produce sueño en los estudiantes? ¿Se propicia un entorno sosegado y de cordialidad en el aula, o los alumnos desconfían unos de otros? ¿Los estudiantes interactuar de forma positiva, interviniendo en debates o efectuando proyectos en conjunto, o raramente interactúan?

## **La Inteligencia Musical**

El principal obstáculo al estudiar inglés como lengua extranjera es la poca o nula práctica comunicativa a la que el estudiante está expuesto y que muchas investigaciones aseveran tiene beneficios en el proceso de aprendizaje de la lengua meta. Según Fonseca y Toscano-Fuentes (2012), “la utilización de canciones facilita el desarrollo de la memoria e incrementa la atención, potencia los mecanismos de relajación, mejora la confianza en uno mismo, genera tolerancia en las relaciones interpersonales y desarrollo de la sensibilidad y los sentimientos” (p. 199). Por ende, la incorporación de melodías en las clases de inglés es una alternativa eficaz para los estudiantes.

La música está presente en el proceso de adquisición de una segunda lengua por su capacidad de generar un ambiente positivo, relajado y armónico propicio para el aprendizaje. Así pues, citando a Gardner (2011), “la inteligencia musical se refiere al uso adecuado del ritmo, melodía y tono en la construcción y apreciación musical” (p. 29). Crear un ambiente auditivo en donde el binomio música-sentimientos se junten puede favorecer en los estudiantes el interés por aprender la letra de las canciones, incrementar su vocabulario y, en consecuencia, aprender el idioma inglés.

De ahí que, mediante la inteligencia musical, sea posible practicar la habilidad de percibir y apreciar el ritmo, tono, acento y melodía en lo referente a la comunicación oral. Conviene destacar que el educando, en un inicio, desconoce la formación de sonidos articulados, pero con la práctica continua de la destreza comunicativa es capaz de comprender palabras, frases y oraciones en el idioma inglés. Además, Fonseca y Toscano-Fuentes (2012) señalan que “uno de los mayores problemas al estudiar una lengua extranjera LE es la constante y continua carencia de input auditivo en la lengua meta a la que el alumnado está expuesto” (p. 199).

Lo anteriormente descrito sugiere que al agregar música en las clases del idioma inglés se genera una alternativa valiosa para los estudiantes que no aprenden a la par de sus compañeros, puesto que favorece el desarrollo de la aptitud lingüística, el aumento de la habilidad auditiva y, al mismo tiempo, facilita la memorización. Asimismo, la inteligencia musical permite mejorar la pronunciación y concentración, además de fomentar la creatividad con un ambiente de clase relajado y a la vez productivo, donde el estudiante desarrolle la competencia comunicativa en el idioma inglés y realmente se obtenga el aprendizaje deseado.

## **La Inteligencia Interpersonal**

Con respecto a la inteligencia interpersonal, Castelló y Cano (2011) sostienen que “es la capacidad de entender a los demás e interactuar eficazmente con ellos” (p. 23). Este aspecto es importante, ya que se pueden desarrollar tareas grupales en las clases de inglés que faciliten un óptimo ambiente educativo para eliminar barreras emocionales y superar los talentos defensivos, generando un entorno de aceptación y respeto en el que cada estudiante afronte los retos y, asimismo, tenga confianza para pedir ayuda. En este sentido, la técnica del aprendizaje cooperativo permite modificar la manera de evaluar y equiparar las oportunidades de éxito y reconocimiento para todos los estudiantes.

Además, la inteligencia interpersonal permite desarrollar la habilidad de establecer diferencias entre otros individuos y, en particular, entre sus estados de ánimo, temperamentos, motivaciones e intenciones. García (2016) considera que “examinada en su forma más elemental, la inteligencia interpersonal comprende la capacidad del niño para discriminar entre los individuos a su alrededor y para descubrir sus distintos estados de ánimo” (p. 229). Esto permite la interacción entre todos los estudiantes y el docente, lo que genera un aprendizaje cooperativo al momento de comunicarse dentro del aula en las clases de lengua extranjera. Desde un punto de vista más elemental, con la aplicación de esta inteligencia lo que se busca es orientar a los estudiantes a realizar un proceso de crecimiento personal enfocado en la empatía y en el trabajo cooperativo.

La inteligencia interpersonal, que se presenta en menor o mayor grado en cada estudiante, resulta significativa al poner en práctica el aprendizaje del idioma inglés, apartando los



métodos memorísticos y tradicionales para dar paso a un aprendizaje donde prevalece la destreza comunicativa a partir de la interacción con otras personas. Así, cuando se trata de hablar e interactuar con otros estudiantes o con el docente de lengua inglesa, existen elementos primordiales, como la inhibición o desinhibición y la autoestima, necesarias para el éxito en la adquisición de destrezas comunicativas. Es importante mencionar lo descrito por Fontes et al. (2019):

El aprendizaje cooperativo favorece el desarrollo de la actividad educativa, en tanto promueve una actitud de respeto entre los estudiantes, con independencia de la coincidencia o no de sus criterios. De igual forma facilita la apropiación de las unidades de la lengua, su correcto empleo en la comunicación y el desarrollo de estrategia de comunicación, negociación de significados y autocorrección. (p. 71)

Por consiguiente, estos procedimientos de aprendizaje cooperativo permiten un mayor nivel en la competencia comunicativa de los estudiantes y provocan vínculos de participación entre los mismos, beneficiando el proceso educativo. Este tipo de inteligencia está presente en estudiantes que gustan del trabajo grupal, que son persuasivos en su trato con pares y personas mayores, que entienden al grupo; además, estos alumnos son extraordinarios mediadores de conflictos entre compañeros por su facultad para entender los sentimientos y propósitos de otros individuos.

El trabajo cooperativo es una estrategia pedagógica poderosa tanto para desarrollar la cognición como los elementos emocionales y actitudinales de las competencias educativas. Citando a Pérez (2012):

El aprendizaje cooperativo aprovecha los talentos y las miradas diferentes de cada individuo. No todos somos buenos en todo, la diversidad y la singularidad de expectativas, intereses, experiencias y cualidades suponen una riqueza de los grupos, bien entendida y aprovechada en el mundo de la educación. (p. 215)

## **Nuevas maneras de enseñar a aprender**

A mediados del siglo XX, surge la corriente constructivista, con representantes como Jean Piaget, David Ausubel, Jerome Bruner y Paul Watzlawick. “El aprendizaje es una reconstrucción de las experiencias y conocimientos previos que tiene una persona, para dar cabida al nuevo conocimiento. Por lo tanto, el aprendizaje se produce si se modifican las estructuras cognitivas preestablecidas” (Leganés y Pérez, 2012, p. 106). En efecto, esta teoría defiende la idea de que es el estudiante quien ha de llegar a la obtención del aprendizaje mediante la experimentación, y no el docente quien entregue los contenidos de la asignatura ya terminados.

Al mismo tiempo, resaltan elementos como la participación activa del estudiante, la atención en los métodos cognitivos que contribuyen al aprendizaje significativo, el impulso de la autoestima y, principalmente, el reconocimiento de que cada individuo aprende de forma distinta, es decir, en función de sus habilidades y destrezas. Como ya se mencionó, la escuela convencional presenta procesos de enseñanza y aprendizaje con una enorme cantidad de contenido, pero, a la vez, con una calidad ínfima que ocasiona una insatisfacción generalizada. Por lo tanto, el profesor puede destinar una parte de su tiempo a explicar el tema y escribir en la pizarra como una técnica docente aceptada, pero sin abusar demasiado de ella.

Del mismo modo, en algunas instituciones educativas se tiende a considerar las asignaturas que se nutren de la inteligencia musical, interpersonal y otras más, como temas de relleno, adorno o, a su vez, como algo circundante a un tema central. Por consiguiente, cuando escasean los recursos financieros en el sistema escolar, se eliminan los programas de música y aquellos que tienen por finalidad la participación cooperativa de grupos en concursos, tanto dentro de la institución como fuera de ella. Así pues, Armstrong (2017) postula que:

Los administradores y demás personal encargado de estructurar los programas en los colegios pueden recurrir a la teoría de las IM como marco para asegurarse de que todos los alumnos tengan la oportunidad de experimentar cada día una interacción directa con cada una de las ocho inteligencias. (p. 122)

## **Una Crítica a la Teoría de las Inteligencias Múltiples (TIM)**

Algunos investigadores del ámbito de la educación y psicólogos presentan oposición al uso del vocablo *inteligencia* cuando se hace alusión a las diversas habilidades y talentos que todos los seres humanos poseen. No obstante, al enunciar una definición precisa de la inteligencia, por costumbre se menosprecian las capacidades que no quedan dentro del límite de una acepción proporcionada. De esta manera, los músicos, poetas o jugadores de póker pueden ser talentosos, pero no inteligentes. Sorprende comprobar que existe la creencia infundada de que ciertas capacidades humanas pueden ser juzgadas arbitrariamente como inteligencia y otras no.

Aunque la teoría de Gardner no considera aspectos como la sistematización de sus elementos identificados y su carácter es eminentemente redundante, esta se fundamenta en una amplia variedad de investigaciones que, aunque no la confirman, le proporcionan sustento. Por su parte, Ibáñez (2010) realiza una crítica que pone en duda los requisitos para que la TIM sea considerada una teoría científica:

La TIM, más que una teoría científica, corresponde al terreno metodológico pudiéndose caracterizar como una técnica para la identificación de amplios dominios de cierta importancia social y cultural en los que puede organizarse el desempeño de los individuos humanos a diferentes niveles, cumpliendo determinados criterios de logro, morfológicos y circunstanciales que le dan carácter de “competencia”. (p. 139)

Lejos de ser considerada una panacea, esta teoría ha tenido un enorme impacto en el ámbito educativo, puesto que involucra, no solo considerar las diferencias individuales entre los estudiantes, sino, además, ocuparse por desarrollarlas, considerando que existen numerosas maneras de aprender. A pesar de no existir un programa de estudios implícito, se han establecido, sobre base de la teoría de Gardner, actividades necesarias a seguir de acuerdo con la inteligencia musical, interpersonal y otras más, como alternativa que transgrede los programas educativos tradicionales.

Repensar la manera de educar requiere definitivamente de docentes pragmáticos que estén dispuestos a aceptar las críticas, controversias, desacuerdos y, sobre todo, el señalamiento por parte de autoridades, pares y estudiantes; esto constituye el costo de innovar en educación. Menciona Delgado (2019) que “un currículum preestablecido para controlar a los estudiantes y conducir por un solo camino el aprendizaje seguirá siendo un crimen educativo en estos tiempos de innovación pedagógica” (p. 304).

## Métodos

La presente investigación adopta un enfoque mixto. Cualitativo, porque persigue considerar e interpretar las situaciones, eventos e interacciones que se generan en la clase de lengua inglesa de manera subjetiva, así como comprender el contexto al utilizar la inteligencia musical e interpersonal para desarrollar la destreza comunicativa. Cuantitativo, porque utiliza la recopilación de información susceptible de ser representada numéricamente.

Para esta investigación, se utilizaron técnicas de recolección de datos como la encuesta, la observación y la entrevista. Debido a la emergencia sanitaria que atravesamos a causa del COVID-19, la encuesta y observación fueron realizadas de manera virtual, de tal forma que, durante el mes de diciembre de 2021 se aplicaron 70 encuestas a los estudiantes de 8.º año EGB de la Unidad Educativa Otavalo Valle del Amanecer (Tabla 1); se realizaron por medio del formulario de Google, haciendo uso de la escala de Likert, instrumento que utiliza una escala ordenada y unidireccional.

Las preguntas fueron elaboradas en base a la relación existente entre actividades musicales, trabajo cooperativo y el aprendizaje del inglés. En cuanto a la observación, esta se realizó vía Zoom con el conocimiento de la tutora del 8.º año “A” con 35 estudiantes a cargo, de los cuales 30 estuvieron presentes. En dicha observación de clase, se pudo apreciar la capacidad, habilidades y destrezas por parte de la docente para compartir su conocimiento con los discentes, a pesar de todas las limitaciones o dificultades propias de la virtualidad. Cabe señalar que los estudiantes no tenían conocimiento de la realización de esta técnica de recolección de datos para que no existiera condicionamiento alguno.

Por último, se procedió con la entrevista a la vicerrectora, al coordinador de área y a tres docentes de inglés de manera presencial, con el uso de todos los protocolos de bioseguridad. De esta manera, la entrevista, que contenía preguntas estructuradas, permitió tener un panorama claro acerca de la importancia de aplicar la música y el trabajo cooperativo en la clase de lengua inglesa. Además, se logró tener información importante acerca de los aspectos positivos y negativos de la nueva realidad que afrontan tanto docentes como estudiantes.

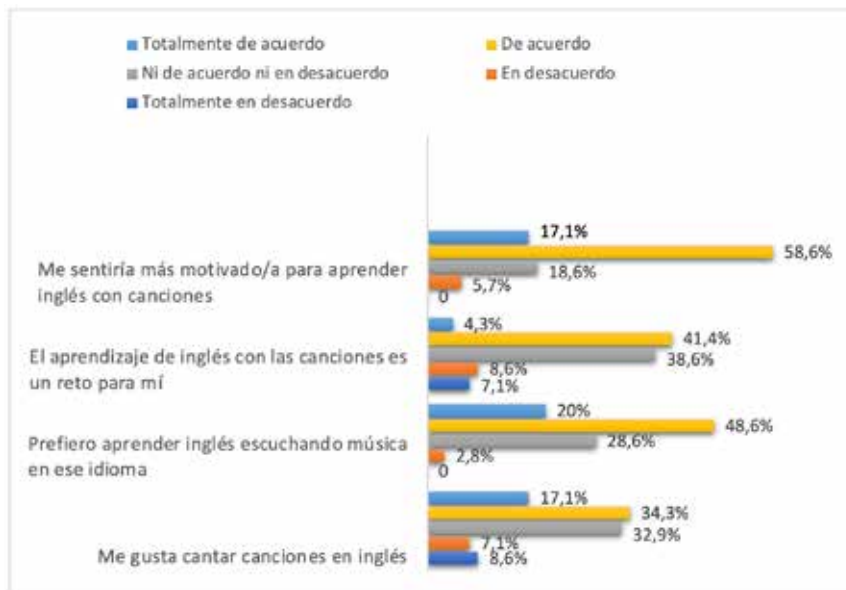
**Tabla 1:** Estudiantes encuestados

Unidad Educativa	Año	Paralelo	Nº Estudiantes
Otavalo Valle del Amanecer	Octavo	A	35
		B	35
Total			<b>70</b>

**Fuente:** Secretaría de la Unidad Educativa “Otavalo Valle del Amanecer”

## Resultados y Discusión

En función de las técnicas de recolección de datos aplicadas, se presentan los siguientes resultados:



**Figura 1.** Relación de actividades musicales y el aprendizaje del inglés

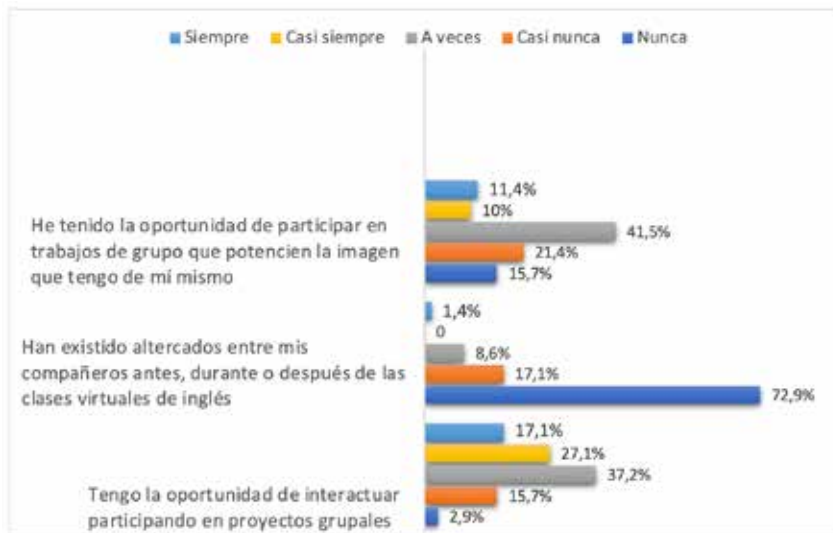
**Fuente.** César Andrade Dávila (2021)

Los resultados evidencian que el 34.3 % de los encuestados está de acuerdo con cantar canciones en inglés. El 17.1 % señaló estar totalmente de acuerdo. En contraste, menos del 10 % de los educandos aseveran estar en total desacuerdo. Es importante señalar que un porcentaje considerable de estudiantes se sienten complacidos al cantar en inglés, ya sea por su letra, melodía o ritmo. Así mismo, se puede observar que la mayoría de estudiantes manifiestan estar de acuerdo con aprender inglés por medio de la música, esto es, el 68.6 % del total. Por otra parte, cerca del 3 % de estudiantes dice estar en desacuerdo. Así pues, se aprecia que escuchar música en inglés podría generar una motivación extra al momento de aprender la lengua inglesa.

De acuerdo al gráfico, el 41.4 % afirmó estar de acuerdo con calificar las canciones en inglés como un reto de aprendizaje. Sin embargo, el 7.1 % de los encuestados señala estar totalmente en desacuerdo. Esta contraposición tiene varias aristas, por ejemplo, no comprender en absoluto lo que la canción manifiesta, poco interés por el aprendizaje de otro idioma o que simplemente la canción no resulta ser llamativa.

Por otra parte, aproximadamente el 60 % de los estudiantes indican que se sentirían más motivados por el aprendizaje del inglés mediante canciones. El 18.6 % del total es neutral, es decir, su posición es ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 5.7 % está

en desacuerdo con la pregunta planteada. En resumen, la música es el motivo de la acción de muchos discentes que, debido a las clases tradicionales y monótonas, han permanecido apartados, perdiendo el interés por aprender un idioma distinto.



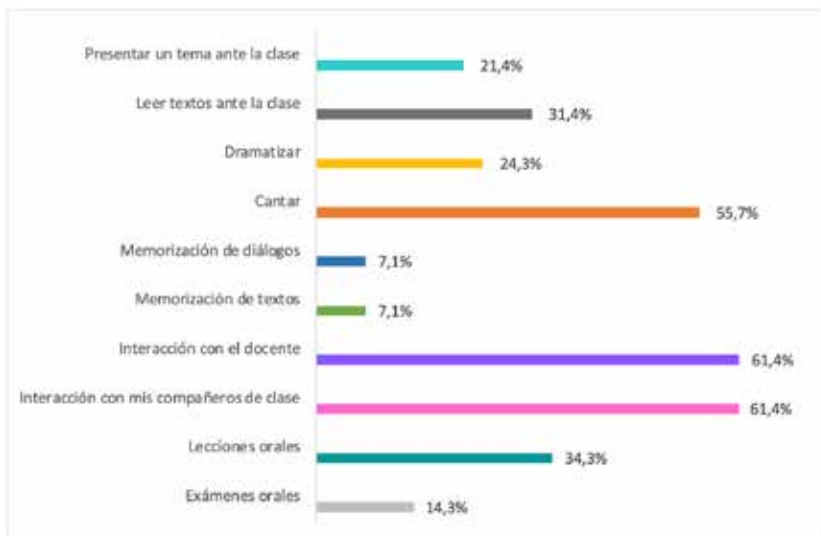
**Figura 2.** Relación de actividades de trabajo cooperativo y el aprendizaje del inglés

**Fuente.** César Andrade Dávila (2021)

El gráfico brinda información referente a si los estudiantes tienen la oportunidad de interactuar en clases virtuales a través de debates, proyectos o aprendizaje en grupo. De acuerdo con los resultados obtenidos, el 37.2 % afirma que a veces ha interactuado en el grupo del cual formó parte. El 27.1 % afirma que casi siempre ha tenido esa oportunidad. Sin embargo, existe un 18.6 % que asegura que nunca y casi nunca tuvo la oportunidad de interactuar en clases. De esta manera, la insuficiente interacción que se genera en clase de lengua inglesa se debe al excesivo número de estudiantes por aula y también al reducido tiempo que las instituciones educativas destinan para la enseñanza de dicho idioma.

Al mismo tiempo, el 72.9 % de los educandos asevera que nunca han existido discordias, en contraste con el 1.4 % de la totalidad, que señala que siempre las ha habido. En suma, las clases de inglés virtuales se caracterizan por tener un ambiente de cordialidad, necesario para la convivencia en armonía de estudiantes y docente.

Se aprecia, además, que el 41.5 % respondió haber tenido en pocas ocasiones la posibilidad de potenciar su imagen al ser parte de los grupos de trabajo. Por otro lado, quienes consideran que nunca y casi nunca se realiza lo anteriormente señalado suman aproximadamente el 38 %. En definitiva, la posibilidad de desarrollar actividades en grupo resultaría beneficioso para potenciar la imagen de cada estudiante, generar confianza y formar seres humanos más empáticos.



**Figura 3.** Actividades que generan un mayor desarrollo de la destreza comunicativa (expresión oral) en el idioma inglés

**Fuente.** César Andrade Dávila (2021)

El gráfico de barras expone las actividades que generan mayor desarrollo de la expresión oral en el idioma inglés. Según el 60 % de los estudiantes de 8.º año encuestados, existe una predilección por el canto como actividad para practicar la comunicación verbal. Así también, la interacción con el docente y la interacción con los compañeros de clase están dentro de sus actividades preferidas, con el 61.4 % del total general. Por otro lado, resulta inevitable señalar que actividades como la memorización de diálogos y textos están lejos de ser consideradas como sus favoritas durante las clases de inglés, por su carácter eminentemente tradicionalista, tedioso y carente de motivación.

En lo referente a las entrevistas, la vicerrectora señaló que el uso de la música y el trabajo cooperativo podría ser una estrategia conveniente y eficaz para ayudar al estudiantado a sentir mayor confianza y a perder el miedo a la hora de expresarse en público, mitigando estos factores emocionales que impiden un buen desenvolvimiento al expresarse en el idioma inglés. Asimismo, el coordinador del Área de Inglés expresó que la música y el trabajo cooperativo ayudan mucho a superar la inseguridad y que se deberían aplicar estas actividades en todos los cursos. Por su parte, los docentes entrevistados coincidieron en que es necesario aplicar estrategias metodológicas innovadoras para que los estudiantes adquieran un mejor desarrollo de la comunicación oral, dejando de lado la exposición repetida de contenidos irrelevantes y sin sentido.

Finalmente, a través de la observación de clase, se pudo apreciar que los estudiantes desarrollan una escasa interacción entre pares y son pocos quienes se atreven a hablar cuando la docente requiere la participación en clase. Asimismo, se prioriza la memorización y repetición de palabras propuestas por el texto del Ministerio de Educación, que, dicho

sea de paso, dista mucho de la realidad que viven la mayoría de estudiantes. Además, la retroalimentación por parte de la docente es frecuente y no se tiene en cuenta la utilización de canciones en inglés para desarrollar la destreza comunicativa.

## Discusión

Se evidenció que tanto el uso de la inteligencia musical como la interpersonal pueden ser consideradas como un recurso legítimo de aprendizaje en el desarrollo de la destreza comunicativa del idioma inglés. Así pues, los estudiantes encuestados manifestaron su preferencia por el aprendizaje de inglés por medio de canciones propuestas por los docentes, debido a su connotación diferente, divertida y motivacional, aspectos que han pasado a segundo plano por muchos años en el aula de clase. Al mismo tiempo, los estudiantes asimilan el uso de canciones en inglés como un reto para aprender el idioma y tener un acercamiento más real mediante su uso.

De la misma manera, es importante destacar que el aprendizaje cooperativo por medio de la inteligencia interpersonal, permite generar un ambiente de compromiso, solidaridad y empatía entre los aprendices, tal y como lo señalan en las respuestas obtenidas. Asimismo, los docentes tienen la valiosa oportunidad de generar grupos de estudio heterogéneos, donde los estudiantes sean participantes activos, generadores de su propio conocimiento y, sobre todo, sepan reconocer las potencialidades de los miembros del grupo, creando de esta manera refuerzos positivos. Por consiguiente, los educandos necesitan de actividades que generen interés, curiosidad, empatía y trabajo cooperativo para desarrollar de manera eficaz la competencia comunicativa o expresión oral en el idioma inglés.

Todas las inteligencias que se encuentran en mayor o menor grado en cada individuo son importantes a la hora de implementar un proceso de aprendizaje de una lengua extranjera con garantías de éxito, alejándonos de los parámetros memorísticos y gramaticales de los métodos de enseñanza tradicionales para pasar a situaciones de aprendizaje en las que prevalece la variable comunicativa y las destrezas orales a partir de la interacción con otros individuos. (Gabarrón, 2019, p. 22)

En definitiva, debido a la existencia de diferencias individuales entre estudiantes, es inevitable que los docentes empleen una amplia gama de estrategias en el aula para propiciar la curiosidad y el interés, principalmente en aquellos niños y niñas originarios de sectores marginados, en los que el índice de fracaso y abandono escolar aumenta cada año. La teoría de las inteligencias múltiples y, en particular, la musical e interpersonal, ofrecen la oportunidad de desarrollar estrategias innovadoras que contribuyan al aprendizaje del inglés y aporten significativamente a la comunidad educativa.

## Conclusiones

Al incorporar el uso de la música y el aprendizaje cooperativo en la clase de lengua inglesa, se torna trascendental confiar en sus beneficios y asumir un nuevo enfoque pedagógico, es decir, una estrategia disruptiva que permita cambiar la manera homogénea de enseñar, apartando lo tradicional y memorístico y evitando de esta manera el desinterés y aburrimiento en los estudiantes. Las actividades son importantes en este sentido, así como la imaginación del docente y una actitud abierta capaz de buscar nuevas posibilidades de enseñar a aprender.

La inclusión de la música en las clases de inglés mejora el ambiente de estudio, facilita la comunicación, proporciona mayor cohesión social y beneficia la inclusión en el aula. De esta forma, la inteligencia musical tiene cercana relación con el desarrollo emocional y personal de los estudiantes, lo que implica directa e indirectamente un trabajo alrededor de la autoestima. Igualmente, la música tiene la capacidad de crear un entorno agradable, disipado y creativo; esto hace posible que se incremente el interés por aprender las letras de las canciones en inglés, así como también el vocabulario.

El aprendizaje cooperativo, a través de la inteligencia interpersonal, es uno de los instrumentos más eficaces para atender a la diversidad dentro de las aulas. Representa un nuevo modelo de enseñanza en el que se destaca la ausencia de competición y el reparto equitativo de tareas y responsabilidades. La cooperación entre iguales se convierte en el cimiento del diálogo comunicativo, facilitando el desarrollo de actitudes más positivas hacia el trabajo escolar.

La palabra “aula” alude a una imagen en la que los discentes se encuentran sentados en filas con sus respectivos pupitres orientados hacia la parte delantera de la clase, donde el profesor se encuentra ubicado a su vez, en un escritorio, corrigiendo evaluaciones o tareas. Evidentemente, esta es una forma de organizar una clase, pero no la única ni la mejor. La aplicación de las inteligencias múltiples apunta a que la ecología del aula se someta a una reestructuración profunda para responder a las necesidades de los diferentes tipos de estudiantes.

## Referencias

- Acosta, A. (2019). Inteligencias múltiples y su aplicación en el aula de secundaria. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 26, 205-222.
- Alonso , A., Ayuso, M., Cotillas, M., Fernández , M., Gallardo, J., García , M., . . . Palacios , J. (2018). *Las inteligencias múltiples en el aula. Guía para docentes*. Madrid, España: El Desvelo.
- Armstrong, T. (2012). *Inteligencias múltiples en el aula*. Barcelona: Paidós.
- Carrillo, M. y López, A. (2014). La teoría de las inteligencias múltiples en la enseñanza de las lenguas. *Contextos Educativos*, 17, 89-89.
- Castelló, A. y Cano, M. (2011). Inteligencia interpersonal: conceptos clave. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14(3), 23-35.
- Delgado, H. (2019). Un estudio sobre las prácticas discursivas, escriturales y críticas en asignaturas relacionadas con las artes visuales para estudiantes de Diseño Gráfico. Barcelona, España.
- Escamilla, A. (2014). *Inteligencias múltiples: Claves y propuestas para su desarrollo en el aula*. Barcelona: Grao.



- Fonseca, M. y Toscano-Fuentes, C. (2012). La música como herramienta facilitadora del aprendizaje del inglés como lengua extranjera. *Teorías Educativas*, 24, 197-2013.
- Fontes, O., González, L. y Martínez, R. (2019). El aprendizaje cooperativo en la clase de inglés como lengua extranjera. *Transformación*, 15(1), 63-73.
- Gabarrón, Á. (2019). La enseñanza de lenguas extranjeras y la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner. *Magíster*, 31(2), 19-24.
- García, G. (2016). *La teoría de las inteligencias múltiples aplicadas a la enseñanza del inglés como lengua extranjera*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Gardner, H. (2011). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Ibáñez, C. (2010). La Teoría de las Inteligencias Múltiples: algunos énfasis críticos. *Revista Mexicana de Investigación en Psicología*, 2(2), 136-140.
- Leganés, E. y Pérez, S. (2012). Un análisis cualitativo sobre el uso de la música en los libros de texto de inglés en Primaria. *Tejuelo*(13), 102-122.
- Pérez, Á. (2012). *Educarse en la era digital*. Madrid: Morata.
- Prieto, M. y Ballester, P. (2003). *Las inteligencias múltiples. Diferentes formas de enseñar y aprender*. España: Pirámide.
- Sanabria, M. (2013). La teoría de las inteligencias múltiples desde la perspectiva del asesoramiento psicopedagógico en el contexto educativo. *Revista Espiga*(25), 33-50.
- Villamizar, G. y Donoso, R. (2013). Definiciones y teorías sobre inteligencia. Revisión histórica. *Psicogente*, 16(30), 407-423.

# Evaluación de la Influencia de los Métodos Didácticos de Enseñanza y de los Factores Ambientales en el Aprendizaje

Diego Iván Muñoz Naranjo , Shurguen Gustavo Pazos Galeas 

Muñoz Naranjo, Diego Iván  
Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador  
Autor para correspondencia: [dmunoz@uagraría.edu.ec](mailto:dmunoz@uagraría.edu.ec)

Pazos Galeas, Shurguen Gustavo  
Universidad de Guayaquil, Ecuador  
[gustavo.pazosg@ug.edu.ec](mailto:gustavo.pazosg@ug.edu.ec)

## Resumen

El aprendizaje es un proceso esencial para el desarrollo del ser humano. En este proceso, el involucramiento del educando en el cuestionamiento de lo enseñado y la interacción con el medio permiten el desarrollo del pensamiento crítico, creando el conocimiento. El propósito de este estudio es evaluar la influencia del constructivismo como metodología de enseñanza en un entorno donde los factores ambientales, como la contaminación del aire y el ruido, estaban en bajos niveles y la iluminación era adecuada para el desarrollo de las actividades educativas. La evaluación consistió en la realización de una encuesta de opción múltiple a los participantes del programa de extensión universitaria, de un promedio de edad de 30 años, con formación superior en curso o concluida, en la temática de huertos orgánicos ( $n=50$ ). Los participantes habían sido o estaban siendo educados bajo las metodologías de la escuela tradicional y constructivista en instituciones de educación superior. Se obtuvo que el 78.6 % de los participantes considera más efectiva la metodología constructivista frente a la de la escuela tradicional por la participación activa del estudiante, en este caso, en los proyectos de huertos orgánicos; un 85.7 % aseguró que la metodología sí incide en la motivación del estudiante para aprender. Respecto a los factores ambientales, se destacó el ruido como importante perturbador del proceso de aprendizaje, al que se le atribuyen efectos negativos en la salud como ansiedad, reducción de la atención e irritabilidad; además, la formación al aire libre también mejora la atención y contribuye al buen estado anímico del estudiantado, por lo que un 86.3 % indicó la idoneidad del entorno natural para el desarrollo de las actividades formativas.

**Palabras clave:** aprendizaje, constructivismo, factores ambientales, metodologías de enseñanza

## Introducción

El conocimiento que se adquiere y que no se sabe emplear o implementar resulta fútil. Los diferentes ámbitos, como el laboral, el educativo y el investigativo requieren de un conocimiento que pueda derivarse o crearse a partir del pensamiento crítico. Las metodologías evaluadas en este trabajo son la escuela tradicional y el constructivismo, con el fin de conocer sus beneficios y también las debilidades que las mismas contienen desde la perspectiva del estudiante que ha sido formado con ambas metodologías y que participa en un programa de extensión universitaria enfocado en los huertos orgánicos, en un espacio al aire libre. Aparte de esto, se busca identificar los factores ambientales principales que afectan el aprendizaje. Los aportes de este trabajo servirán para procurar las ventajas de unas y otras metodologías o replantearse los objetivos de la educación y confeccionar una metodología que responda a las demandas laborales, sociales y personales, así como a otros aspectos que se estimen relevantes.

La metodología constructivista es reconocida y aceptada como una herramienta efectiva en la educación superior, por ajustarse a las exigencias de la misma al crear un ambiente de análisis crítico con los trabajos autónomos, proyectos y estudios de casos (Velázquez et al., 2020).

Otro estudio sostiene que no existe una relación directa entre las metodologías de enseñanza que se empleen y el rendimiento académico (Urrejola-Contreras et al., 2019), por lo que también deben sumarse otros aspectos como los conocimientos previos, los espacios de estudio, la alimentación, las dificultades de aprendizaje y los problemas familiares, entre otros factores que influyen en el desempeño del estudiante.

Respecto a los factores ambientales, el ruido se considera el que, en la mayoría de los casos, afecta el aprendizaje, conduciendo a un aumento de la ansiedad, reducción de la atención e irritabilidad, según los encuestados y corroborado por Mohamed en 2021. También se reportan como consecuencias la inteligibilidad del lenguaje, la perturbación del sueño, la dificultad de ejecutar actividades y las enfermedades mentales (Azkorra et al., 2015). Ligadas a estas afectaciones, se encuentran las habilidades cognitivas que presentan dificultades para su desarrollo: el razonamiento, la resolución de problemas, la memoria, la percepción y la capacidad de asociación.

La amenaza del ruido a la formación afecta a varias ciudades y, aunque, ciertamente, hay otros aspectos que inciden en la efectividad de la misma, el ruido es uno sobre el que se tiene posibilidad de control, comenzando con la legislación de cada país y siguiendo por el acatamiento de la misma. Una de las formas de abordar el problema en las construcciones es el empleo de barreras vegetales que reducen la incidencia del ruido (Azkorra et al., 2015). Se sugiere que las barreras vegetales reducen la contaminación del aire, mas existen estudios que refutan dicha idea (Paull et al., 2020); por lo tanto, se requiere mayor investigación en la temática.

## Revisión teórica

### Metodologías de Enseñanza

En la actualidad, la didáctica representa un papel fundamental en el proceso de aprendizaje. Los métodos utilizados han experimentado ciertos cambios debido a múltiples factores que exigen a la planta docente estar más preparada, no solo desde el punto de vista del conocimiento, sino también en lo relativo al uso de otras herramientas, como los programas multimedia o el manejo de software, entre otros instrumentos que en estos días representan el medio óptimo para poder alcanzar el conocimiento de los temas tratados en los claustros docentes.

La construcción metodológica adecuada para crear el ambiente apropiado de aprendizaje exige a la planta docente tomar decisiones óptimas para motivar a los estudiantes a que se interesen en el tema de clase; esto, junto a las influencias familiares en hábitos de estudio, representa la base primordial que permitiría al alumno desenvolverse en el ámbito educativo exitosamente. Según Bronfenbrenner (2017), la familia y escuela no pueden trabajar de forma aislada, lo deben hacer de forma conjunta para que exista un desarrollo armónico en los ambientes sociales.

La escuela ha dejado de ser el único lugar donde puede darse el conocimiento y es por esto que debe adaptarse a las diferentes realidades. Para Fenstermacher (1989), la relación que existe entre enseñanza- aprendizaje es ontológica, es decir, que la una depende de la otra y que el proceso de aprendizaje no se da simplemente por casualidad; el maestro debe ser capaz de buscar aquellas estrategias que permitan que este proceso de aprendizaje se desarrolle armónicamente.

Los docentes deben preparar los entornos de aprendizaje adecuados para garantizar la comprensión del conocimiento de los estudiantes. Es por eso que la actitud del profesor debe ser positiva en lo que respecta a la capacidad de los alumnos y estos deben ser los que tomen el control de su propia educación y sean capaces de lograr los objetivos de aprendizaje básicos. Bain (2007) afirma que los mejores maestros conocen bien su materia, crean entornos para el aprendizaje crítico natural, muestran una gran confianza en sus estudiantes y tienen interés en su propia evaluación.

En los modelos educativos propuestos por diversos autores, se propone evitar la memorización con el objetivo de que los alumnos busquen el compromiso de la educación a través de la comprensión, dejando a un lado la memorización que, en algunos casos, no resulta efectiva para el proceso de aprendizaje. Los estudiantes deben ser preparados para poder tomar decisiones meditadas y tener actitud crítica y reflexiva, es decir, según Perkins (2017), en el aula debe existir una cultura de pensamiento.

En lo que respecta al constructivismo, que consiste en la construcción del conocimiento por la interacción del sujeto y el objeto (Peñalver, 1988), Piaget (1999) resalta el desarrollo cognitivo, el cual se potencia por el descubrimiento de nuevas ideas que se complementan y relacionan en esquemas, lo que va modelando estructuras de mayor complejidad a partir de la adaptación y la organización. Otros aportes significativos que se consideran fundamentales en la educación son los emitidos por Vygotsky, considerado el padre del constructivismo social (García, 2020), quien afirma que los aprendizajes se producen en un contexto histórico y cultural determinado. Este autor también distingue entre las funciones psíquicas clasificadas como inferiores, aquellas que desarrollan funciones elementales como la memoria y la atención, y las superiores, aquellas que caracterizan a los seres humanos, debido a que se alcanzan solo en el momento en que se interactúa con otros seres humanos, por ejemplo: la atención, la memoria, el

pensamiento abstracto, entre otras. Vygotsky (1978) afirma que el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) es la distancia que existe entre el nivel de desarrollo del niño y su nivel de desarrollo potencial, entre lo que es capaz de hacer por sí mismo y lo que es capaz de hacer con ayuda de un adulto o compañero.

El sistema educativo persigue también que los docentes fomenten un aprendizaje significativo, por descubrimiento y percepción. Ausubel, psicólogo estadounidense representante activo del constructivismo, afirma que el aprendizaje humano va más allá de un cambio de conducta y plantea que el aprendizaje del alumno se da por una estructura cognitiva previa, que son las ideas que una persona posee en un determinado campo. Según Ausubel et al. (1983), las técnicas cognitivistas de la experimentación y la participación activa ayudan al estudiante a organizar su pensamiento a través de un proceso motivador, autónomo y activo, donde se genera curiosidad a la hora de adquirir nuevos conocimientos y el alumno se hace responsable de su propio aprendizaje.

Bruner (1980) afirma que existen tres sistemas básicos de representación presentes en la cognición humana: la representación inactiva o de esquemas motores; la representación icónica, mediante imágenes de objetos o eventos, y la representación simbólica, usando sistemas formales como el lenguaje.

El andamiaje constituye un medio en el que el docente prepara el ambiente para que el alumno sea capaz de tener el control de la situación poco a poco, hasta que alcance el nivel necesario para que pueda realizar la tarea por sí mismo; se ayuda así al estudiante a que sea capaz de generar su propio conocimiento.

El andamiaje facilita el reconocimiento de necesidades, clarifica los objetivos de las actividades, despeja las dudas, aporta claves y herramientas para la ejecución de la tarea y orienta el desarrollo de habilidades cognitivas, metacognitivas y estratégicas que hacen posible el logro de aprendizajes más efectivos. (Delmastro, 2010, párr.18)

Respecto a la escuela tradicional, esta surge como modelo en el cual el docente es el único guía de conocimiento y es el medio que permite la transmisión adecuada del aprendizaje; este modelo se caracteriza por basarse en una teoría verbalista, es decir, se transmite un conocimiento enciclopédico y se realiza la reproducción simple de contenidos.

Uno de los aportes más representativos que parten de la escuela es el realizado por Juan Amos Comenio con la *Didáctica Magna* de 1630, quien con su estilo pansófico, decía que se debía enseñar todo a todos y que se debían enseñar las bases del saber para que los estudiantes pudiesen comprender de manera activa el mundo; además, planteaba que la educación debe ser graduada e ir de lo más general a lo más específico y estableció que la educación se catalogaba por grados de acuerdo al nivel del saber.

La escuela nueva se basaba en principios como el respeto de la individualidad, la concepción de la disciplina y la cooperación, la instrucción común de ambos sexos y la implementación de la educación a través de las artes, la cual contribuye a la motivación del estudiantado por incluir actividades relacionadas con las mismas.

Dentro de los enfoques en los que se sustentará la investigación propuesta, está la

preocupación por el medio en el que se desarrolla el niño y cómo influye este en el proceso de aprendizaje; lo que se propone es salir de los claustros docentes y llevar el aula hacia la comunidad, a la población que no está matriculada en la educación formal universitaria. Algunos de los autores que forman parte de esta tendencia sugieren que el estudio en la naturaleza es vital para la comprensión de ciertos conceptos básicos que ayudarían al aprendizaje significativo, por ello, se propuso la idea de una educación en contacto con la naturaleza y centrada en el alumno (Rousseau, 1999).

## **Principios Básicos que Es Necesario Fomentar en el Aula de Clase**

En el estudio propuesto no se pretende dejar a un lado el entorno sino tratar de que este sea parte del proceso de enseñanza; se busca que todos los beneficiarios se adapten al entorno donde se va a construir ese conocimiento y que este sea individualizado y adaptado por niveles, es decir, se busca brindar los medios necesarios para que exista el conocimiento. El modelo Montessori concibe al niño como un sujeto que se construye a sí mismo en el medio que le rodea, introduciendo los ejercicios de la vida práctica según el contexto.

Cuando se realizan procesos de formación profesional, se parte de conceptos de comprensión, la cual se concibe como la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. Para Blythe (1999), “desarrollar la comprensión significa hacer cosas usando conocimientos previos para resolver nuevos problemas en situaciones inéditas”.

La práctica como dispositivo tiene gran relevancia en la formación de los estudiantes; crear los ambientes de aprendizaje representa el lugar ideal para fomentar las líneas de aprendizaje. Para Santrock (2004), la práctica brinda la oportunidad de desarrollar habilidades y destrezas mediante estímulos que fortalezcan o incrementen la probabilidad de seguir ejecutando acciones favorables dentro de su desempeño.

Para Muñoz et al. (2016), la característica principal de toda práctica reflexiva es que los docentes no sean considerados como un grupo de sujetos que actúan de una manera independiente y aislada, sino más bien que sean concebidos como individuos que, constantemente, construyen y reconstruyen los significados a partir de la reflexión de sus colegas. Es vital que los docentes, quienes están inmersos en las actividades de enseñanza, adquieran ese compromiso.

Para el proyecto de estudio, el ambiente y la naturaleza han jugado un papel primordial. Muchos de los autores conciben estos principios como vitales dentro de los procesos de aprendizaje, por lo que se espera sea un momento de reflexión para autoridades, docentes y estudiantes, pues juntos, al comprometernos por una buena educación, podemos marcar la diferencia, dejando a un lado actividades repetitivas que lo único que logran es desmotivar al estudiante.

## **Incidencia de Factores Ambientales en el Aprendizaje**

La exposición al ruido ambiental tiene una relación estrecha con el estado de salud y el rendimiento en el proceso de aprendizaje. La Organización Mundial de la Salud ha declarado que, anualmente, existe una pérdida estimada de 1 a 1.6 millones de años de vida sana debido al ruido ambiental (OMS, 2011). Respecto al aprendizaje, las

habilidades cognitivas se van perdiendo en un ambiente ruidoso (Kuh et al., 2004), considerando como ruidoso las estipulaciones reglamentarias en cada país.

La presencia de ruido en los períodos de aprendizaje durante la niñez lleva a un bajo rendimiento académico, debido al débil desarrollo de habilidades cognitivas como la comprensión lectora y la atención (Evans y Lepore, 1993; Stansfeld y Clark, 2015).

El efecto en la salud de tales entornos se evidencia en la ansiedad, el cansancio corporal, la fatiga vocal y la alta tasa de errores, según lo documentan Sánchez et al. (2020). Además, la productividad y el ruido se relacionan inversamente, por lo que, a menor ruido, el rendimiento de la persona será mayor. Ciertamente, se aclara que los efectos en la cognición no se dan por cortos períodos, sino por la prolongada exposición al ruido, según los estudios experimentales (Clark y Paunovic, 2018) aircraft, and train and railway noise.

Es destacable mencionar que la contaminación del aire incide en la función cognitiva a lo largo de la vida (Clifford et al., 2016), la cual se ve afectada cuando se expone al niño durante su etapa prenatal (Sentís et al., 2017). Otro factor importante es la luz natural, que, según Monteoliva et al. (2017), mejora la atención e incide en el comportamiento y el estado de ánimo. En el caso de reemplazar la luz natural por la artificial en los centros educativos, se deben seguir criterios técnicos necesarios para asegurar una iluminación suficiente, debido a que las instalaciones que no cuentan con buena iluminación causan una disminución en el desempeño de los estudiantes (Samani, 2012).

Un aula adecuada en lo que respecta a iluminación, según Pulay (2010), “incluye control de deslumbramiento, el balance del brillo, altas tasas de reflectancia y acento en la pared focal”, pues los estudiantes deben contar con la iluminación apropiada aunque la dirección de su mirada cambie.

## **Métodos**

El estudio se basó en la realización de encuestas de opción múltiple a 50 personas, participantes de un programa de extensión universitaria con la temática teórico-práctica de huertos orgánicos, con un rango de edad de 18 a 42 años, sin conocimientos previos en la temática. La formación consistió en clases teóricas y prácticas cinco días a la semana, donde tres eran enteramente prácticos, con una carga de 80 horas divididas en 4 horas diarias.

El contenido de las capacitaciones abarcaba, entre otros, los siguientes temas: tipos de suelo por textura, tipos de suelo por su ubicación geográfica, variables como la capacidad de campo, nutrientes, preparación de compost, tipos de huerto, técnica del huerto de metro cuadrado, drenaje, riego, coberturas, semillas, control biológico de plagas y mulch.

Con el fin de estimar la efectividad del método de enseñanza constructivista del programa de huertos orgánicos en un entorno natural y, además, evaluar la incidencia de los factores ambientales en el aprendizaje según la percepción de los participantes, se llevó a cabo en un entorno natural dentro de una ciudad en Ecuador.

Se tomaron en consideración criterios de selección de los participantes como el sexo,

el estrato socioeconómico, el nivel de educación y, principalmente, el haberse formado bajo las metodologías de escuela tradicional y constructivista, asegurando que hubiesen experimentado ambas metodologías de enseñanza.

De los 50 encuestados, 30 se autodenominaron del sexo masculino y 20 del sexo femenino, el rango de estrato socioeconómico correspondía a clase media y el nivel de educación correspondía a pregrado superior universitario, en curso y graduado. Los participantes cursaban clases en instituciones de educación superior, en modalidades de cursos regulares de pregrado o cursos de educación continua.

La encuesta exploraba la percepción del constructivismo como metodología clave empleada en el programa, además de la experiencia de aprendizaje en un entorno natural, con buena iluminación, humedad, temperatura agradable y baja generación de ruido, en comparación con los entornos que habían acogido a los estudiantes durante su formación superior, no solo las aulas universitarias, sino también aquellos donde se imparten cursos de educación continua.

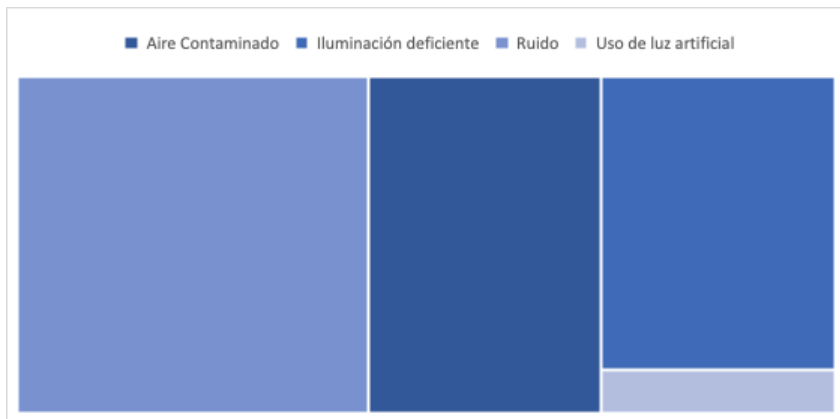
El análisis estadístico aplicado es de tipo descriptivo, por lo que se analizó la tendencia de los datos por medio de la frecuencia relativa, moda, media y mediana.

## **Resultados y Discusión**

Las condiciones del entorno donde se estudia son determinantes para el desarrollo adecuado del proceso de aprendizaje en un 100 %, según la percepción de los encuestados. De ellos, el 50 % aseguró que las condiciones de su sitio de estudio no eran apropiadas, considerando los espacios físicos donde recibían o recibieron su formación académica o donde tomaron cursos de educación continua; se destacó lo inapropiado que resultaba su hogar por los distractores constantes durante la pandemia y que el regreso a las aulas supuso su atenuación, pero aún allí prevalecía la presencia del ruido. Entre los factores entorpecedores del aprendizaje, se destacó el ruido, seguido por el aire contaminado y la mala iluminación (Figura 1). Entre los efectos del ruido en el bienestar físico y mental, se considera que la ansiedad, la reducción de la atención y la irritabilidad son los principales (Figura 2).

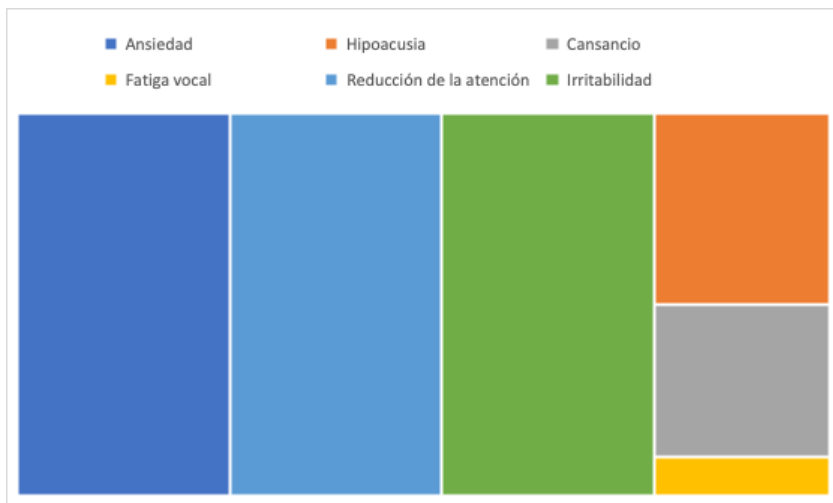
El entorno natural en el que se llevó a cabo el programa resultó incómodo para el 13.6 % de los encuestados por la presencia de insectos y por el recorrido ocasional de senderos.





**Figura 1.** Grado de incidencia de los factores ambientales en el aprendizaje

**Fuente.** Elaboración propia



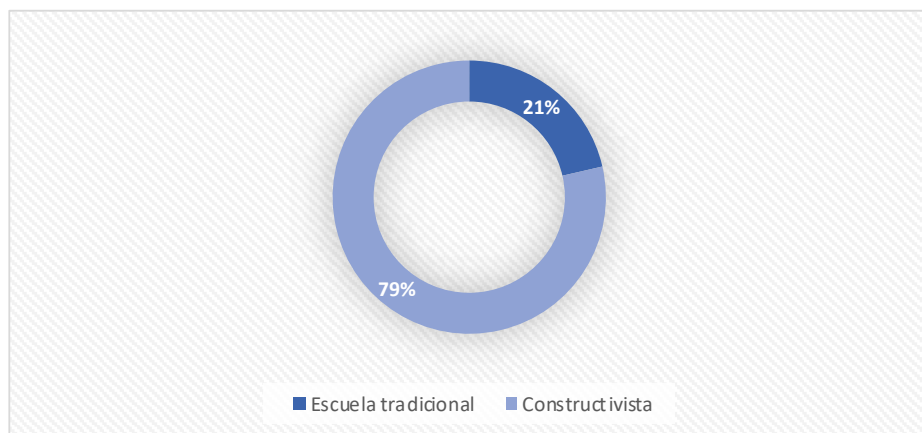
**Figura 2.** Efectos negativos del ruido que inciden en el aprendizaje

**Fuente.** Elaboración propia

Debido a las interrupciones en el proceso de aprendizaje por los factores ambientales mencionados, habilidades cognitivas como el razonamiento, la atención y la resolución de problemas se ven afectadas. Por ello, el 86.3 % de los encuestados aseguró que el

sitio escogido para la formación permitía concentrarse mejor y permanecer relajado. Es importante considerar que la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias naturales ha sido baja en los casos en los que el estudiantado no se familiariza con lo que está aprendiendo (Santos, 2019).

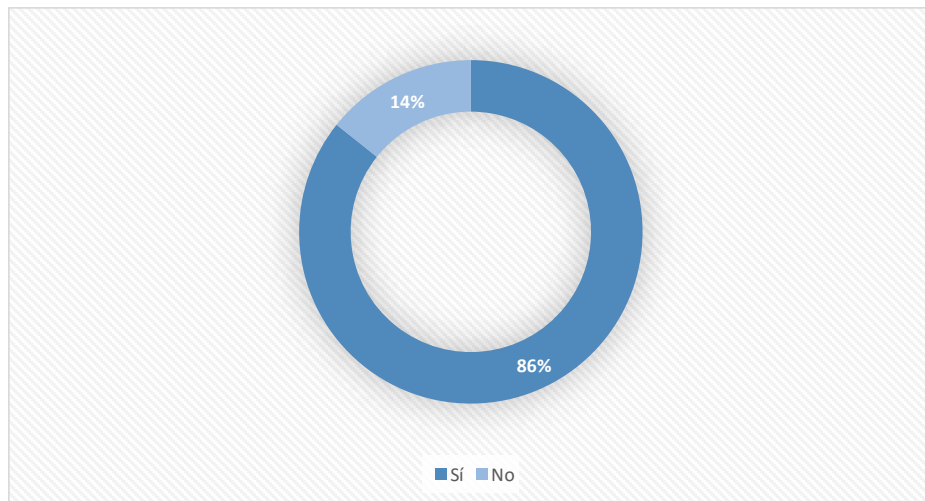
La metodología constructivista recibió el reconocimiento de ser efectiva y relevante (Figura 3); fue apoyada por un 78.6 %, debido a que motiva al estudiante a buscar el conocimiento por sí mismo, incentiva el desarrollo del pensamiento crítico (Pinillos y Terán, 2021), la asertividad y la participación en el aula, estimula la curiosidad y el constante aprendizaje y, además, representa una ventaja sobre la escuela tradicional, como indica Santos (2019). Se recalca que, aunque la metodología constructivista se ensalza por sus ventajas notables, esta no desplaza completamente a la escuela tradicional, ya que un 21.4 % de los encuestados considera que la aplicación de la metodología de la escuela tradicional es un aporte significativo a la formación, por la función del docente como agente mediador y motivador del aprendizaje (Muñoz, 2020).



**Figura 3.** Metodología considerada más efectiva

**Fuente.** Elaboración propia

También se muestra la influencia de la metodología en la motivación del estudiantado para involucrarse en el proceso de aprendizaje (Figura 4). El 85.7 % de los participantes indicó que la metodología influenciaba el aprendizaje al incrementar o generar el deseo de buscar respuestas, incentivando así una constante formación.



**Figura 4.** Percepción de los encuestados: ¿Influye la metodología en la motivación del estudiante?

**Fuente.** Elaboración propia

Debido a que el proceso de aprendizaje, además de condiciones adecuadas del entorno, también requiere de habilidades cognitivas, se consultó sobre la relevancia de las mismas, resultando que el 85 % de los encuestados considera el razonamiento como la más importante, seguida por la atención y la resolución de problemas.

La información expuesta sirve de guía para la dirección de las mejoras metodológicas de enseñanza, aunque es de considerar la limitación del estudio respecto a la edad de los participantes, además de que no se hizo distinción de la percepción por sexos. La preferencia por parte del estudiante para involucrarse en la formación de ideas y en el cuestionamiento y por enfocarse en el sentido práctico de la adquisición del conocimiento revelan la identificación de las necesidades del presente, en el que un conocimiento que pueda usarse prontamente y que, además, desarrolle el criterio que permita juzgar la información y analizarla, como demanda el mercado laboral, es una metodología necesaria.

## Conclusiones

La participación estudiantil es un elemento esencial en el proceso de aprendizaje que se contempla en la metodología constructivista, que está ganando relevancia por la corroboración de sus ventajas frente a otras metodologías, como la escuela tradicional, al facilitar la adquisición y retención de la información y, además, el desarrollo del pensamiento crítico.

El entorno, donde los factores ambientales afectan directamente, representa una variable clave para el desempeño estudiantil en el proceso de aprendizaje, por lo que es necesario

abordar estos factores desde varios frentes; uno de ellos es la metodología empleada en el aula para volver más dinámica una clase, incluyendo actividades prácticas para que no solo los conceptos se transmitan, sino que se deduzcan. Otra forma es a través de la adecuación de espacios destinados a la formación. Las instalaciones donde se imparten las clases deben contar con un diseño que permita sentirse cómodo, donde la temperatura pueda regularse, existan áreas verdes, la circulación de aire sea apropiada para evitar el estancamiento y donde la iluminación sea provista, al menos en parte, por el sol, o bien por sustitutos artificiales que alcancen el valor de las normas de cada país para estos espacios. Es claro que en el estudio realizado, el entorno natural — en el que la iluminación es suficiente, el ruido es casi nulo y la temperatura resulta agradable— incide en el ánimo y, con ello, en la disposición del estudiantado para involucrarse activamente en su propio proceso de aprendizaje, debido a la comodidad para el desarrollo de las actividades.

El ruido es uno de los factores ambientales menos controlados y que interfiere en las actividades propias del proceso de aprendizaje, perturbando la atención, provocando irritabilidad, comprometiendo la calidad del aprendizaje, obligando a los estudiantes a repetir contenidos y retrasando su progreso. Por ello, las áreas que se dispongan para el estudio, como los centros educativos y hogares, deben procurar su mitigación.

## Referencias

- Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2a. ed.). Trillas.
- Azkorra, Z., Pérez, G., Coma, J., Cabeza, L. F., Bures, S., Álvaro, J. E., Erkoreka, A., & Urrestarazu, M. (2015). Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics*, 89, 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.09.010>
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*.
- Blythe, T. (1999). *La enseñanza para la comprensión: Guía para el docente* (Paidós).
- Bruner, J. S. (1980). History of Psychology in autobiography. En *A history of psychology in autobiography Vol. VII* (pp. 75-151). W H Freeman & Co. <https://doi.org/10.1037/11346-003>
- Clark, C. y Paunovic, K. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cognition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2), 285. <https://doi.org/10.3390/ijerph15020285>
- Clifford, A., Lang, L., Chen, R., Anstey, K. J. y Seaton, A. (2016). Exposure to air pollution and cognitive functioning across the life course—A systematic literature review. *Environmental Research*, 147, 383-398. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.01.018>

- Delmastro, A. (2010). *El andamiaje metacognitivo en contextos de aprendizaje de una lengua extranjera*. 22. [https://doi.org/10.5209/rev\\_DIDA.2010.v22.19588](https://doi.org/10.5209/rev_DIDA.2010.v22.19588)
- Evans, G. W. y Lepore, S. J. (1993). Nonauditory Effects of Noise on Children: A Critical Review. *Children's Environments*, 10(1), 31-51.
- Fenstermacher, G. (1989). *Tres Aspectos de La Filosofía de La Investigación Sobre La Enseñanza—| PDF | Aprendizaje | Science*. Scribd. <https://es.scribd.com/doc/168920589/Articulo-Tres-aspectos-de-la-filosofia-de-la-investigacion-sobre-la-ensenanza-Fenstermacher-Gary>
- García, J. G. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v32i1.2033>
- Kuh, D., Ben Sholmo, Y. y Susser, E. (2004). *A Life Course Approach to Chronic Disease Epidemiology*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198578154.001.0001>
- Monteoliva, J. M., Ison, M., Santillan, J. y Pattini, A. (2017, agosto 31). *La luz natural en los espacios de aprendizaje y sus efectos en el desempeño del control atencional de los niños*.
- Muñoz, J. A., Villagra, C. P. y Sepúlveda, S. E. (2016). Proceso de reflexión docente para mejorar las prácticas de evaluación de aprendizaje en el contexto de la educación para jóvenes y adultos (EPJA). *Folios*, 44, 77-91.
- Muñoz, O. E. B. (2020). El constructivismo: Modelo pedagógico para la enseñanza de las matemáticas. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 24(3), Art. 3. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1413>
- OMS. (2011). *Conjunto de herramientas para dispositivos y sistemas de escucha segura*.
- Paull, N., Krix, D., Torpy, F. y Irga, P. (2020). Can Green Walls Reduce Outdoor Ambient Particulate Matter, Noise Pollution and Temperature? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), Art. 14. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145084>
- Peñalver, C. (1988). *El pensamiento sistémico: Del constructivismo a la complejidad | Investigación en la Escuela*. <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/9270>
- Perkins, D. (2017). *¿CÓMO HACER VISIBLE EL PENSAMIENTO?*
- Piaget. (1999). *La psicología de la inteligencia*.
- Pinillos, H. y Terán, F. F. S. C. (2021). Metodologías constructivistas en educación superior: Impulsoras del pensamiento divergente / Constructivist methodologies in higher education: divergent thinking drivers. *Revista de Educación*, 23, Art. 23.
- Pulay, A. S. (2010). *Awareness of Daylighting on Student Learning in an Educational Facility*. 62.

- Rousseau, J. (1999). *El Contrato Social o Principios de Derecho Político*.
- Samani, S. (2012). The Impact of Indoor Lighting on Students' Learning Performance in Learning Environments: A knowledge internalization perspective. *International Journal of Business and Social Science*, 3.
- Sánchez, T., Sánchez, L. y Santos. (2020). CONTAMINACIÓN SONORA Y PERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE. *Scientia*, 22(22), Art. 22. <https://doi.org/10.31381/scientia.v22i22.3584>
- Santos Ellakuria, I. (2019). Fundamentos para el aprendizaje significativo de la biodiversidad basados en el constructivismo y las metodologías activas. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 8(2), 90-101. <https://doi.org/10.21071/ripadoc.v8i2.12170>
- Santrock, J. (2004). *Adolescencia Psicología del desarrollo*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
- Sentís, A., Sunyer, J., Dalmau-Bueno, A., Andiarana, A., Ballester, F., Cirach, M., Estarlich, M., Fernández-Somoano, A., Ibarluzea, J., Íñiguez, C., Lertxundi, A., Tardón, A., Nieuwenhuijsen, M., Vrijheid, M., Guxens, M. y INMA Project. (2017). Prenatal and postnatal exposure to NO<sub>2</sub> and child attentional function at 4-5years of age. *Environment International*, 106, 170-177. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.05.021>
- Stansfeld, S. y Clark, C. (2015). Health Effects of Noise Exposure in Children. *Current Environmental Health Reports*, 2(2), 171-178. <https://doi.org/10.1007/s40572-015-0044-1>
- Urrejola-Contreras, G. P., Vásquez-Leiva, A., Tiscornia-González, C., Lisperguer-Soto, S., Calvo-Herrera, S., Urrejola-Contreras, G. P., Vásquez-Leiva, A., Tiscornia-González, C., Lisperguer-Soto, S. y Calvo-Herrera, S. (2019). Estudio de la percepción sobre metodologías de enseñanza, experiencia académica previa y su relación con el rendimiento. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 22(2), 73-78. <https://doi.org/10.33588/fem.222.985>
- Velazquez, R. V., Piguave, C. C., Valdés, I. E. y Zúñiga, K. M. (2020). Metodologías de enseñanza-aprendizaje constructivista aplicadas a la educación superior. *Revista Científica Sinapsis*, 3(18), Art. 18. <https://doi.org/10.37117/s.v3i18.399>
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Harvard University Press.

# Estrategias Pedagógicas Mediadas con el Uso de las TIC para Promover el Emprendimiento en Tiempos de Pandemia

Javier Mauricio Villota Paz , Ángela Sofía Parra Paz 

Villota-Paz, Javier-Mauricio

Universidad Mariana

Autor para correspondencia: javiervillota@umariana.edu.co

Parra Paz, Ángela Sofía

Universidad Mariana, Colombia.

asparra@umariana.edu.co

## Resumen

En este trabajo se presenta la metodología y los resultados de dos estrategias pedagógicas de fomento al emprendimiento desarrolladas en la Universidad Mariana, en las que se usó como principal aliada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para afrontar las limitaciones generadas por la pandemia. Por un lado, se presenta una estrategia de apropiación del conocimiento denominada INNOVASUR, en la que los estudiantes exponen, a la comunidad en general, sus ideas de negocio; y la segunda, una plataforma de acompañamiento virtual interactivo a procesos de ideación para el emprendimiento. Las dos estrategias resultaron ser bastante positivas para los estudiantes, emprendedores, docentes y la comunidad en general, lo que demuestra que, frente a los retos de la pandemia, el uso de las TIC es primordial para promover la cultura emprendedora en la región.

**Palabras clave:** emprendimiento, estrategias pedagógicas, innovación, plataforma interactiva, TIC

## Introducción y revisión teórica

Uno de los objetivos de la apropiación social del conocimiento es fomentar el relacionamiento de la sociedad civil con los diversos grupos sociales que generan conocimiento. En estos procesos, se evidencian herramientas para definir problemas y metodologías, plantear y probar soluciones y, con ello, tomar decisiones que permitan empoderar a las comunidades (Minciencias, 2021). En este sentido, la Universidad Mariana pretende hacer socialmente útiles sus valores y saberes mediante una acción investigativa y pedagógica de doble vía, donde sociedad y universidad se enriquezcan mutuamente (UAPS, 2016). Por estas razones, desde la Facultad de Ingeniería se han venido desarrollando estrategias pedagógicas que evidencien procesos de intercambio y transferencia del conocimiento y que promuevan la cultura emprendedora. Entre

ellas está el proyecto denominado INNOVASUR, cuyo objetivo es fomentar el trabajo interdisciplinar de los estudiantes mediante el diseño y creación de productos innovadores con potencial comercial y que resuelvan una problemática en el entorno. Esta estrategia se viene implementando desde el año 2017; sin embargo, la época de pandemia obligó a incursionar en metodologías virtuales que permitieran dicho intercambio de conocimiento.

Adicionalmente, y dadas estas circunstancias, la Red Regional de Emprendimiento de Nariño (RREN) permitió el desarrollo de un convenio con el objetivo de aunar esfuerzos administrativos, económicos, técnicos y humanos entre el Proyecto de Desarrollo Territorial en el Departamento de Nariño en Condiciones de Paz PDT Nariño a través de la ADC y la Universidad Mariana. En el marco de este convenio, que tiene como objetivo desarrollar competencias emprendedoras y para el empleo en la región, se desarrolló el proyecto denominado “Plataforma de acompañamiento virtual interactivo a procesos de ideación para el emprendimiento en tres nodos de Nariño”, cuyo resultado final es una plataforma denominada PLANETA EMPRENDE, financiada con recursos del Fondo de Paz de la Unión Europea y la Agencia Española de Cooperación al Desarrollo (AECID). El impacto de estas dos estrategias fue bastante positivo tanto para la comunidad estudiantil como para los diferentes actores involucrados en el emprendimiento y la innovación en el departamento.

## Métodos

### INNOVASUR Primera, Segunda, y Tercera Muestra Virtual

En el primer semestre del año 2020, debido a las restricciones resultantes de la pandemia generada por el COVID-19, fue necesario adaptar el modelo de feria de emprendimiento a la virtualidad, asumiendo así un reto en un entorno nuevo para los organizadores y los estudiantes. Asimismo, ya que no se contó con un presupuesto planificado para la adaptación de la feria al entorno mediado por la tecnología, el equipo de organizadores decidió utilizar plataformas gratuitas para la continuación de dicho evento, en concreto, la plataforma Prezi, empleada para la realización de presentaciones dinámicas.

En la presentación de proyectos de la feria INNOVASUR, se organizan, desde las materias respectivas, las temáticas en torno a la generación de ideas creativas. Para dicho fin, se ha venido implementando la herramienta *design thinking*, con la finalidad de proporcionar soluciones a problemáticas del contexto relacionadas con la seguridad alimentaria, la recuperación económica post-pandemia para empresas y el medioambiente. Otra de las herramientas empleadas para el desarrollo de esta feria es *lean canvas*, la cual permite articular la idea a un modelo de negocio, con el fin de explorar la pertinencia de la misma en torno al factor social, económico y ambiental, así como sobresaltar la propuesta única de valor. Por último, cada uno de los grupos desarrolla los cinco componentes de un plan de negocio, con el fin de analizar su proyecto desde el enfoque de mercado, el componente técnico, el administrativo, el financiero y, finalmente, con la evaluación de impactos.

Para el desarrollo de esta feria resultó necesario instruir a los estudiantes en el manejo



de la plataforma a través de charlas sobre el manejo del software. Adicionalmente, el entorno de la feria debió mudarse a productos, procesos y diseños asistidos por computadores, empleando así: herramientas de vídeo, como Wondershare Filmora, Canva y PowToon, en sus distintas versiones gratuitas; software de modelación, como AutoCAD y SketchUp, entre otras, y otras herramientas más básicas para la creación de póster, banner y publicidad, como Canva, Power Point, Paint y Corel.

Uno de los retos para esta versión fue la evaluación y las preguntas que se podían generar por parte de los asistentes y jurados a los expositores; por ello, resultó necesario buscar mecanismos para generar canales de comunicación efectivos y accesibles tanto para los estudiantes (internos) como para el público en general (externos). Para solucionar dicha necesidad, se empleó la plataforma Google Meet, la cual había ganado relevancia debido a la pandemia y su manejo era familiar para los estudiantes y docentes.

Para la segunda versión de la feria INNOVASUR, se realizó la suscripción por un año a la plataforma Prezi, con una inversión de aproximadamente 39 dólares, con el fin de mejorar la capacidad de respuesta de la plataforma e incluir los servicios de transmisión en vivo, los datos estadísticos del evento, el entorno de animación y la adaptación hacia los distintos métodos de visualización de la feria. Asimismo, para lograr mejorar la experiencia, se invitó a egresados que, en versiones pasadas, presentaron muy buenos proyectos y a otros egresados que cuentan con distintos emprendimientos. Por último, en esta versión, se preparó un conversatorio en vivo, a través de la plataforma Youtube, sobre el emprendimiento en el campo de la ingeniería; estuvo liderado por los organizadores y contó con la participación de empresarios y gestores de proyectos de la institución SENA con el programa Fondo Emprender, una entidad gubernamental dedicada a brindar capital semilla para proyectos de emprendimiento con montos que superan los 26 000 dólares.

Para la tercera versión, se empleó una plataforma más simplificada con la intención de destacar más los proyectos presentados, a fin de generar un espacio mucho más dinámico de interacción con los asistentes. Para esta versión, se preparó una transmisión en vivo empleando el canal institucional de Youtube, donde los estudiantes debían presentar sus proyectos a la comunidad académica y al público en general.

## **Planeta Emprende**

Para el desarrollo de la plataforma interactiva de acompañamiento virtual a los procesos de motivación e ideación para el emprendimiento, se tuvieron en cuenta tres fases:

Fase 1: Diseño de contenidos de la plataforma. Consistió en la estructuración de la ruta metodológica para el emprendedor, la cual se basó en la ruta metodológica propuesta por la Red Regional de Emprendimiento de Nariño (RREN) [3], de la cual se tomaron 3 componentes para definir el alcance de la plataforma:

Componente 1. Decisión de emprender. El emprendedor puede identificar las habilidades a través de un autodiagnóstico, el cual fue adaptado de DIRENA (2017) e INNPULSA (2019). Además, se dan tips y documentación para mantener y mejorar las actitudes emprendedoras.

Componente 2. Gestión de ideas. El emprendedor puede identificar un problema o necesidad latente en el mercado y, a través de *brainstorming*, generar ideas.

Componente 3. Prototipado. El emprendedor puede describir su propuesta de solución y justificar su viabilidad. A través de metodologías apropiadas —diseño de productos (Ulrich, 2013) y *lean startup* (Llamas y Fernández, 2018)— el emprendedor aprende a lanzar su prototipo al mercado. Se proporcionan al emprendedor una serie de tutoriales, dependiendo del tipo de producto o servicio.

Fase 2: Diseño, desarrollo e implementación de la plataforma. En primera instancia, se realizó una elección de requerimientos de la plataforma interactiva, de acuerdo a lo planteado en la Fase 1. Teniendo como base la elección de requerimientos, se decidió crear una plataforma web amigable para el usuario, desarrollada en *framework* de php (MVC) y soporte de datos con MySQL. Estas tecnologías fueron seleccionadas por agilidad, escalabilidad, mantenibilidad y manejo de datos. Al mismo tiempo, se realizó el diseño de imagen y de la marca de la plataforma. Posteriormente, se condujeron pruebas de validación de plataforma y, finalmente, el despliegue de la misma, usando una configuración del servidor en la nube con distribución Ubuntu 18.4 y servidor de aplicaciones.

Fase 3: Apropiación social del conocimiento. Se realizaron capacitaciones para el uso de la plataforma interactiva dirigidas a gestores de emprendimiento de la RREN y emprendedores ubicados en 3 nodos de Nariño: Pasto, Ipiales y Tumaco.

## Resultados y Discusión

### INNOVASUR. Primera, Segunda y Tercera Muestra Virtual

La primera feria virtual INNOVASUR se desarrolló el día 29 de mayo de 2020, con una duración de 4 horas, desde las 8:00 de la mañana hasta las 12:00 del mediodía. En esta muestra participaron 10 grupos de las materias de Desarrollo de la capacidad empresarial y Diseño de productos para un total de 39 estudiantes. Asimismo, asistieron 525 participantes de distintas universidades del país, así como invitados especiales de Perú, México y Estados Unidos, quienes lograron establecer conversaciones con los organizadores y con los estudiantes que hacían parte de los grupos expositores. Por otro lado, los estudiantes contaron con varios asistentes que realizaban comentarios constructivos en torno a la idea de negocio o al diseño de producto sustentado, lo cual motivó a continuar a algunos emprendimientos con las ideas de negocio planteadas para dicha feria. Para la correcta visualización de la Primera Muestra de Emprendimiento e Innovación INNOVASUR, se puede emplear el siguiente link para ingresar a la feria: <https://prezi.com/view/LniTLXzWb2P2TobAqAd6/>. A continuación, se puede visualizar en la Figura 1 el entorno virtual desarrollado para dicha feria.



**Figura 1.** Captura de pantalla del entorno dinámico de presentación de la Primera Feria Virtual INNOVASUR  
**Fuente.** Elaboración propia

En cuanto a los jurados del evento, asistieron 7 jurados externos y 14 jurados internos, conformados por empresarios, investigadores, trabajadores independientes y docentes, quienes realizaron oportunamente sus observaciones y recomendaciones para los grupos participantes.



**Figura 2.** Captura de pantalla de la interacción con los jurados en la Feria Virtual  
**Fuente.** Elaboración propia

En la Figura 2 se puede visualizar el entorno de presentación de la feria INNOVASUR para los asistentes y jurados, quienes lograron resolver sus dudas con ayuda de la plataforma Meet.

En cuanto a la segunda versión de la feria, cabe mencionar que esta se desarrolló el día 27 de noviembre de 2020, con una duración de 4 horas, iniciando a las 8:00 de la mañana y finalizando a las 12:00 del mediodía. Esta versión contó con la participación de 9 grupos de trabajo y 30 estudiantes del programa de Ingeniería de Procesos. Por tratarse de una versión conmemorativa de los 10 años de creación del programa, se realizó la invitación a 12 egresados, que presentaron un total de 7 proyectos relacionados con la línea de investigación y creación de empresas. El total de asistentes resultó ser

de 330 participantes, procedentes de la Universidad Mariana en su gran mayoría y de algunas otras universidades del departamento de Nariño. La Segunda Muestra Virtual de la Feria de Innovación puede visualizarse en el siguiente link: <https://prezi.com/view/QeEcSLvqbaXwL3FWN3nV/>. Se comparte a continuación la visualización del entorno virtual (Figura 3).



**Figura 3.** Captura de pantalla del entorno de ingreso de la Segunda Feria Virtual INNOVASUR  
**Fuente.** Elaboración propia

En cuanto al conversatorio, se debe mencionar que resultó muy provechoso para el evento, ya que los ponentes lograron profundizar en distintas temáticas relacionadas con la creación de empresas y los retos que se deben resolver desde la ingeniería. El total de asistentes a dicho conversatorio fue de 171; se realizó la transmisión en vivo por medio de la plataforma Youtube. Para poder observar el desarrollo de dicho conversatorio se puede emplear el siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?v=SHOKwWRoyUA&t=5s>.



**Figura 4.** Desarrollo de conversatorio INNOVASUR 10 años  
**Fuente.** Elaboración propia

La tercera versión de la feria INNOVASUR se desarrolló el día 28 de mayo del año 2021, con la misma duración de las versiones anteriores y con la misma hora de inicio

y finalización. Contó con la participación de 10 grupos, con un total de 30 estudiantes. Esta tercera versión, con un total de 435 asistentes, permitió que los estudiantes tuviesen visitantes de universidades y de colegios de la ciudad de Pasto. Se puede emplear el siguiente link para conocer más acerca de este evento: <https://prezi.com/view/RPFS4i4Qg1XXgntxdeTV/>. El entorno de presentación de esta versión se puede visualizar en la Figura 5.



**Figura 5.** Captura de pantalla entorno virtual del recorrido por proyectos de la Tercera Feria INNOVASUR  
**Fuente.** Elaboración propia

La exposición de proyectos en vivo, y empleando los canales digitales de la Universidad, permitió mejorar considerablemente el número de espectadores con relación a las versiones anteriores, por lo cual para esta versión se logró obtener visualizaciones en la página de youtube de 269 personas. Para una correcta observación de dicha muestra, se puede emplear el siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?v=giopI5f11vw&t=699s>.

## Planeta Emprende

Se lograron comprender los aspectos requeridos en la Fase 1 (Diseño de contenidos) para poder convertirlos en especificaciones para el desarrollo de software. De esta manera, se lograron desarrollar todas las funcionalidades solicitadas para las fases de motivación, ideación y prototipado, logrando como resultado una plataforma amigable para el usuario. Puede ser consultada de forma libre en <http://planetaemprende.com/> (Figura 6).



**Figura 6.** Home de Planeta Emprende

**Fuente.** Elaboración propia

En relación con el diseño gráfico, se definió como nombre de la plataforma Planeta Emprende (Figura 7), que es un nombre descriptivo que tiene en cuenta la palabra “planeta”, en referencia a la expansión tanto de la información como de los procesos para generar e impulsar todos los emprendimientos, y “emprende”, un llamado a la acción para los usuarios que harán parte de esta gran ruta de aprendizaje.

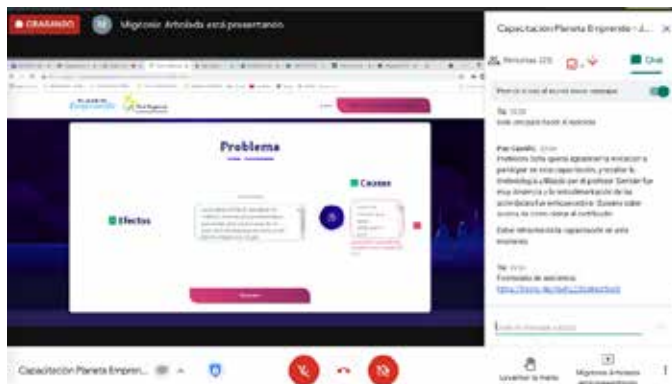


**Figura 7.** Marca de la plataforma planeta emprende

**Fuente.** Elaboración propia

Adicionalmente, se desarrollaron los siguientes manuales, de libre consulta para los emprendedores (tripulantes): *Manual de Usabilidad Plataforma*, *Manual para prototipado de Apps y Software*, *Manual para prototipado de Productos* y *Manual para prototipado de Servicios*.

En relación con las capacitaciones (Figura 8), se inscribieron 80 gestores de emprendimiento de diferentes instituciones, de los cuales se certificaron 34. Por otra parte, se inscribieron 258 emprendedores de diversos municipios de Nariño: Pasto (123), Tumaco (60), Ipiales (30) y otros municipios (45); de ellos, se certificaron 104 emprendedores de Nariño. A aquellas personas que, por diferentes motivos, no pudieron asistir a las capacitaciones, se les envió un correo con las memorias.



**Figura 8.** Captura de pantalla de una de las salas de capacitación virtual. En este ejemplo, capacitación a emprendedores de Tumaco  
**Fuente.** Elaboración propia

## Conclusiones

Las ferias virtuales de emprendimiento e innovación INNOVASUR resultaron ser mecanismos muy acertados para que los estudiantes lograran presentar sus avances a la comunidad, ya que este tipo de actividades permite reforzar las competencias blandas en los futuros profesionales, así como generar mecanismos de aprendizaje mucho más didácticos que permiten alcanzar las competencias trazadas en los distintos cursos. Asimismo, otra de las grandes ventajas que presenta esta modalidad es la de poder visitar la feria desde cualquier parte del mundo, pues la plataforma facilita la interacción de distintos visitantes, lo cual mejora la internacionalización de la Universidad y genera ecosistemas muy diversos para el aprendizaje.

La plataforma desarrollada, Planeta Emprende, resultó ser de gran utilidad para los emprendedores y gestores de emprendimiento. Se recibieron comentarios muy positivos en relación a la usabilidad y utilidad de la misma en el proceso de generación de ideas de negocio. Con relación a la apropiación social del conocimiento, los emprendedores de diferentes municipios de Nariño, en especial de Pasto, Tumaco e Ipiales, quedaron muy satisfechos con el aprendizaje adquirido; algunos lograron tener sus iniciativas y formar equipos de trabajo con los mismos asistentes, creando así cultura emprendedora en las regiones intervenidas. Los gestores de emprendimiento recalcaron que la plataforma constituye un apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

## Desafíos futuros

Las estrategias pedagógicas mediadas por el uso de las TIC mencionadas en este artículo son bastante importantes, sobre todo en época de pandemia. A futuro, se recomienda desarrollar una segunda fase de la plataforma Planeta Emprende que incluya un perfil de capacitador para tener un mayor control y seguimiento de los emprendimientos generados en ella. En cuanto a los retos para INNOVASUR, se ha considerado, para este último semestre del año, explorar un modelo de feria híbrido donde los asistentes puedan presenciar

una muestra real en el campus universitario con productos tangibles y, al mismo tiempo, puedan visualizar la versión en línea, que se ha seguido desarrollando en la plataforma Prezi. Otros mecanismos que se esperan implementar son espacios de feria virtual donde se puedan hacer ruedas de negocios, *pitch* con inversionistas y, adicionalmente, entornos más interactivos con otras universidades invitadas de todo el mundo.

## Referencias

- DIRENA (2017). Herramientas para asesoramiento en emprendimiento. 1ª ed. San Juan de Pasto, Colombia.
- INNpulsa (2019). Emprendetón, guía para adentrarte en el mundo del emprendimiento. Bogotá, Colombia.
- Llamas Fernández, F. J. y Fernández Rodríguez, J. C. (2018). La metodología Lean Startup: desarrollo y aplicación para el emprendimiento. Revista EAN, (84), 79-95. <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1918/1735>
- Minciencias. (2021). Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Recuperado de [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor\\_files/M601PR04G01%20Modelo%20medici%C3%B3n%20grupos%20investigacion%2C%20tecnologica%20o%20innovacion%20y%20reconocimiento%20investigadores%20SNCTI%20V00%20\(1\).pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/M601PR04G01%20Modelo%20medici%C3%B3n%20grupos%20investigacion%2C%20tecnologica%20o%20innovacion%20y%20reconocimiento%20investigadores%20SNCTI%20V00%20(1).pdf)
- Ulrich T. (2013). Diseño y Desarrollo de Productos. Mc. Graw Hill, 5ª ed., 434 p., México.
- Unidad Académica de Proyección Social – UAPS. (2016). Lineamientos de Proyección Social o Ex-tensión. San Juan de Pasto: Unimar.

## Agradecimientos

A la Universidad Mariana y al Programa de Ingeniería de Procesos por el apoyo económico brindado para la realización de los eventos de INNOVASUR.

A la Unión Europea y la Agencia Española de Cooperación al Desarrollo - AECID, por la financiación del proyecto Planeta Emprende, en el marco de la ejecución del Proyecto de Desarrollo Territorial PDT.



# El Hacinamiento Carcelario. Una mirada desde los Derechos Humanos en los Privados de Libertad del Centro de Rehabilitación Social de Ibarra

Magdalia Hermoza , Jefferson Benítez , Hugo Santacruz 

Hermoza, Magdalia

Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra

Autor para correspondencia: mmhermoza@pucesi.edu.ec

Benítez, Jefferson

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Escuela de Jurisprudencia

Santacruz, Hugo

Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra

## Resumen

La problemática que aqueja gravemente al sistema carcelario del país es el hacinamiento, violencia que ha cobrado muchas vidas de formas atroces en masacres. A pesar de los intentos y las estrategias para humanizar las cárceles, de acuerdo a los datos del Ministerio de Gobierno, durante los meses de febrero, julio y septiembre se registraron masacres en cárceles del Ecuador con 79, 27 y 119 muertes, en las ciudades de Guayaquil, Cuenca y Latacunga. La situación del centro de rehabilitación de la ciudad de Ibarra no es ajena a esta realidad; pese a la aprobación de normativas y la aplicación de medidas como el estado de excepción, nada se ha solucionado. Desde este contexto, el presente artículo muestra los principales hallazgos de la investigación realizada entre los años 2021 y 2022 en el Centro de Rehabilitación de Ibarra. El objetivo fue indagar sobre el hacinamiento y su relación con los derechos garantizados constitucionalmente a los privados de libertad. Se procesaron dos fuentes de información y se utilizaron las siguientes metodologías: se empleó la metodología cualitativa a partir de entrevistas a autoridades del Centro de Rehabilitación y profesionales del derecho; además, se desarrolló una fase de análisis cuantitativo a partir del procesamiento de datos de encuestas realizadas a 150 privados de libertad. Los resultados fueron tratados de manera descriptiva, a fin de producir una síntesis analítica y una representación gráfica de los datos observados. Se concluye que el Centro de Rehabilitación de Ibarra presenta una deficiente actuación en el tratamiento de la crisis de hacinamiento carcelario; esta sobrepoblación —el Centro excede en su capacidad en un 135 %— y las constantes violaciones a los derechos humanos que se comenten en su interior, en especial, al derecho a la salud y la alimentación, irrespetan la dignidad inherente al ser humano. Además, no existen oportunidades educativas ni la posibilidad de tener una oportunidad de rehabilitación.

**Palabras clave:** hacinamiento, derecho penal, derechos humanos

## **Introducción y revisión teórica**

El derecho a la salud de los privados de libertad constituye un derecho humano, en el que la atención médica hace la referencia a la totalidad corporal del individuo. De ahí que sea una responsabilidad del Estado brindar una atención de salud integral, de acuerdo a lo establecido por el Sistema Nacional de Salud Pública, tipificado en la Constitución de la República del Ecuador, y los instrumentos internacionales.

Es así que el derecho a la integridad personal, según María Isabel Afanador, se define de la siguiente forma:

El derecho a la integridad personal o a la incolumidad se entiende como un conjunto de condiciones físicas, psíquicas y morales que le permiten al ser humano su existencia, sin sufrir ningún tipo de menoscabo en cualquiera de esas tres dimensiones. La integridad física hace referencia a la plenitud corporal del individuo; de allí que toda persona tiene derecho a ser protegida contra agresiones que puedan afectar o lesionar su cuerpo, sea destruyéndola o causándole dolor físico o daño a su salud. (Afanador, 2018, pág. 93)

El propósito de la integridad personal se relaciona con el derecho a no ser objeto de vulneraciones que puedan dar lugar a lesiones en el bienestar emocional, físico o social a raíz de un trato cruel que puedan sufrir las personas. Está prescrito en la Constitución y en la legislación ecuatoriana, así como en los instrumentos internacionales de derechos humanos, el respetar y garantizar los derechos humanos de las personas que viven en reclusión (CDHDF, 2006). Con respecto a la salud en el Centro de Rehabilitación de la ciudad de Ibarra, la situación es crítica; esto plantea una realidad compleja en la que problemas como el derecho a la salud contribuyen directamente al aumento de enfermedades, a la disminución del control de atención médica y al desgaste de la convivencia entre los privados de libertad, lo cual atenta contra los derechos fundamentales de los propios presos y del personal.

De igual forma, en el art. 35 de la Constitución de la República del Ecuador se abordan los derechos de las personas y grupos de atención prioritaria de la siguiente manera:

La especial protección de personas privadas de libertad y quienes adolezcan de enfermedades catastróficas o de alta complejidad, recibirán atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado. Además, que el Estado prestará especial protección a las personas en condición de doble vulnerabilidad. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

En este sentido, se puede observar que la realidad muestra cómo estos derechos han sido vulnerados, debido a la existencia de condiciones materiales contrarias al disfrute

de los derechos básicos, específicamente el derecho a la salud; esto genera una situación compleja que ha producido afectaciones psicológicas y ha contribuido directamente al aumento de algunos problemas de salud que pueden transmitirse entre los que cumplen la medida o pena de privación de libertad en el Centro de Rehabilitación de la ciudad de Ibarra.

La crisis del sistema penitenciario en Ecuador se ha convertido en el ejemplo por excelencia del fracaso de distintos gobiernos e instituciones públicas en su misión de luchar contra la desigualdad estructural y la violencia. A la fecha, ya son varios los precedentes en los que ha quedado expuesto el contexto de hacinamiento, violencia y motines dentro del sistema carcelario.

Esto plantea una realidad compleja en la que el hacinamiento es uno de los mayores problemas que aquejan al sistema de rehabilitación social en el Ecuador. Este problema se acentúa en la ciudad de Ibarra, donde ha sido una continua dificultad por décadas de nuestra historia. La defensora del pueblo Gina Benavides, en su informe presentado en el año 2019, al referirse a cómo funciona la rehabilitación social en las cárceles del Ecuador, mencionó que muestra deterioro y está al límite de la capacidad establecida:

El hacinamiento llega al 79 %, en los 23 centros de rehabilitación social del país, sin contar con los 3 regionales. ‘Es urgente intervenir en los de Ibarra, Tulcán, Sucumbíos, Esmeradas, Jipijapa, Guayaquil, MachaIa, Quevedo, Centro Penitenciario de Privados de la Libertad Quito y el CAI MachaIa’. (Benavides, 2019)

De la premisa manejada por la autora antes mencionada, se establece que los centros de rehabilitación social no poseen la infraestructura necesaria y no cuentan con suficientes recursos humanos ni materiales. Por lo tanto, estas condiciones constituyen una clara violación a la integridad personal de las personas privadas de la libertad (PPL).

El Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida (2017 - 2021) establece:

Garantizar una vida digna en igualdad de oportunidades para las personas es una forma particular de asumir el papel del Estado para lograr el desarrollo. En este sentido responder a una forma inclusiva, participativa y eficaz de los derechos de las personas privadas de la libertad a un procedimiento social justo.

Las personas privadas de libertad, a través de la Constitución, se constituyen como un grupo de atención prioritaria, sin ningún tipo de discriminación, lo que evidencia un ambiente normativo protector de sus derechos. Por ello, garantizar una vida digna, con las limitaciones que el paso por un centro de rehabilitación social conlleva, es una obligación del Estado y sus organismos.

Por otra parte, el artículo 12 del numeral 11 del Código Integral Penal reconoce:

La persona privada de libertad tiene derecho a la salud preventiva, curativa y de rehabilitación, tanto física como mental, oportuna, especializada e integral.

Para garantizar el ejercicio de este derecho se considerarán las condiciones específicas de cada grupo de la población privada de libertad. (Código Integral Penal, 2014)

Por lo tanto, el nivel de cumplimiento de los derechos y garantías a la salud de los privados de libertad se convertiría en una herramienta fundamental de reformas totales para su rehabilitación tanto constitucional como legal por parte de las entidades públicas y privadas, necesaria para lograr una acertada atención y control de los sujetos prioritarios en situación de vulneración.

Los problemas de salud repercuten de forma irremediable en la sociedad. Toda actuación de la sociedad encaminada a mejorar las condiciones de vida y salud de los privados de libertad repercutirá favorablemente en su reinserción, a través de una buena implementación de actividades de protección y promoción de la salud.

En este sentido, se presentan varios estudios del derecho a la salud de las PPL realizados con diferentes enfoques en el plano internacional y, principalmente, en Ecuador. El Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos hace una recopilación de opiniones de diversos tratadistas que realizan un análisis sobre la realidad de los sistemas penitenciarios, los cuales se recogen brevemente como doctrina jurídica.

En la misma línea, el jurista ecuatoriano Ramiro Ávila Santamaría, basándose en la doctrina garantista, expresa que:

La rehabilitación fue asumida como la forma única y, si hay otras, la más adecuada para atender a la persona condenada. Como se ha afirmado, la forma de abordar el problema de qué hacer con el condenado después de la sentencia, no sólo que es olvidada por la doctrina sino también por el estado y por la sociedad. (Ávila, 2013, p. 20)

En tal virtud, se estaría ultrajando la dignidad humana de la persona sometida al sistema penitenciario, es decir, nadie le puede obligar al ser humano a rehabilitarse porque la Constitución le garantiza su derecho al libre desarrollo de su personalidad. Esto introduce un elemento fundamental: la autodeterminación ética del individuo en relación con el alcance de la rehabilitación sobre la persona que realiza el Estado.

La rehabilitación social bien realizada es una de las responsabilidades del Estado. Se deben brindar a las PPL oportunidades de superación personal, mas no discriminándoles; son seres humanos, merecen una segunda oportunidad aun en medio de diferentes restricciones y tienen derecho a una vida digna en conexión con el derecho a la salud.

Las personas privadas de la libertad tienen derecho a un nivel de garantía y una atención integral en salud, la cual constituye una de las responsabilidades primordiales por parte de políticas públicas. En este sentido, la revista Archivos de Medicina afirma que:

Los reclusos con alguna enfermedad física crónica grave no reciben una adecuada atención mientras están encarcelados, incluyendo las enfermedades mentales, por lo cual se necesitan mejoras tanto en el cuidado de la salud correccional como en los servicios comunitarios de salud mental con el fin de prevenir el crimen y el encarcelamiento. (Pinzón, 2018, p. 6)

El Estado, ante cualquier enfermedad o trastorno que padezca cualquier integrante de esta población, debe garantizar su bienestar y tratamiento. Por consiguiente, son obligatorios los servicios de atención médica para identificar las fortalezas de los programas y las oportunidades de mejora, a fin de reducir el riesgo de daño, mejorar la salud personal del preso y mejorar la salud pública.

Sobre la base de la caracterización anterior, debe entenderse que el Estado, en su labor en materia de derechos humanos, debe hacer prevalecer la vigencia efectiva del nivel de garantía de los derechos humanos de las personas privadas de la libertad con respecto a la salud. No hay excepción posible en este sentido, pues se trata de derechos constitucionales, de cuyo respeto depende su vigencia práctica. El sistema penitenciario es, en tal caso, la prueba de fuego que pone a prueba la validez de las elaboraciones prácticas en la realidad. El Estado debe asumir diversas responsabilidades específicas y tomar ciertas iniciativas para garantizar a los privados de libertad las condiciones que les permitan tener una salud integral y una vida digna.

Como quedó en evidencia en párrafos anteriores, existen suficientes antecedentes de investigaciones en el tema. La investigación que se propuso y se desarrolla como objeto de este informe aporta significativamente a la labor de profundizar en los aspectos fundamentales de la problemática del acceso a la salud de las personas privadas de libertad dentro del Centro de Rehabilitación de la ciudad de Ibarra, en lo correspondiente al disfrute de sus derechos y las deplorables condiciones materiales bajo las cuales cumplen la medida o pena de privación de libertad.

## **Métodos**

El presente trabajo investigativo fue elaborado con un enfoque mixto, con un análisis cualitativo y cuantitativo. En el cualitativo, se evaluó el impacto de la realidad del derecho a la salud de los privados de libertad del Centro de Rehabilitación Social Masculino de la ciudad de Ibarra en el año 2019, a fin de que este derecho se entienda como el disfrute del nivel más alto posible de bienestar físico, mental y social, lo que incluye, entre otros aspectos, la atención médica. En el cuantitativo, las encuestas a 150 privados de libertad proporcionaron aspectos valorados, como el número de internos en este centro de rehabilitación, el porcentaje de internos que no han recibido asistencia y atención médica independientemente de su voluntad y el número de internos que participan en algún programa de rehabilitación.

Para alcanzar los objetivos planteados se aplicó el método normativista, que permitió analizar los aspectos indispensables —garantías y derechos específicos que reconoce la Constitución de la República del Ecuador, el derecho a la salud, el ordenamiento jurídico nacional y el derecho internacional de los derechos humanos— respecto a las personas privadas de la libertad y la situación que actualmente atraviesa el Centro de Rehabilitación de Ibarra.

## **Resultados y Discusión**

Después de la aplicación de las técnicas, y en contraste con la información y datos obtenidos en el estado del arte, se puede llegar a deducir que la definición de salud constituye uno de los derechos humanos fundamentales de las personas y los grupos de atención prioritaria, en los que están incluidos los privados de libertad. Este ha sido un tópico cuya discusión ha tenido lugar en las más diversas instancias y que permite reflexionar sobre este derecho desde la perspectiva de la igualdad.

En efecto, se plantean los alcances de la protección y el reconocimiento que ha llevado a cabo el Estado ecuatoriano en procura de garantizar a las personas privadas de la libertad la accesibilidad, cobertura y universalidad del derecho humano a la salud, consagrado en los organismos internacionales.

Frente a la declaratoria, estas medidas deberán aplicarse dentro del marco de la ley y el derecho internacional de los derechos humanos, en el que el derecho a la salud comprende algunas libertades. Por tal motivo, se convierte en un derecho fundamental establecido por la OMS (1946) y por la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948, en el marco del derecho a un nivel de vida adecuado. Así, este derecho es protegido y garantizado por los diferentes Estados en sus sistemas jurídicos, estructura y funcionamiento interno.

En este sentido, el derecho a la salud se incluyó en el documento *Principios y Buenas Prácticas sobre la Protección de las Personas Privadas de Libertad en las Américas*, como se detalla a continuación:

Las personas privadas de libertad tendrán derecho a la salud, entendida como el disfrute del más alto nivel posible de bienestar físico, mental y social, que incluye, entre otros, la atención médica, psiquiátrica y odontológica adecuada; la disponibilidad permanente de personal médico idóneo e imparcial; el acceso a tratamiento y medicamentos apropiados y gratuitos; la implementación de programas de educación y promoción en salud, inmunización, prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas, endémicas y de otra índole; y las medidas especiales para satisfacer las necesidades particulares de salud de las personas privadas de libertad pertenecientes a grupos vulnerables o de alto riesgo, tales como: las personas adultas mayores, las mujeres, los niños y las niñas, las personas con discapacidad, las personas portadoras del VIH-SIDA, tuberculosis, y las personas con enfermedades en fase terminal. El tratamiento deberá basarse en principios científicos y aplicar las mejores prácticas. (CIDH, 2008)

Estos principios, por su importancia y trascendencia, establecen la obligación para los Estados de legislar y adecuar la normativa. Es necesario coordinar acciones interinstitucionales e internacionales por parte del Estado ecuatoriano a fin de unir esfuerzos para mejorar el sistema carcelario y hacer cumplir el derecho humanitario con respecto al derecho a la salud, comprometiéndose así a garantizar los derechos y libertades de la población carcelaria.

Por estas razones, el Estado ecuatoriano es el primer responsable de efectivizar los derechos humanos. En la Constitución de la República del Ecuador, el derecho a la salud se encuentra reconocido en el artículo 32, con los siguientes elementos:

- La realización del derecho a la salud se vincula al ejercicio de otros derechos, entre los que se menciona el agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.
- La salud debe ser entendida de forma integral. Se destaca la salud sexual y reproductiva.
- Se establecen los principios que deben regir los servicios de salud, tanto públicos como privados: equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, precaución, bioética, con enfoque de género y generacional. Esto quiere decir que nos encontramos en un modelo de salud no capitalista y, como los hemos denominado, de salud integral.

Al ser responsabilidad del Estado conservar dicho marco legal, esto exige velar, cumplir y respetar el derecho a la salud como se hace con otros derechos humanos. Específicamente, en la Constitución, el derecho a la salud de los privados de libertad está considerado en el artículo 35, en el que se señala que:

Son parte de los grupos de atención prioritaria y especializada en los ámbitos públicos o privado, y el artículo 51 numeral 4, contempla su derecho a contar con los recursos humanos y materiales necesarios para garantizar su salud integral en los centros de privación de libertad. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

En este sentido, la Constitución ecuatoriana establece que las políticas públicas se orientan a hacer efectivos los derechos, garantizando que el Estado adoptará los recursos humanos y materiales necesarios para el acceso a la salud en los centros de rehabilitación social; así, el Estado se encuentra en la obligación de respetar y proteger los principios fundamentales de los derechos humanos, como el derecho a la salud.

El Código Orgánico Integral Penal (COIP) es el instrumento legal con el que cuenta el Ecuador, que permite saber qué conductas están prohibidas y el grado de responsabilidad de la persona. El artículo 678 del Código determina lo siguiente:

Centros de privación de libertad. - Las medidas cautelares personales, las penas privativas de libertad y los apremios, *se cumplirán en los centros de privación de libertad, que se clasifican en:*

1. Centros de privación provisional de libertad, en los que permanecerán las personas privadas preventivamente de libertad en virtud de una medida cautelar o de apremio impuesta por una o un juez competente, quienes serán tratadas aplicando el principio de inocencia.
2. Centros de rehabilitación social, en los que permanecen las personas a quienes se les impondrá una pena mediante una sentencia condenatoria ejecutoriada. (COIP, 2014)

Por otra parte, el artículo 12 del numeral 11 del Código Integral Penal reconoce:

La persona privada de libertad tiene derecho a la salud preventiva, curativa y de rehabilitación, tanto física como mental, oportuna, especializada e integral. Para garantizar el ejercicio de este derecho se considerarán las condiciones específicas de cada grupo de la población privada de libertad.

Es el derecho a la salud que tienen todas las personas por el solo hecho de existir, es inalienable a cada persona y, como tal, debe ser reconocido y materializado a través de los instrumentos que disponga el Estado. (Cañon, 2021)

Asimismo, otro tratadista importante es el Dr. Ávila Santamaría Ramiro, que expresa:

La salud integral e intercultural demanda un modelo de sociedad y de organización horizontal y solidaria. La finalidad en otro modelo es la vida plena y armónica. El mercado, la medicina, los médicos y su saber son medios para realizar la vida en plenitud. El actor fundamental es el individuo que es miembro de una comunidad o colectividad, y no las farmacéuticas o los médicos profesionales. (Ávila Santamaría, 2012)

Es importante acotar que, en esta postura, la prestación de servicios de salud comprende la prevención de enfermedades, la promoción de la salud e insumos necesarios de cada persona y la promoción de la salud colectiva, especialmente en grupos en condiciones de vulnerabilidad y atención prioritaria como son los privados de libertad, quienes sufren una situación de hacinamiento en la que los recursos y los servicios están limitados. Existen muchas deficiencias estructurales de acceso a los servicios básicos y de salud en el Centro de Rehabilitación Social de la ciudad de Ibarra.

En este sentido, Olga Lucía Pinzón Espitia, en la revista *Archivos de Medicina*, argumenta:

Las personas privadas de la libertad, aun en medio de diferentes restricciones, tienen derechos como lo son la vida digna en conexidad con el derecho a la salud, una de las responsabilidades del Estado, en aras de garantizarle a esta población la atención



médica oportuna e integral, desde el mismo momento en el que dicha población está en custodia de las Instituciones Penitenciarias y Carcelarias. Por tanto, el Estado deberá ante cualquier enfermedad o trastorno que padezca cualquier integrante de esta población, garantizar su bienestar y tratamiento. (Pinzón Espitia, 2018)

El derecho a la salud y la atención médica es un derecho fundamental, ya que equivale a la vida misma; la omisión por parte del Estado contribuye a la constante violación de los derechos y a la instauración de malos tratos a los internos dentro de la cárcel. En este sentido, podemos considerar que un interno debe recibir, por parte de las autoridades de salud, un trato diferente a las demás personas que gozan de los mismos derechos excepto el de libertad; estas autoridades deben apoyar la mejora de las condiciones de vida de los reos y una efectiva aplicación de la norma como pilares primordiales para el desarrollo de este grupo de atención prioritario.

Para cumplir con la finalidad del primer objetivo, se elaboró una investigación mediante la recopilación de información de libros, revistas y normativa nacional e internacional; de esta manera, se han podido basar jurídica y teóricamente los aspectos relativos a la aplicación del derecho a la salud de los privados de libertad en el Centro de Rehabilitación Social Masculino de la ciudad de Ibarra, dentro del año 2019.

## Conclusiones

La actual situación del sistema penitenciario de Ibarra evidencia una grave crisis carcelaria, especialmente en el ámbito de la salud. Pese a la aprobación de normativas y la aplicación de medidas como el estado de excepción, nada se ha solucionado.

A raíz de la investigación realizada se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- En cuanto a las enfermedades más comunes de las PPL.

El aumento de los delitos violentos y el fenómeno de la reincidencia es una realidad no solo en el Centro de Rehabilitación Social de Ibarra, sino a nivel nacional. Son problemas que afectan a la sociedad hace mucho tiempo y favorecen el incremento del hacinamiento en los centros penitenciarios, desbordando su capacidad de albergue, dificultando el trabajo de rehabilitación social, delimitando los espacios físicos y propiciando la propagación de enfermedades infecciosas, tales como la dermatitis, enfermedades de la piel, problemas respiratorios (resfriados, amigdalitis, gripes, neumonías), problemas gastroenterológicos (diarreas, deshidratación) y cuadros depresivos, entre otras.

En el Centro de Rehabilitación Social de la ciudad de Ibarra, la sobrepoblación y las constantes violaciones a los derechos humanos, en especial al derecho a la salud, se unen a la escasez de personal (médicos y enfermeros), la falta de medicamentos, la mala ventilación y la insalubridad, factores que hacen que las enfermedades puedan transmitirse entre los reclusos, el personal y los visitantes.

En este sentido, en Centro de Rehabilitación Social Masculino de Ibarra cuenta con 670 PPL, una capacidad básica instalada de 302 plazas y un 121.85 % de hacinamiento (SNAI, 2019).

- En cuanto a las afectaciones psicológicas que produce el encierro en las PPL.

El hecho de estar encarcelado y en privación de libertad trae consigo consecuencias psicológicas negativas derivadas del propio encarcelamiento, que pueden desencadenar signos de baja autoestima, ansiedad, somatización, insomnio, disfunción sexual, psicosis, trastornos neuropsicológicos y trastornos mentales, entre otros (Moreno, 2018). Los límites entre ellos se derivan de la intensidad, frecuencia y duración de los síntomas, de la interferencia en la vida cotidiana y de la disfuncionalidad que generan. Así, la normalidad y la patología pueden verse desde un punto de vista cuantitativo o dimensional o desde un punto de vista categorial (Molina, 2018).

Los estudios doctrinarios, la voluntad del Estado y las políticas resultan improductivas cuando se observa que la realidad carcelaria, sobre todo en Ecuador, no ha cambiado; la violencia física y las afectaciones psicológicas en los centros penitenciarios es constante, la sobrepoblación, la violación al derecho a la vida e integridad personal, la drogadicción, la desigualdad social, etc., son algunos de los problemas más acentuados.

El sistema penitenciario de Ibarra vive una grave crisis carcelaria, especialmente en el ámbito de la salud; pese a la aprobación de normativas y la aplicación de medidas como el estado de excepción, nada se ha solucionado. La situación del Centro de Rehabilitación de la ciudad de Ibarra es preocupante y poco saludable, dadas las condiciones en que están reclusos y conviven los internos: existe una inadecuada infraestructura, malas condiciones de higiene, problemas de salud física y psicológica (dentro de estas se pudo evidenciar la presencia de enfermedades infecciosas, como VIH y tuberculosis) y falta de personal de salud para poder actuar de manera oportuna frente a estas situaciones. Además, no es posible educar ni llevar a la reflexión al interno para cumplir con el objetivo de una rehabilitación integral y una efectiva reinserción en la sociedad.

Distintas circunstancias pueden incidir en el deterioro de estas dimensiones psicológicas del interno.

La provincia de Imbabura, cantón Ibarra, según datos del Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos de Ecuador del 2018, supera el límite establecido en un 359 %; es decir, el Centro de Rehabilitación Social de Ibarra tiene una capacidad para 200 PPL, sin embargo, el número de las mismas asciende a 718 (Carrión Intriago, 2018).

Actualmente se registra una capacidad de hasta 320 PPL; sin embargo, al momento de la visita había una cantidad de entre 620 y 630 privados de libertad, en promedio.

Los resultados muestran que la población reclusa presentaba mayores niveles de sintomatología y mayor prevalencia de trastornos mentales que la población general, siendo las diferencias más acusadas entre las mujeres que entre los hombres. De ello se deriva la necesidad de instaurar tratamientos psicológicos para la población carcelaria que permitan atender los síntomas y trastornos que padecen, de cara a su reinserción social.

- Algunas enfermedades pueden transmitirse a otros reclusos.

El hacinamiento en el Centro de Rehabilitación Social de Ibarra hace que se desborde su capacidad de albergue máximo, propiciando la propagación de enfermedades.

La salud de los internos y su acceso a los servicios es un tema muy vasto y complejo. Frecuentemente, las personas llegan a la cárcel con muchos problemas de salud, como por ejemplo adicciones, enfermedades infecciosas, enfermedades mentales o psiquiátricas, desnutrición, problemas dentales y enfermedades de la piel, entre otros.

De acuerdo con la Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC):

Las personas no pueden transmitir o contraer el VIH de ninguna manera por ejemplo al: Dar la mano; Toser o estornudar; Visitar un hospital o pabellón médico; Abrir una puerta; Compartir utensilios para comer o beber; Usar sanitarios (inodoros) o duchas; La picadura de un mosquito u otro insecto; Trabajar o socializar o vivir con reclusos o personal carcelario; Usar bebederos. (UNODC, 2012)

Actualmente, el principal factor que permite la propagación de enfermedades en la cárcel es el hacinamiento, que dificulta el normal desempeño estructural y funcional de la atención médica. Por lo tanto, esta situación vulnera el derecho a la salud de los privados de libertad. Se necesita reforzar el sistema de salud penitenciaria con programas de información, diagnóstico rápido y despistaje en tuberculosis en los ingresos de los reos.

## Referencias

- Afanador, I. (08 de Diciembre de 2018). *El Derecho a la Integridad Personal*. Obtenido de Elementos para su análisis: <https://www.redalyc.org/pdf/110/11000806.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Código Integral Penal*. Obtenido de COIP: [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COIP\\_feb2018.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COIP_feb2018.pdf)
- Ávila Santamaría, R. (2012). *El derecho a la salud en el contexto del buen vivir*. Obtenido de La Constitución ecuatoriana del 2008 y el derecho a la salud : <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2985/1/%C3%81vila,%20R-CON-006-EI%20derecho.pdf>
- Ávila Santamaria, R. (2013). *La (in)justicia penal en la democracia constitucional de derechos*. Obtenido de Una mirada desde el garantismo penal: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5925/1/Avila%2C%20R-CON-011-La%20injusticia.pdf>
- Barrenechea Santillán, A. (Abril de 2010). *ORATORIA FORENSE Y REDACCIÓN* (Vol. 1). Lima: Editoria l Sa n Marco s E.I.R.L. Recuperado el 14 de Agosto de 2020
- Benavides, G. (2019). *LA DEFENSORÍA DEL PUEBLO PIDE DECLARAR EN EMERGENCIA EL SISTEMA PENITENCIARIO DEL ECUADOR*. Obtenido de Ecuadorinmediato: <https://lanacion.com.ec/la-defensoria-del-pueblo-pide-declarar-en-emergencia-el-sistema-penitenciario-del-ecuador/>
- Bravo, O. (2018). *Perspectivas multidisciplinares sobre las cárceles. Una aproximación desde Colombia y américa Latina*. Cali: Universidad ICESI.
- Briceño, M. (2006). *Protección de los Derechos Humanos de las Personas Privadas de la Libertad, Documentos Básicos*. Bogotá: Abalon Impresores Ltda.
- Cañon, L. (2021). *El Derecho a la Protección de la Salud*. Colombia: Departamentp de Publicaciones de la Universidad Externado de Colombia.
- Carrión Intriago, F. V. (2018). *DEFENSORÍA DEL PUEBLO DE ECUADOR*. Obtenido de Mecanismo Nacional de Prevención de la Tortura, Tratos Crueles, Inhumanos o Degradantes: <https://www.dpe.gob.ec/wp-content/dpemnpt/2020/informe-anual-mnpt-2018.pdf>
- CDHDF, C. d. (2006). *Derechos humanos y sistema penitenciario*. Obtenido de El respeto a los derechos de las personas privadas de la libertad como obligación del Estado: <https://corteidh.or.cr/tablas/T19109.pdf>
- CETA, C. d. (2018). *TABLAS DINÁMICAS EN EPIDEMIOLOGÍA*. Obtenido de Escala de Estrés de Holmes y Rahe: <https://blogceta.zaragoza.unam.mx/eftdhuralo/escala-de-estres-de-holmes-rahe/#:~:text=Holmes%20y%20Rahe%2C%20en%201967,y%20ponderaron%20el%20reajuste%20requerido.>

- CIDH . (2008). *Comisión Interamericana de los Derechos Humanos* . Obtenido de <http://www.oas.org/es/cidh/mandato/Basicos/PrincipiosPPL.asp>
- Código Integral Penal. (2014). *COIP*. Obtenido de Código Integral Penal: [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COIP\\_feb2018.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COIP_feb2018.pdf)
- Constitución de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). Obtenido de Registro Oficial 449 de 20-oct-2008: [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Defensoría del Pueblo. (20 de 06 de 2020). *La Defensoría del Pueblo Presenta acción de protección en favor de las personas Privadas de la libertad en el país*. Obtenido de <https://www.dpe.gob.ec/la-defensoria-del-pueblo-presenta-accion-de-proteccion-en-favor-de-las-personas-privadas-de-la-libertad-en-el-pais/>
- Erazo Clerque, A., Torres Nicolalde, G. R. y Hermoza Vinueza, M. M. (2019). *SISTEMA PENITENCIARIO Y HACINAMIENTO: VULNERACIÓN DE DERECHOS HUMANOS A LAS PERSONAS PRIVADAS DE LIBERTAD DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN DEL CANTÓN IBARRA*. Obtenido de revista AXIOMA Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. Escuela de Jurisprudencia: <http://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/584/528>
- González, J. (05 de 09 de 2018). *¿Qué derechos fundamentales conservan los privados de libertad?* Obtenido de <http://www.novedadesjuridicas.com.ec/que-derechos-fundamentales-conservan-los-privados-de-libertad/>
- Jara, L. D. (2017). Estado garante del derecho a la salud de las personas privadas de la libertad. En L. D. Jara Huerfano, *Estado garante del derecho a la salud de las personas privadas de la libertad* (pág. 32). Colombia: Universidad libre.
- Molina, V. (2018). *Diferencias generales y entre sexos en salud mental: Un estudio comparativo entre población penitenciaria y población general*. Obtenido de Revista Mexicana de Psicología, vol. 35, núm. 2, pp. 117-130, 2018: <https://www.redalyc.org/journal/2430/243059346002/html/>
- Moreno, C. (2018). *Concecuencias Psicológicas del Encarcelamiento de Larga Duración y Propuesta de Mejora*. Obtenido de Universidad Pontificia Comillas, Madrid, Spai: [https://www.researchgate.net/publication/326649827\\_CONSECUENCIAS\\_PSICOLOGICAS\\_DEL\\_ENCARCELAMIENTO\\_DE\\_LARGA\\_DURACION\\_Y\\_PROPUUESTAS\\_DE\\_MEJORA](https://www.researchgate.net/publication/326649827_CONSECUENCIAS_PSICOLOGICAS_DEL_ENCARCELAMIENTO_DE_LARGA_DURACION_Y_PROPUUESTAS_DE_MEJORA)
- Naciones Unidas. (04 de Diciembre de 2018). *La Declaración Universal de Derechos Humanos*. Obtenido de <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- Olmedo Romero, A. (Abril de 2010). *ORATORIA FORENSE Y REDACCIÓN* (Vol. 1). Lima: Editoria l Sa n Marco s E.I.R.L. Recuperado el 14 de Agosto de 2020
- Pinzón Espitia, O. (2018). *Prestación de Servicios de Salud de las Personas Privadas de la Libertad*. Obtenido de Archivos de Medicina: <https://www.>

archivosdemedicina.com/medicina-de-familia/prestacioacuten-de-servicios-de-salud-de-las-personas-privadas-de-la-libertad.pdf

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SESE IBARRA. (Julio de 2019). SISTEMA PENITENCIARIO Y HACINAMIENTO. *Revista Científica de Investigación, Docencia y Proyección Social AXIOMA*(21), 68. Obtenido de Sistema penitenciario y hacinamiento.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades 2017. (23 de 09 de 2017 - 2021). *Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida*. Obtenido de [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades 2017. (23 de septiembre de 2017 - 2021). *Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida*. Obtenido de [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)

SNAI, S. N. (2019). *Transformación del Sistema de Rehabilitación Social a Nivel Nacional*. Obtenido de [https://www.atencionintegral.gob.ec/wp-content/uploads/2019/12/PROYECTO-TRANSFORMACI%C3%93N-SISTEMA-REHABILITACI%C3%93N-SOCIAL\\_VF\\_15NOV2019.pdf](https://www.atencionintegral.gob.ec/wp-content/uploads/2019/12/PROYECTO-TRANSFORMACI%C3%93N-SISTEMA-REHABILITACI%C3%93N-SOCIAL_VF_15NOV2019.pdf)

UNODC, O. D. (2012). *El VIH y el Sida en Lugares de Detención*. Obtenido de Grupo de herramientas, gerentes de proyecto, funcionarios penitenciarios y proveedores de servicios sanitarios en las cárceles: [https://www.unodc.org/documents/lpobrazil/Topics\\_aids/Publicacoes/toolkit\\_spanish\\_completed.pdf](https://www.unodc.org/documents/lpobrazil/Topics_aids/Publicacoes/toolkit_spanish_completed.pdf)

Villanueva, R. (2016). *Derecho a la Protección de la Salud de las Personas Internas en los Centros Penitenciarios de la República Mexicana*. Obtenido de Colección de Pronunciamientos Penitenciarios, Comisión Nacional de los Derechos Humanos: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/10/4998/8.pdf>

# Adaptación de las Comunidades de la Provincia de Imbabura en Ecuador ante los Conflictos por el Agua, Cuenca Hidrográfica la Marquesa- Cotacachi, entre el 2009-2019

David Andrade 

Andrade, David

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) Ecuador

Autor de correspondencia: byronandradee@hotmail.com

## Resumen

En la provincia de Imbabura, la tasa de cobertura de agua es del 75 % para todos sus cantones; sus usos más importantes se relacionan con las actividades agrícolas y el consumo humano del agua. El objetivo del estudio fue realizar un análisis participativo de la evolución del consumo de agua, los factores que la explican y la factibilidad de las medidas de adaptación por parte de las comunidades de la cuenca la Marquesa en el cantón Cotacachi. El estudio tiene un enfoque mixto, desarrollado en 3 etapas: 1) evolución del consumo de agua en la naciente de la cuenca hidrográfica la Marquesa, 2) los factores que afectan el consumo de agua y las nacientes en la cuenca y 3) la priorización de medidas de adaptación a efectuarse en la cuenca hidrográfica la Marquesa. Los resultados nos llevan a identificar que existen cuatro meses en los que se genera mayor consumo de agua (junio, agosto, septiembre y diciembre); las causas que influyen en el aumento del volumen de consumo de agua son la elaboración de la chicha de jora, las fiestas de la ciudad, las distintas dinámicas sociales, los baños rituales y el período de vacaciones. Las medidas de adaptación priorizadas conjuntamente con los líderes comunitarios fueron: a) siembra de plantas, b) campañas de concienciación ambiental a colegios y comunidades, c) construcción de baños secos y plantas de tratamiento, d) aplicación de técnicas de cosecha del agua y e) construcción del parque del agua. Obtuvo una mayor valoración la siembra de plantas nativas y la educación ambiental a colegios y comunidades.

**Palabras clave:** conflictos por el agua, consumo de agua, cuenca hidrográfica la Marquesa, adaptación de las comunidades por el agua, educación ambiental

## Introducción y revisión teórica

El rápido cambio socioambiental que experimentan las zonas urbanas y sus alrededores y el aumento de la concentración de la población en las ciudades, que según Turbay et al. (2014) llegará a un 66 % en el año 2050, genera impactos ambientales; por ello, se hace necesario tener conocimientos de los procesos de modificación en estas áreas en sus dimensiones sociales, ecológicas, económicas, culturales, institucionales y políticas. En la actualidad, uno de los problemas es la gestión del agua, por las fuertes

desigualdades que impone su distribución geográfica, tanto en el tiempo como en el espacio. Asimismo, la otra causa fundamental de este problema son las decisiones políticas y económicas que determinan el vínculo social con este recurso, así como su papel en la compleja relación sociedad-naturaleza y en las interacciones de poder que atraviesan la gobernanza hídrica en su ciclo hidro-social-ecológico. A partir de estas interrelaciones, se procura repensar los escenarios hídricos para comprender las relaciones con la apropiación, el suministro y el uso del agua.

La circulación del líquido vital es un proceso social y físico combinado, un flujo híbrido socio-natural de manera inseparable; la circulación del recurso hídrico es entendido como los flujos de agua, de capital y de poder que están materialmente unidos, donde se evidencian procesos políticos, económicos, sociales y ecológicos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012). Los flujos de aguas en el subsuelo y la superficie terrestre son afectados por la actividad humana. El agua circula dentro de un ciclo hidrosocial, según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2012); Molina et al. (2018) explican cómo este recurso es manipulado a través de diferentes factores: obras hidráulicas, legislaciones, instituciones, prácticas culturales y significados simbólicos.

La escasez de recursos hídricos en las cuencas de los ríos del mundo es causada por diversos problemas: el crecimiento de la población, la migración, el desarrollo económico, la urbanización, los cambios en la geomorfología y el medio ambiente natural o humano, así como el daño a los ecosistemas acuáticos debido a los caudales de los ríos, la temperatura, el aumento de sedimentos y nutrientes y diversos contaminantes de origen químico que son peligrosos para la sostenibilidad del recurso. Todos estos elementos ocasionan una disminución en el suministro de agua o un aumento en el consumo a nivel general (Ordóñez, 2011).

Francésa y Bussib (2014) señalan que los modelos de hidrología y gestión del agua que cubren diferentes escenarios de uso en la cuenca, las características del régimen fluvial, la temperatura y la precipitación, son elementales en el uso del agua y su aplicación en diversos campos agrícolas y ecosistémicos, además de establecer lineamientos en el ordenamiento territorial en base a los cambios económicos, sociales y ambientales; en estos lineamientos se debe vincular la acción conjunta de gobiernos locales, representantes y líderes comunitarios para poder asegurar temas de protección de los recursos hídricos y ecosistemas (UNESCO, 2007).

Las influencias humanas y naturales han contaminado la cuenca, afectando la estructura y función de los ecosistemas. Por ello, Barrios et al. (2012) y Ruiz et al. (2016) destacan la importancia de establecer impuestos verdes para uso agrícola y de consumo, promoviendo así la gestión integrada y sostenible de los recursos con el fin de preservar los elementos esenciales y funcionales de los hábitats terrestres y acuáticos que aportan bienes y servicios a la sociedad.

En América Latina y el Caribe el agua es abundante. En el mundo, hay 22 000 m<sup>3</sup> per cápita/año, sin embargo, el valor real es un aproximado de más de 6 000 m<sup>3</sup>. Su máximo consumo corresponde a la agricultura y uso antrópico, que equivalen al 70 % del recurso hídrico. En los Andes tropicales, efectos del cambio climático como la intensificación de las nubes, el aumento de la temperatura y el estrés hídrico son amenazas a nivel local, al igual que la tala de bosques, la infraestructura, los flujos de contaminación del agua, los incendios forestales, la caza, la introducción de especies exóticas y la deforestación;



como consecuencia de ellos, se obtienen ecosistemas frágiles que conducen a una reducción del total del caudal (Cuesta, 2017).

En Ecuador, dentro de su marco legal, se encuentra formulado a nivel jerárquico a través de la Constitución de la República del Ecuador Registro Oficial No.449 (2008), seguido de leyes, reglamentos, acuerdos y convenios que ayudan a sustentar las medidas propuestas y permitirles tener un fundamento jurídico a partir de diversos artículos que tratan de los derechos de cuidado y protección del agua y los ecosistemas, así como del proceso de mitigación del aumento del volumen de consumo y de adecuación de la población a las actividades de abastecimiento del agua. Todo ello tiene como objetivo establecer lineamientos para el uso de este líquido vital, para su aprovechamiento, extracción y los diversos factores que inciden en la magnitud de las nacientes de fuentes de agua.

Los cantones pertenecientes a la provincia de Imbabura poseen una cobertura de agua del 75 %, que se utiliza para la agricultura y el consumo de agua (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018). Las medidas de adaptación de los recursos hídricos deben priorizarse para reducir la vulnerabilidad al cambio climático y, a su vez, pueden considerarse como una medida de adaptación basada en los ecosistemas frente a los impactos del cambio climático. Turbay et al. (2014) proponen un enfoque de gestión que incluye a todos los actores y brinda soluciones a los problemas de implementación de los planes de manejo ambiental, incluyendo la reforestación y las estrategias de siembra.

En la cuenca hidrográfica la Marquesa, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, el agua ocupa un lugar central, pues es el pilar en torno al cual se organiza la sociedad. Su clima es templado y variado debido a los vientos cálidos y secos provenientes de los valles y los vientos fríos provenientes de los Andes. Hay tres comunidades en esta cuenca y esta es la única fuente de agua para el consumo, permitiendo el desarrollo de distintas actividades, en especial, las agrícolas (Andrade y Yépez, 2018). Desde tiempos remotos, en estas comunidades existe la necesidad de administrar y regular las aguas de sus ríos y, más recientemente, las de sus acuíferos. Al mismo tiempo, existen desigualdades en la distribución del agua; por tal razón, la administración del recurso hídrico merece ser analizada a partir de la dimensión hidro-social-ecológica.

La preocupación dentro de la cuenca hidrográfica la Marquesa sí ha existido por parte política y ciudadana. Además, se han desarrollado proyectos que no han sido ejecutados y, peor aún, que no cuentan con el presupuesto para su implementación, como es el caso del parque del agua y la restauración en zonas estratégicas. Estos proyectos han sido viables, pero, a causa del cambio de mandato en las alcaldías, no han podido ser ejecutados, ocasionando que la disminución del agua empeore cada vez más con el paso de los años (Valenzuela, 2016).

Ante lo expuesto anteriormente, nos preguntamos: ¿cuáles son los factores que explican la evolución del consumo de agua y la viabilidad de las medidas de adaptación potenciales de las comunidades de la naciente de la cuenca hidrográfica la Marquesa, en el periodo 2009-2019? El problema hidro-social-ecológico en la cuenca la Marquesa se deriva de la insensibilidad de las acciones colectivas en la gestión del agua, donde hay falta de voluntad política, presupuestos municipales débiles y mínimo apoyo comunitario. A su vez, existen actividades humanas que llevan al deterioro de la cuenca y reducen el caudal de la fuente: incendios forestales, construcción de fosas sépticas, contaminación,

construcción de viviendas que vierten sus desechos al río, uso de fungicidas, deforestación, aumento de los límites agrícolas, pérdida de la cubierta vegetal, pastoreo, cultivo de eucaliptos, crecimiento poblacional y falta de concientización. Estas acciones dan como resultado que exista un aumento del consumo de agua.

Todas las afecciones mencionadas, de origen hidro-social, conducen a un deterioro de la cuenca y disminución del caudal de la fuente. Por ello, en este estudio es necesario analizar los meses de mayor demanda de agua en el periodo 2009-2019, identificando las condiciones que provocan un incremento en el volumen de consumo y sus efectos en la población, con el fin de priorizar las medidas de adaptación más factibles en colaboración con las autoridades municipales, los líderes comunales y las jefas, ante los nuevos hechos climáticos y las alteraciones territoriales generadas por el ser humano.

Este estudio presenta las medidas de priorización más viables a implementarse por las comunidades del cantón Cotacachi, ante el incremento en el volumen de consumo de fuentes de agua provenientes de la cuenca hidrográfica la Marquesa, durante la década de 2009 a 2019. Además, se han propuesto estrategias para que se adapten y tomen decisiones conjuntas con respecto a la reducción del caudal de consumo y así poder tener un mejor aprovechamiento del líquido vital desde una visión hidro-social. Este artículo se enfoca en la ecología política urbana, sistemas socio-ecológicos, servicios ecosistémicos, medios de vida sostenibles, modelos de hidrología y gestión del agua, que permiten determinar la evolución del consumo, los factores que afectan al recurso hídrico y la priorización de las medidas de adaptación; estas son consideradas disciplinas emergentes, que permiten un enfoque y una metodología para el estudio del cambio socioambiental que tiene lugar en asentamientos humanos. Esta metodología se fundamenta en el análisis específico de dos elementos principales: los condicionantes políticos, sociales, económicos, culturales y ecológicos que producen las urbes y sus alrededores, y el examen de la estructura y organización de las relaciones de poder y su expresión social e institucional en dichos entornos (Adarme et al., 2015).

Por ello, es importante realizar un análisis participativo de los cambios en el consumo de agua a lo largo del tiempo, los factores que los explican y la factibilidad de posibles medidas de adaptación por parte de las comunidades en la cuenca hidrográfica la Marquesa del cantón Cotacachi.

## **Métodos**

### **Situación, Territorio y Actores**

Según el Instituto de Estudios Ecuatorianos (2016), la cuenca la Marquesa tiene una cobertura de 324 hectáreas y una elevación pronunciada de 2410 a 3000 metros sobre el nivel del mar, además de un clima templado; la temperatura promedio fluctúa entre 14 °C y 15 °C. Por sus condiciones climáticas, Cotacachi dispone de una diversidad de especies de flora y fauna, debido a sus ecosistemas terrestres y acuáticos (Jaramillo, 2015).

La población total es de 961 personas distribuidas en tres comunidades indígenas, organizadas y dirigidas por líderes comunitarios; el 21.54 % corresponde a Batán, el

41.62 % a Azaya y el 36.83 % para la comunidad de San Pedro. La actividad económica que predomina dentro de las comunidades es la de jornalero/a o peón (Tabla 1), que se caracteriza por realizar el trabajo del cultivo de sus propias tierras o de las tierras de personas que los contratan y así les ayudan a brindar un sustento diario a los hogares.

**Tabla 1.** Actividades económicas desarrolladas dentro de las comunidades.

<b>Categoría de Ocupación</b>	<b>Comu- nidad de Batán</b>	<b>Comu- nidad de Azaya</b>	<b>Comuni- dad de San Pedro</b>
Empleado/a u obrero/a	3	1	0
Empleado/a u obrero/a privado	18	1	9
Jornalero/a o peón	30	47	56
Patrono/a	0	0	0
Socio/a	0	0	0
Cuenta propia	16	25	98
Trabajador/a no remunerado	0	1	1
Empleado/a doméstico/a	5	1	0
Se ignora	1	11	83
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>87</b>	<b>247</b>
<b>NSA:</b>	<b>134</b>	<b>313</b>	<b>107</b>

**Fuente.** Modificado del programa estadístico REDATAM

NSA: No respondieron a las preguntas del censo poblacional

En las tres comunidades analizadas a detalle y dentro de la cabecera cantonal, la cuenca de la Marquesa es la única fuente de agua que abastece el consumo del líquido vital y posibilita el desarrollo de diversas actividades:

- La comunidad Batán se encuentra en relación con la cuenca de la Marquesa en la parte baja, la cual tiene como beneficio el sistema de potabilización de agua de consumo para la zona central del cantón Cotacachi.
- Sobre la naciente de la zona de abastecimiento se encuentran las comunidades de San Pedro y Azaya, que tienen el problema de escasez de agua, razón por la cual su uso es limitado (Figura 1).



Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca hidrográfica la Marquesa, Cotacachi  
Fuente. Modificado del programa ArcGIS

Este estudio tiene un enfoque mixto, de naturaleza descriptiva y exploratoria. Las etapas de la investigación se describen a continuación y, a su vez, se muestra lo que las personas entrevistadas (líderesas comunitarias, mujeres organizadoras y técnicos de la ciudad) mencionaron.

### **Primera etapa: Evolución del consumo de agua en la naciente de la Marquesa.**

Para el cálculo del incremento del consumo de agua en la cuenca la Marquesa, se aplicó el método del volumen total de agua consumida, lo que permitió realizar un análisis detallado de los meses de alto consumo desde 2009 hasta 2019, y así poder identificar las posibles causas del incremento en el consumo del líquido vital (Arguello y Terán, 2018). De igual forma, se establecieron los periodos de mayor y menor consumo mensual del 2009 al 2019 para determinar si hubo aumento o disminución del consumo, ocasionado por el cambio climático u otros factores que están estrechamente relacionados con aspectos económicos y sociales. A partir de las entrevistas, se identificaron los tipos de eventos que ocurren para determinar si existe un aumento o disminución de demanda de agua y, a su vez se identificaron los factores que explican el aumento del volumen de uso de agua.

### **Segunda etapa: Factores que afectan el consumo de agua y las nacientes de la cuenca la Marquesa.**

Para establecer los factores que influyen en la reducción del volumen de agua en la cuenca y su impacto en el suministro de agua como servicio ecosistémico, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los técnicos del municipio, a las mujeres organizadas y a los líderes comunitarios, a través de una entrevista realizada vía telefónica, Skype y/o Zoom. Se les preguntó sobre sus percepciones sobre los aspectos que reducen el suministro de agua, la cantidad de nacientes de la cuenca que han desaparecido y sobre si existe una reducción en el suministro de agua o se

desconoce la existencia de fugas, pérdidas o de ciertas técnicas de riego aplicadas en la agricultura en el periodo 2009-2019.

Con toda la información recopilada y analizada, se procedió a elaborar dos mapas: uno, de las fuentes de agua de la cuenca que existieron y, el otro, de las fuentes que existen en la actualidad, para así poder constatar los cambios que se han producido dentro del área de estudio. Se realizó un análisis de contenido para poder formular inferencias que sean aplicables a las condiciones de la cuenca hidrográfica la Marquesa (Fernández, 2002). El análisis de contenido se realizó mediante la aplicación del *software* de análisis cualitativo Atlas.ti; constó de la asociación implícita que relacionó las citas, el apoderamiento del entrevistado sobre los temas, la transcripción de las entrevistas, la codificación del contenido de las entrevistas y el agrupamiento de categorías y familias de códigos.

**Tercera etapa: Priorización de medidas de adaptación a efectuar en la cuenca hidrográfica la Marquesa.** Se realizó un conversatorio a través de Skype, con ayuda de la técnica de grupos focales, con las mujeres organizadas, los líderes comunitarios y los técnicos del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Santa Ana de Cotacachi, con el objetivo de socializar los resultados de las etapas uno y dos y, asimismo, determinar y priorizar las medidas de adaptación que respondan a la capacidad adaptativa de la comunidad ante la rebaja del volumen del caudal disponible para la sociedad. Finalmente, se desarrolló una propuesta de adaptación enfocada a los resultados obtenidos, mediante la aplicación de una matriz de priorización tipo L (medidas propuestas vs. rango de calificación). Los entrevistados, por medio de los criterios de evaluación, calificaron cada una de las medidas propuestas en un rango de calificación máximo de 0-20 (acordado por los entrevistados), para así poder ayudar a las comunidades y a la municipalidad a encontrar soluciones comunes para el bienestar común de toda la población beneficiaria de este recurso hídrico.

## Resultados y Discusión

### Evolución del volumen de consumo de agua en la naciente de la Marquesa

Al analizar todos los datos de consumo del recurso hídrico de la naciente la Marquesa, se pudieron establecer rangos en los datos de la evolución del caudal de consumo del líquido vital en el periodo 2009-2019 (Tabla 2). Además, se establecieron intervalos basados en el método del volumen total de agua, determinando así los meses de mayor demanda de agua: junio, agosto, septiembre y diciembre (Figura 2).

**Tabla 2.** Rangos de consumo del recurso hídrico

Consumo en m <sup>3</sup>	Rangos de consumo
66.5 - 79.4	Bajo
79.4- 89.9	Medio
89.9 - 110.9	Alto

**Fuente.** Análisis de resultados del volumen total de agua del 2009 al 2019

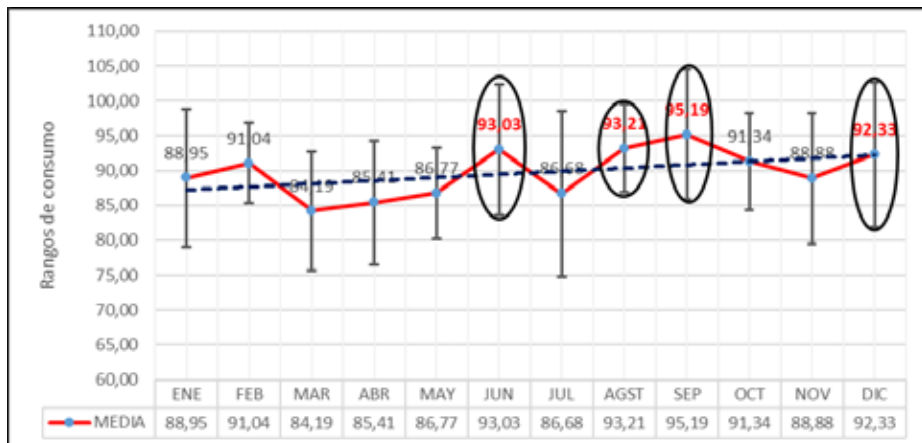
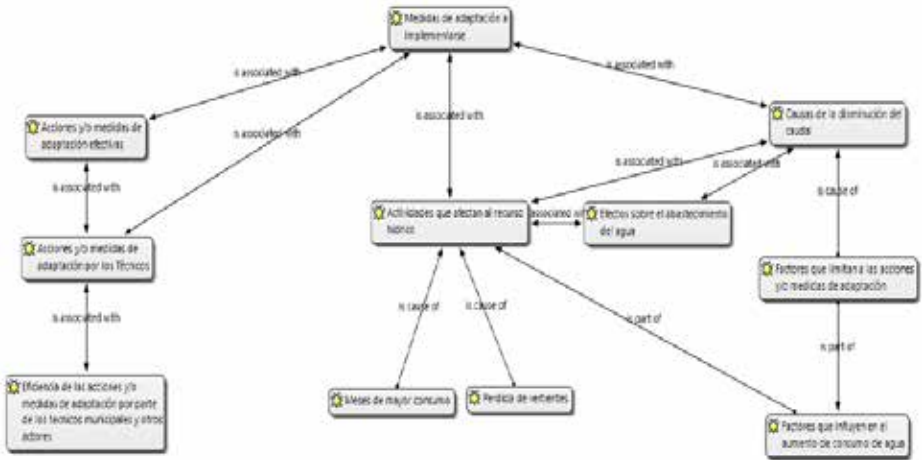


Figura 2. Media y desviación estándar del consumo hídrico 2009 -2019

Con el volumen total del caudal de consumo se determinó el promedio de uso del agua en el cantón Cotacachi durante el periodo 2009-2019; los meses de mayor consumo son: junio, agosto, septiembre y diciembre, coincidiendo con los meses obtenidos en el análisis por año. Los entrevistados señalaron que en estos meses se producen actividades que demandan un mayor consumo de agua: en el mes de junio, la fiesta ancestral del Inti Raymi, donde los indígenas tienen la costumbre de usar el recurso hídrico como medio para los baños rituales; en septiembre, la festividad de la ciudad de Cotacachi, en la que toda la población del cantón elabora la chicha de jora, acompañada de distintos encuentros sociales por el periodo de vacaciones, lo cual ocasiona un aumento en el número de habitantes en las viviendas que, a su vez, genera un aumento de consumo del agua; por último, en el mes de diciembre, se presenta un alto consumo de agua a causa de las distintas visitas, reuniones familiares y diversos eventos en la ciudad para celebrar la Navidad y el Año Nuevo.

### Factores que afectan el consumo de agua y las nacientes de la cuenca la Marquesa

Se categorizaron las respuestas de las entrevistas que identifican los factores que influyen en el mayor consumo de agua (Figura 3).



**Figura 3.** Relación entre categorías de los factores que influyen en el consumo de agua, comunidades de Cotacachi

Los entrevistados manifiestan que el caudal se ve condicionado por el calentamiento global, los incendios forestales, la contaminación en la zona y la migración laboral poblacional. Además, señalaron que se deben considerar los elementos que limitan su efectividad, que son: la falta de voluntad política, el bajo presupuesto municipal y la ausencia de apoyo comunitario. Respecto a las actividades que afectan de manera directa al recurso hídrico, se indicaron las siguientes: incendios forestales, construcción de fosas sépticas, contaminación, construcciones de casas que vierten sus desechos a los ríos, utilización de fungicidas, deforestación, aumento de la frontera agrícola, pérdida de la cobertura vegetal, pastoreo de animales, aumento poblacional, siembra de eucaliptos, deforestación y falta de concienciación de las personas. Todos estos factores inciden en la reducción del volumen del líquido vital de la naciente disponible para el consumo en el cantón.

Los efectos sobre la provisión del agua, según los entrevistados, afectan de manera directa a la irrigación de cultivos, al descontento de la población por no tener el acceso al recurso y a los recortes de prestación del servicio, que causan molestias a toda la población, como indica el S2:

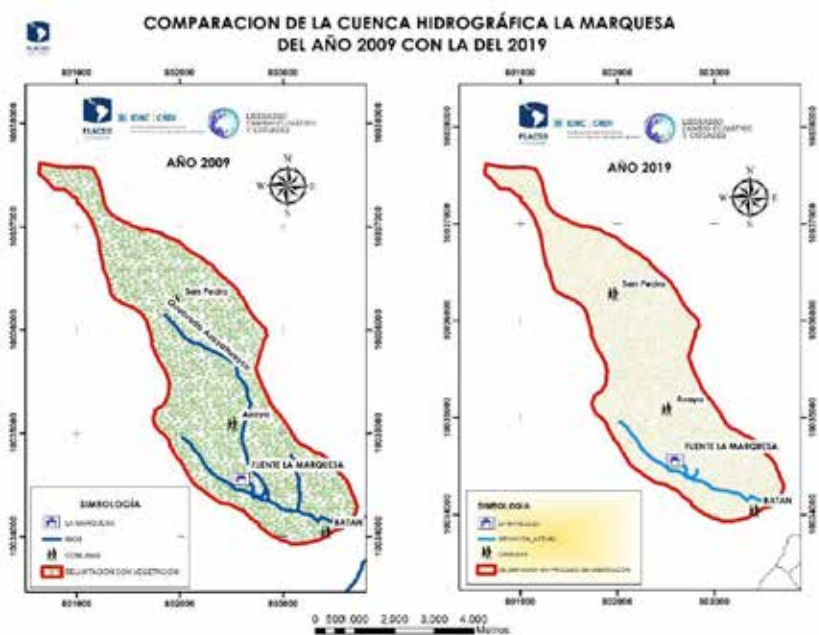
(...) la parte de la parte de abajo no tenemos suficientes regadíos y ahora estamos discutiendo acerca del riego de los cultivos... es que no estamos cuidando el agua. Está totalmente disminuido y no tenemos eso nos afecta a las comunidades (...).

Los entrevistados indicaron que las acciones encaminadas al aumento de caudal dentro de la cuenca son: sembrar árboles nativos y arbustos como cercas vivas alrededor de cultivos, construir reservorios, establecer métodos de cosecha de agua, implementar baños secos y realizar programas de educación ambiental. Como señala el S1: “sembrar pumamaki, aliso, laurel, yagual, sauce, esos son los que no chupa el agua”.

Finalmente, según los entrevistados, las medidas de adaptación que se tomen deben

basarse en la siembra de árboles; la implementación de un proyecto de plan maestro de manejo del recurso hídrico para el uso sustentable de la cuenca la Marquesa, el cual no ha sido implementado; la aplicación de la técnica de recuperación de agua; la construcción de plantas de tratamiento; la realización de programas de educación ambiental para escuelas y colegios, y el establecimiento de baños secos.

Los entrevistados indicaron que, dentro de la cuenca hidrográfica, ha desaparecido la quebrada Azayahuaycu (Figura 4). Así lo expresó el S6: “(...) la quebrada de azayahuaycu esa ha desaparecido, ya no hay mucha agua”. Esto se debe a la pérdida de la cubierta vegetal y a las diversas actividades humanas que aprovechan para regar los cultivos. La desaparición de esta fuente supuso un aumento del consumo de agua de la fuente Marquesa, lo que provocó a su vez un aumento del consumo limitado.



**Figura 4.** Comparación del consumo cuenca hidrográfica la Marquesa  
**Fuente.** Modificado del programa ArcGis

Los técnicos municipales señalan que, para reducir el impacto en el consumo de agua, han implementado brigadas ambientales, talleres de educación ambiental con escuelas y colegios, reforestación específica, campañas de concientización sobre el agua, siembra de especies nativas para su cuidado, campañas referentes al cuidado del agua y han ayudado a construir letrinas secas. En cuanto a la efectividad de las acciones y/o medidas de adaptación por parte de los técnicos del GAD Municipal y otros actores, los entrevistados manifestaron que las medidas más efectivas fueron la construcción de letrinas secas y la sensibilización de la población respecto a los problemas ambientales.



## **Priorización de medidas de adaptación a efectuar en la Marquesa**

Las medidas de adaptación propuestas por los entrevistados con mayor priorización son: las campañas de concienciación ambiental a escuelas, colegios y comunidades y la siembra de plantas nativas dentro de la cuenca hidrográfica, en sitios puntuales. Les siguen, en orden decreciente, la implementación de la técnica para cosecha del agua, la construcción de baños secos y la creación de plantas de tratamiento. Las medidas de adaptación sugeridas por los entrevistados están estrechamente relacionadas con los factores que inciden en la reducción del caudal de la cuenca y el aumento del volumen de consumo.

Los resultados obtenidos en este estudio son consistentes con los reportados previamente (CEPAL, s.f.; Durán y Torres, 2006; Valencia et al., 2014) sobre la preexistencia de distintas actividades realizadas por los seres humanos, como las actividades mágico-religiosas que suceden en diferentes épocas del año, el deterioro de ecosistemas por tala e incendios y la ausencia de reglamentos sancionatorios, junto a diversos impactos negativos como el vertido de aguas negras sin ningún tipo de tratamiento dentro de los cauces de agua, la aplicación de agroquímicos, el incumplimiento de la normativa de cuidado del agua y el incremento de zonas de cultivo hacia la parte alta de la cuenca. Todos estos efectos negativos generan una alteración dentro de la cuenca de la Marquesa, además de generar conflictos en el uso de los recursos hídricos por el aumento del consumo del mismo.

Al no considerar las diversas interacciones entre la sociedad y los ecosistemas, se incrementará la escasez de recursos hídricos y otros servicios ecosistémicos que ayudan a generar bienestar a la comunidad, como la producción de alimentos y los beneficios espirituales a los distintos grupos étnicos de Cotacachi. Patrón (2016) y Ramsar (2010) señalan la importancia de efectuar medidas y evaluaciones de políticas a nivel local para potenciar proyectos estratégicos con un enfoque de dirección y gestión. Este enfoque promueve la adaptación local, el cambio climático y el desarrollo regional, así como las políticas públicas que se deben implementar para el manejo de las cuencas hidrográficas.

A la hora de aplicar medidas de adaptación a los impactos generados por parte del cambio climático, en coordinación con actores locales clave, se comienza con un proceso de conservación de los recursos existentes, promoviendo que se establezca un enfoque de desarrollo local sustentable direccionado al manejo responsable de los recursos hídricos relacionados con los medios de vida de las comunidades de Cotacachi, para que las familias y los grupos puedan sostenerse sin dañar las cuencas hidrográficas. Durán y Torres (2006) señalan que es importante considerar las diferentes especies de bioindicadores en la zona, lo que ayuda a identificar situaciones potenciales en las que se ven afectadas las fuentes de agua. También mencionan que existe una relación entre el sistema y el medio ambiente que puede producir cambios directos y que, a su vez, permite identificarlos debido al mayor consumo de recursos naturales, situación que debe tenerse en cuenta en la cuenca hidrográfica de la Marquesa.

Zerbutzu (2006) establece que se debe tener en cuenta la resiliencia de los ecosistemas, determinando así su capacidad para absorber perturbaciones, restringirlas, reorganizarlas y así mantener su estructura, su función y su capacidad. Estas medidas de adaptación están relacionadas con la mejora de la resiliencia de los sistemas socioecológicos para mantener la estructura y la capacidad de los ecosistemas, proporcionando servicios

ecosistémicos de manera sostenible. Las acciones indicadas por el autor fueron identificadas, evaluadas y priorizadas por los entrevistados y, finalmente, se diseñaron los indicadores en base a las diferentes características de las medidas adaptativas de la cuenca. Se tomaron en cuenta los límites agrícolas para implementar proyectos de abastecimiento de agua y desarrollo local, a fin de poder adaptarse, aprovechar las oportunidades en beneficio de la sociedad y asegurar su sostenibilidad.

Finalmente, se elaboró una propuesta analizando los resultados y se concluyó que la educación ambiental y la siembra de especies nativas en áreas estratégicas ayudarán a conservar el agua dentro de las cuencas, además de ser medidas adecuadas y factibles dentro del área de estudio. Estas medidas se verán reforzadas por una guía titulada *Planeta te quiero verde*.

Esta propuesta tiene como objetivo promover la educación ambiental y la siembra de árboles nativos por parte de estudiantes, docentes de escuelas, colegios y comuneros de la comunidad de Cotacachi, con el fin de promover una cultura ecológica que se preocupe por los ecosistemas acuáticos y terrestres de la ciudad. Se deberá capacitar a la comunidad educativa de los institutos y grupos educativos mediante la implementación de seminarios teóricos y prácticos que permitan el desarrollo de la cultura ambiental y la preservación de los recursos naturales, a fin de promover el desarrollo sostenible. Además, se propone realizar recorridos de observación donde las escuelas y las comunidades identifiquen las principales causas del aumento del consumo de agua y cómo esto afecta a otros ecosistemas terrestres y acuáticos. Una vez que se complete la concientización ambiental y la plantación de árboles nativos, las escuelas y las comunidades podrán buscar soluciones a los impactos potenciales sobre los recursos hídricos, que serán socializados en las instituciones educativas y las comunidades para mejorar las condiciones de vida y fomentar la preocupación por el medio ambiente.

## Conclusiones

Una limitación de este análisis de datos de la evolución del consumo de agua, es que solo existen datos de consumo del recurso hídrico en el periodo 2009-2019, mas no existen datos de agua disponibles en la cuenca y tampoco existen datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de precipitaciones, lo que ocasiona que exista un limitante en la elaboración de mapas de análisis en referencia al balance hídrico de la cuenca.

La aplicación de entrevistas semiestructuradas se basó en: (1) datos personales; (2) actividades cotidianas que realizan los habitantes de la cuenca para satisfacer sus necesidades; (3) acciones y/o medidas de adaptación que han asumido las comunidades; (4) sus causas y consecuencias, y (5) la percepción de las medidas de adaptación que se han desarrollado en el periodo 2009-2019. La aplicación del *software* de análisis cualitativo Atlas.ti ayudó, en la selección de contenido analizado, a establecer códigos y categorías, así como un análisis mediante un diagrama que relaciona los códigos y categorías de mayor repetición de cada uno de los entrevistados, con la finalidad de obtener datos reales de toda la información cualitativa.

En los meses de junio, agosto, septiembre y diciembre, existe un gran aumento del consumo de agua a causa de múltiples eventos sociales que ocurren en la localidad, como fiestas, rituales de baño, diferentes dinámicas sociales y periodos vacacionales. Las comunidades que abarca la cuenca hidrográfica la Marquesa, se deberán ajustar a los criterios indicados por los actores sociales entrevistados: apoyo de actores relevantes, viabilidad financiera, efecto de las medidas de adaptación a corto plazo, costo/beneficio, sostenibilidad y viabilidad técnica.

El diseño de las medidas de adaptación respondió a cada uno de los entrevistados, quienes, por medio de la aplicación de la matriz tipo L, determinaron las distintas medidas de adaptación de mayor rango de calificación, basándose en la situación actual de la cuenca hidrográfica la Marquesa. Se obtuvieron, como medidas a aplicar, la concientización ambiental en escuelas, colegios y comunidades y la siembra de especies nativas.

Las medidas para aumentar el volumen de agua dentro de la cuenca hidrográfica la Marquesa, propuestas por los actores claves, son: siembra de plantas, campañas de educación ambiental en las instituciones educativas y comunidades, construcción de baños secos y plantas de tratamiento y cosecha del agua. En el proceso de la investigación se logró la elaboración de dispositivos de exploración y de aprendizaje colectivo, donde se analizaron los problemas y se generaron conocimientos con los actores clave acerca de las características del ciclo hidrosocial. Este es un conocimiento altamente significativo en términos de construcción de saberes territoriales locales, que permite responder y proponer acciones a implementar dentro del área de estudio.

Se pudo constatar que hay que tomar en cuenta los asentamientos poblacionales, pues son claves para implementar proyectos enfocados a la sostenibilidad, la provisión de agua, la concientización ambiental y el desarrollo local, para, de esta manera, poder afrontar las distintas afecciones ocasionadas por acciones antrópicas y por el efecto del cambio climático.

## Referencias

- Adarme, J., Córdoba, F., Ordoñez, C. y Yela, A. (2015). *La reforestación de la micro-cuenca "Calandayma", vereda la Esmeralda, una estrategia pedagógica con los estudiantes de cuarto grado de la institución educativa Fátima, Municipio el Tablón de Gómez Nariño*. Fundación Universitaria los Libertadores.
- Andrade, B. y Yépez, E. (2018). *Estrategias de conservación de los recursos naturales utilizados en manifestaciones culturales, comuna Eloy Alfaro-Turucu de Nacionalidad Kichwa, Cotacachi* [Tesis de Grado]. Universidad Técnica del Norte.
- Gestión de Agua Potable y Alcantarillado, 1 Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales (DEAGA) 1 (2018).
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *Proceso Regional de las Américas: Foro Mundial del Agua*. <https://doi.org/10.18235/0001028>
- Cambio Climático, Caudal Ecológico Y Seguridad Hídrica, (2012).

- Constitución de la República del Ecuador Registro Oficial No.449, 1 (2008). <https://www.fielweb.com/Index.aspx?rn=92740&nid=1#norma/1>
- Cuesta, F. (2017). Impactos observados y esperados del cambio climático en los Andes Tropicales e implicaciones para planificación territorial. In *CONDESAN* (Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Durán Juárez, J. y Torres, A. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral: Estudios Sobre Estado y Sociedad*, 12(36), 129–163.
- Fernández, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, II(96), 35–53.
- Figuroa, I. (2019). *Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador*.
- Francésa, F. y Bussib, G. (2014). Análisis del impacto del cambio climático en el ciclo de sedimentos de la cuenca del río Esera (España) mediante un modelo hidrológico distribuido. *Ribagua*, 1(1), 14–25. [https://doi.org/10.1016/s2386-3781\(15\)30004-9](https://doi.org/10.1016/s2386-3781(15)30004-9)
- Consultoría para elaborar e implementar un diseño hidrológico en la vertiente oriental del cerro Cotacachi, (2016).
- Jaramillo, J. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial-Cantón Cotacachi*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Plan de Manejo Adaptativo del sistema de agua potable Pita- Puengasí y sus cuencas abastecedoras al cambio climático* (Vol. 1). <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Plan-de-Manejo-Adaptativo-SAP-Pita.pdf>
- Molina, A., Pozo, M. y Serrano, J. (2018). Agua, saneamiento e higiene. In H2ostudio (Ed.), *Instituto Nacional de Estadística y Censos*.
- Ordóñez, J. (2011). ¿Qué Es Cuenca Hidrológica? *Sociedad Geológica de Lima*, 1, 1–44.
- Patrón, E. (2016). Manejo de cuencas y adaptación al Cambio Climático. *Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas, August 2015*.
- Ramsar. (2010). Manejo de cuencas hidrográficas. In *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales* (Vol. 9).
- Ruiz, L. M., Delgado, J., Angarita, H., Salas, H., Sánchez, J., Cortés, M. y Rueda, O. (2016). Efecto de Medidas de Adaptación Basada en Ecosistemas sobre Métricas Hidrológicas Considerando Cambio Climático: Río Nechí, Colombia. *Aqua-LAC*, 8, 21–33. [https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj-Zo765j5\\_PAhWCXR4KHb-PD5kQFggaMAA&url=http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI-AquaLAC-Mar2015-03EfectoMedidasAd](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj-Zo765j5_PAhWCXR4KHb-PD5kQFggaMAA&url=http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI-AquaLAC-Mar2015-03EfectoMedidasAd)
- Turbay, S., Nates, B., Jaramillo, F., Vélez, J. J. y Ocampo, O. L. (2014). Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce

y Chinchiná, Colombia. *Investigaciones Geográficas*, 85(85), 95–112. <https://doi.org/10.14350/rig.42298>

UNESCO. (2007). *El agua una responsabilidad compartida*.

Valencia, R., Serrano, D. y Galárraga, R. (2014). Cambios de uso del suelo en cuencas altoandinas y consecuencias en la oferta hídrica. Caso de estudio microcuenca del río Blanco, páramos del Nevado Cayambe, Ecuador. *Revista Epn*, 34(1), 1–9.

Valenzuela, D. (2016). *Centro de interpretación en el plan masa del parque del agua en el cantón Cotacachi-Imbabura*. Trabajo de graduación para optar al título de arquitecto. Universidad Central del Ecuador.

Zerbutzu, E. (2006). *Proyecto para una escuela de calidad ambientan* (Servicio c). Dirección de biodiversidad y participación ambiental.

En el estudio se analizaron imágenes de los años 1965, 1977, 1989, 1999, 2011 y 2021, en las que se identificó un polígono de estudio; se escogieron las categorías de los niveles I y II para clasificación del suelo de los procesos de metodología para elaborar planos que proporciona el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca del Ecuador (MAGAP). Las categorías que se identificaron dentro del área de estudio fueron zona antrópica, cuerpo de agua, vegetación arbustiva, mosaico agropecuario y pastizal.

El análisis presentado permite responder a los cuestionamientos planteados con relación al estudio del río Tahuando y a si la expansión urbana de la ciudad tuvo alguna afectación en sus riberas. Los resultados que se obtuvieron dentro de la comparativa de imágenes y porcentajes de las categorías de clasificación de suelo empleadas fueron los siguientes. La zona antrópica tiene un crecimiento en su área hasta llegar a consolidar como uso de suelo residencial las parcelas que constituían el mosaico agrícola en las primeras décadas de este estudio. La vegetación arbustiva y los pastizales son dos categorías que, en todo el período de análisis, se van a localizar en las riberas del río; los porcentajes de áreas van a variar en función del avance urbano, pero no van a perder territorio. El río, ubicado dentro de la categoría cuerpo de agua, presenta una disminución importante en la década de 1989; en los años posteriores recupera su caudal.

## Referencias

Asamblea Nacional de Ecuador (2016). LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO.

Chuvieco, E. (2008). Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio (3 ed.). (Planeta, Ed.) Barcelona, España

Farnum, F. y Murillo, V. (2019). Análisis multitemporal (1970-2017) del uso de suelo en cinco comunidades ubicadas a lo largo de la carretera Boyd Roosevelt, Panamá. *Tecnociencia*. Vol.21 (núm. 2). pág 26-38.

- Florian, A. (21-07-2022). ¿Qué es la cobertura vegetal? En15días. <https://en15días.com/educacion-ambiental/que-es-la-cobertura-vegetal/>
- MAE-MAGAP. (2015a). Protocolo metodológico para la elaboración del Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100.000.
- MAE-MAGAP. (2015b). Anexo 1. Protocolo de leyenda temática de tipos de uso y cobertura de suelo para la elaboración del Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100.000.
- Pineda Pastrana, Olivia (2011). *Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de valle de Santiago*. Tesis de maestría. CentroGeo. México.
- Rosero, M. M. (2017). Análisis multitemporal del uso de suelo y cobertura vegetal de la cuenca del río Tahuando y proyección de cambios al año 2031, en el cantón Ibarra. Tesis de maestría. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.

# Ciencias de la Vida



MATEO ANDRÉS JÁCOME PÉREZ

# Indicadores Socioeconómicos de los Productores de Maíz Duro en la Provincia de Loja, Ecuador

Flor Celi Carrión , Diego Pineda Arévalo , Carlos Cobos Suárez 

Celi, Flor Noemi  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador  
Autor para correspondencia: flor.celi@unl.edu.ec

Pineda, Diego  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador  
Diego.pineda@unl.edu.ec

Cobos, Carlos  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador  
Carlos.cobos@unl.edu.ec

## Resumen

El presente artículo se deriva de un proyecto de investigación denominado “Análisis contable-financiero y de rentabilidad en el proceso de producción de maíz”. El objetivo consistió en realizar un análisis de los indicadores socioeconómicos de los productores de maíz de la provincia de Loja, Ecuador. El estudio es importante, ya que la agricultura es una de las actividades que más beneficios genera para el sector primario y para otros. El maíz duro es un producto agrícola de vital importancia tanto para la alimentación de los ecuatorianos como para el uso agroindustrial en la preparación de alimentos balanceados para animales. La importancia radica en conocer la situación socioeconómica de los productores de maíz, tomando en cuenta que esta actividad es determinante para su situación económica. Para ello, se desarrolla una aproximación teórica donde se sistematizan algunos elementos significativos de los estudios socioeconómicos existentes. Este estudio responde al plan de transversalización de ejes de igualdad de la Universidad Nacional de Loja. Se requirieron métodos, técnicas y estrategias coherentes con los objetivos planteados; se analizaron variables importantes que afectan a la producción y los recursos en el contexto socioeconómico y productivo. Se aplicaron instrumentos de recopilación de información como encuestas y entrevistas dirigidas a productores de los lugares investigados, mediante técnicas de grupo focal en mesas de trabajo con una muestra adecuada que cumplía con los criterios y propósitos de la investigación. Los resultados muestran que es necesario determinar las variables significativas que actualmente están afectando a la producción de maíz respecto a los recursos y el manejo productivo, de lo que se concluye que los productores llevan a cabo el proceso en condiciones desfavorables, lo que limita la obtención de mejores niveles de producción y competitividad.

**Palabras clave:** contexto social, condición socioeconómica, productores, manejo productivo



## Introducción

El maíz es un producto agrícola originario del continente americano que, a mediados del siglo XVII, fue llevado a Europa. Representa uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria en el mundo; es una planta trascendente para el bienestar de la humanidad, ya que posee gran variedad de usos: tiene uso alimenticio para los seres humanos y se emplea para la fabricación de alimentos balanceados para animales y para la elaboración de combustibles (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO-LRC], 2011). Además, desde tiempos inmemorables, el maíz se ha constituido como la herencia milenaria de los pueblos mesoamericanos (Munguía-Aldama et al., 2016).

Los países en vías de desarrollo se encuentran concentrados mayoritariamente en las zonas rurales y dependen principalmente de la agricultura como su principal sustento. Por lo tanto, para lograr sostener las necesidades actuales se deben buscar relaciones con el entorno social y se deben disminuir las prácticas de consumo excesivo y de generación de pobreza, principalmente (Gutiérrez, 2013). Así, el maíz es de gran importancia; representa el cereal de mayor consumo en el mundo y es considerado vital para las economías agrícolas por cuanto genera beneficios económicos. Se prevé que la producción mundial para el año 2029 crezca en 193 millones de toneladas métricas y que el consumo aumente de modo lento, debido a algunos factores como la demanda de forraje, el consumo humano y las nuevas políticas referentes a los biocombustibles, entre otros (FAO, 2020).

En el Ecuador, según datos tomados de la encuesta de superficie de producción agropecuaria continua del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2020), el maíz duro seco se clasifica dentro de los cultivos transitorios y más del 25 % de la población ecuatoriana está relacionada con el sector agropecuario (el 62 % trabaja en la agricultura). Es por ello que este sector es considerado como medio básico y de buena participación para fortalecer la economía del país, considerado históricamente como agrícola. En su mayoría, la población depende de esta actividad; a su vez, el maíz duro representa un gran aporte para la economía de los agricultores ecuatorianos, por lo que se debe manejar el cultivo de forma adecuada a fin de generar un mayor rendimiento productivo (Analuís et al., 2020).

El trabajo investigativo busca determinar los indicadores socioeconómicos y productivos de los productores maiceros de la zona de Celica, Pindal y Zapotillo para determinar las variables que afectan a la producción de maíz, tomando en cuenta los recursos y el manejo de la producción, principalmente. En concreto, se requiere determinar los factores sociales, económicos y de producción que inciden en la producción que obtienen los productores de maíz de las zonas de investigación.

Para detallar esta idea, en los siguientes párrafos se ofrece una contextualización sobre los indicadores socioeconómicos y productivos de los productores de maíz. Posteriormente, se muestran algunas variables de estudio que hacen referencia al contexto social, económico y productivo; ciertas variables están afectando a la producción de maíz en relación con los recursos y el manejo productivo, principalmente.

## Revisión teórica

En la producción de cultivos de cereales, el maíz es el más cultivado a nivel mundial, por lo que ocupa el primer lugar, superando al arroz y al trigo. Así sucede en continentes con economías en desarrollo, como el latinoamericano y el africano; se recalca que en Asia esta gramínea ocupa el tercer lugar después del arroz y el trigo (FAO, 2003).

Es así que tiene una gran importancia económica, al ser considerado como uno de los principales cereales cultivados en el mundo (Aguilar, 2019). En nuestro país, el maíz duro tiene mayor relevancia, ya que es utilizado como insumo básico para el consumo humano y la elaboración de alimentos balanceados para animales (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [NIAP], 2020); además, su cultivo representa una de las actividades agrícolas de mayor relevancia en el ámbito económico. Autores como López et al. (2019) señalan que el cultivo de maíz nace como una actividad primaria del sistema agrícola, donde se utilizaban semillas locales, no se daba tratamiento contra las enfermedades ni plagas y, sobre todo, se sembraba tomando como base los conocimientos tradicionales.

De igual forma, la FAO expresó que la seguridad alimentaria se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer las necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana, en consonancia con el derecho fundamental a no padecer hambre (Calero, 2011). Desde esta perspectiva, se puede determinar que la soberanía alimentaria prioriza la producción agrícola local para alimentar a la población, por lo que impulsar el acceso de los hombres y mujeres campesinas a la tierra, al agua, a las semillas, a la biodiversidad y a sus recursos productivos es un imperativo.

En la Constitución del Ecuador de 2008 se plasma una nueva perspectiva encaminada a la construcción de una sociedad y economía accesibles, introduciendo la soberanía alimentaria como aspecto medular para construir nuevas estrategias para el ámbito rural y rescatando el sector campesino y agrario. Con la implementación de la soberanía alimentaria, se logra un equilibrio entre los seres humanos, la naturaleza, el suelo, el agua y el aire, a fin de garantizar la producción actual y futura de alimentos adecuados para todas y todos (Constitución de La República Del Ecuador, 2008).

Es por ello que en nuestro país el maíz es uno de los cultivos más importantes para la alimentación de los ecuatorianos, ya que su producción provee la materia prima para la agroindustria y la alimentación humana. En la actualidad, la producción nacional está orientada a los tipos de maíz duro y suave de color amarillo, una de las pocas especies que se cultivan a nivel nacional (Quiroz et al., 2016).

En el Ecuador, el maíz duro seco se clasifica dentro de los cultivos transitorios. En el año 2020, la producción de maíz estuvo destinada, en su mayoría, un 70 %, a la industria de alimentos de uso animal; el 22 % fue destinada a las exportaciones y el restante se utilizó para el consumo humano y la producción de semillas (AGRO BAYER, s.f.). En cuanto al cultivo de la gramínea en el año 2021, se cultivaron en el país alrededor de 374 000 ha, de lo que se obtuvo una producción de 1.7 millones de toneladas y se vendieron 1 260 904. La producción de maíz duro está localizada principalmente en la región de la costa; en ciertas zonas se siembra hasta dos

ciclos en el año. En la provincia de Los Ríos se encuentra el 49.26 % de la producción nacional, seguida de Manabí con el 21.5 % (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2020). En la provincia de Loja, en el año 2021, se sembraron 373 507 ha y se cosecharon 366 138 ha, produciendo 1 699 370 toneladas métricas de las cuales se vendieron 1 649 098 (ESPAC, 2021).

En el informe de rendimientos del maíz amarillo correspondiente al invierno de 2020, publicado por el MAG, en referencia a las características de la producción de maíz duro en algunas zonas del Ecuador (Guayas, Manabí, Los Ríos, Santa Elena, El Oro y Loja), se señala que la superficie promedio de cultivo de la gramínea es de 4.33 ha, la fuente principal de ingresos de los productores es el maíz (86 %), los cuales cultivan semilla certificada (94 %), y entre las principales variedades se encuentran el emblema, dekalb 7088, advanta 9312, triunfo y trueno, entre otras. Además, se determina que el 98 % de productores utilizan fertilizantes y que los principales problemas que han tenido los cultivos son, entre otros, las plagas y enfermedades, la falta de agua y los bajos precios (MAG, 2020).

Del mismo modo, en el país, según datos tomados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, en referencia a los productores agropecuarios se debe indicar que existen alrededor de 140 000 plazas de trabajo que aportan de forma directa o indirecta a la producción; el 27 % de quienes se dedican a esta actividad son mujeres y el 73 %, hombres. Se señala que el nivel de instrucción es la primaria, en su mayoría (56 %), y que la edad de quienes se dedican al cultivo fluctúa entre los 45 y 64 años, con un 44.9 % (ESPAC, 2021).

## **Métodos**

El trabajo de investigación se desarrolló en los cantones de Celica, Pindal y Zapotillo, pertenecientes a la provincia de Loja. Según datos del MAG, estos lugares presentan una mayor producción y, sobre todo, mayor espacio de tierra dedicado a este cultivo. Asimismo, la provincia de Loja es la tercera a nivel nacional en cuanto al rendimiento en la producción de maíz, razón más que suficiente para que el grupo de investigación decida tomar estos cantones como muestra representativa.

Para el desarrollo del estudio se utilizaron métodos, técnicas y estrategias adecuadas que permitieron alcanzar los objetivos planteados, como la revisión y análisis de estudios existentes sobre la caracterización socioeconómica de la producción de maíz en revistas, documentos especializados nacionales e internacionales y páginas web, entre otras fuentes relacionadas con este campo. Además, se realizaron visitas de campo por parte del grupo de investigadores y tesisistas a los cantones Celica (Sabanilla, Las huertas); Pindal (La esperancita), y Zapotillo (Paletillas, El cebollal y Polo polo), lugares tomados como muestra para realizar la investigación.

Se diseñaron encuestas, guías de entrevistas y listas de cotejo para aplicarlas a los productores involucrados en la investigación. Con el fin de determinar las condiciones socioeconómicas de los mismos, se contó con una población de 4100 productores de maíz y, mediante una selección aleatoria estratificada, se procedió a escoger una muestra adecuada que cumpliera con los propósitos de la investigación; del Cantón Zapotillo se escogieron a 34 informantes, del Cantón Celica, 41, y del Cantón

Pindal, 25 productores. Una vez elegida la muestra se procedió a investigar mediante la metodología de grupo focal y talleres en mesas de trabajo, en los cuales se usaron las encuestas y entrevistas correspondientes al análisis socioeconómico de los productores de maíz, datos que fueron sistematizados en los programas Excel y SPSS.

## Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los datos obtenidos referentes al nivel socioeconómico y productivo de los productores de maíz en los sectores donde se desarrolla la investigación. Para ello, se realizó una encuesta a 100 productores de acuerdo a la muestra aplicada en los cantones Pindal, Celica y Zapotillo, en la que se detectaron variables importantes que afectan a la producción de maíz respecto a los recursos y el manejo productivo, para lo cual se analizan factores referentes a aspectos investigados del contexto social, económico y productivo de los productores de maíz.

**Tabla 1.** Contexto social de los productores de maíz duro de Pindal, Celica y Zapotillo

CONTEXTO SOCIAL	CELICA		PINDAL		ZAPOTILLO	
	f	%	f	%	f	%
<b>GÉNERO</b>						
Masculino	27	65.9	24	96	30	88.2
Femenino	14	34.9	1	4	4	11.8
<b>ESCOLARIDAD</b>						
Primaria	31	75.6	13	52	20	58.8
Secundaria	7	17.1	12	48	12	35.3
Superior	3	7.3	0	0	2	5.9
<b>EDAD</b>						
20 – 30	5	12.2	5	20	6	17.6
31 – 41	7	17.1	10	40	11	32.4
42 – 52	12	29.3	3	12	8	23.5
53 – 63	12	29.3	1	4	7	20.6
64 – 74	5	12.2	6	24	2	5.9
<b>ETNIA</b>						
Mestizo	41	100	25	100	32	94.1
Montubio	0	0	0	0	1	2.9
Blanco	0	0	0	0	1	2.9

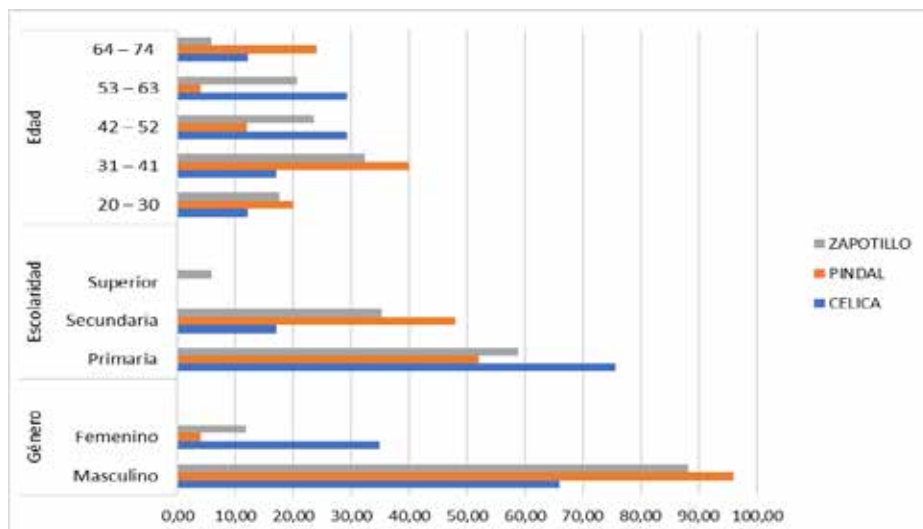
### ASOCIATIVIDAD

Si pertenece	3	7.3	5	20	7	20.6
No pertenece	38	92.7	20	80	27	79.4

### MANO DE OBRA

Familiar	2	4.9	1	4	3	8.8
Contratada	16	39	12	48	15	44.1
Las dos	23	56.1	12	48	16	47.1

Nota. Los datos que constan en la tabla 1 fueron tomados de la encuesta aplicada a los productores de maíz de los cantones investigados, donde se resaltan los principales datos del entorno social de los mismos. El cuadro es elaborado por los autores, año 2022.



**Figura 1.** Indicadores del contexto social de los productores de maíz

Nota. En la figura 1 se muestran los indicadores más significativos del contexto social de los productores de maíz de los cantones Celica, Pindal y Zapotillo que, a criterio de los investigadores, son de mayor importancia. Año 2022.

Como se observa en los datos de la Tabla 1 y la Figura 1, se han analizado algunas variables en las que se realiza una caracterización social de los productores de maíz de los cantones investigados, resaltando que en los encuestados, quienes se dedican al cultivo de maíz son en un 81 % hombres, frente a un 19 % de mujeres; respecto al nivel de escolaridad, en su mayoría han asistido hasta la primaria, 65.4 % hombres y 57.9 % mujeres; la edad promedio de los productores hombres y mujeres se encuentra entre los 31 y 71 años, y la etnia a la que pertenecen los hombres y mujeres es la mestiza casi en un 100 %.

Otro aspecto que el grupo de investigadores consideró importante analizar fue si los productores se encuentran integrados en asociaciones, gremios u organizaciones agrícolas, productivas o comunitarias; se puede señalar que el 15 % sí pertenece a una asociación y el 85 % no pertenece. Al respecto, Codespa (2012) menciona que las asociaciones agrícolas no solo son un instrumento de desarrollo sino que actualmente, a nivel mundial, tienen un rol muy importante en la integración de productores en cadenas de suministro complejas. En este nuevo rol, la asistencia técnica, el fortalecimiento organizacional y el desarrollo de capacidades de los grupos asociativos son factores necesarios para que puedan desarrollar sus actividades económicas con mayor seguridad y que sean menos vulnerables a las dinámicas de mercado, al fortalecer sus relaciones con el resto de actores.

Dependiendo de los resultados, es importante manifestar que pertenecer a una asociación trae beneficios, ya que en nuestro país se considera al sector asociativo como unidades económicas productivas similares o complementarias, con el objeto de producir, comercializar y consumir bienes y servicios lícitos y socialmente necesarios, autoabastecerse de materia prima, insumos, herramientas, tecnología, equipos y otros bienes, o comercializar su producción en forma solidaria y autogestionada bajo los principios de la Ley de Economía Popular y Solidaria (Codespa, 2012).

En lo concerniente a la mano de obra para la producción de maíz, los productores señalan, en su mayoría (51 %), que trabajan con personas contratadas y mano de obra propia, mientras que el 43 % cultiva solo con personas contratadas al jornal. En este sentido, es importante aclarar que pagan a personal para que realicen el trabajo de siembra, labores culturales y cosecha en los denominados centros de actividad que utilizan para el cultivo. Un jornalero cobra la cantidad de 20 dólares americanos por el trabajo.

En los sectores de investigación es importante el reconocimiento a la labor que cumplen los grupos familiares en el cultivo de maíz duro, tomando en cuenta que la mayoría de productores realizan las labores de cultivo con mano de obra familiar. Al respecto, la FAO (2022) centra la atención mundial sobre el rol de la agricultura familiar en la lucha por la erradicación del hambre y la pobreza, la seguridad alimentaria y la nutrición, en convivencia con la gestión adecuada de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

**Tabla 2.** Contexto económico de los productores de maíz de los cantones Celica, Pindal y Zapotillo

CONTEXTO ECONÓMICO	CELICA		PINDAL		ZAPOTILLO	
	%	f	%	f	%	f
<b>FINANCIAMIENTO</b>						
Banca pública	26	63.4	9	36	22	64.7
Banca privada	7	17.1	10	40	3	8.8
Fondos propios	12	29.3	7	28	9	26.5
Fondos de terceros	1	2.4	2	8	3	8.8

### TIPO CRÉDITO

Productivo	29	70.7	14	56	20	58.8
Consumo	2	4.9	2	8	5	14.7
No tiene crédito	10	24.4	9	36	9	26.5

### IMPUESTOS

Tierras productivas	8	19.5	4	16	5	14.7
Nacionales y municipales	15	36.6	9	36	10	29.4
SRI (Rise)	6	14.6	3	12	5	14.7

### TENENCIA DE

#### LA TIERRA

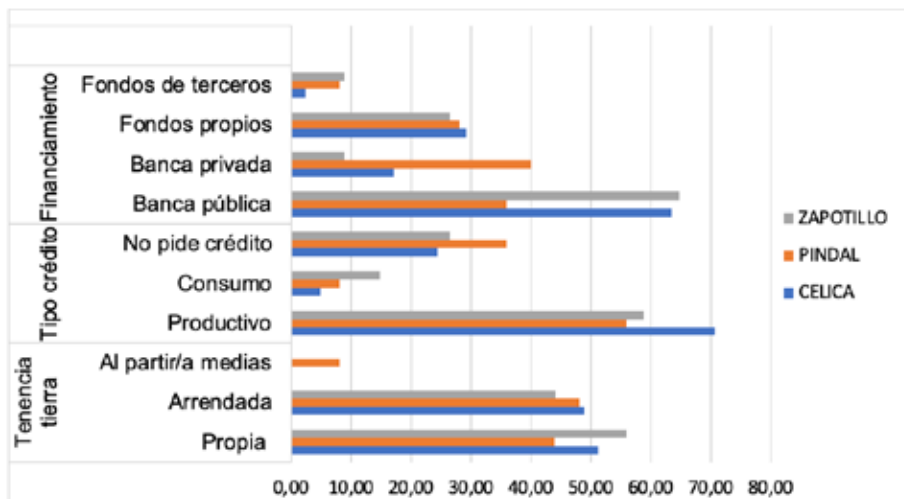
Propia	21	51.2	11	44	19	55.9
Arrendada	20	48.8	12	48	15	44.1
Al partir/a medias	0	0	2	8	0	0

### CLASIFICACIÓN PRODUCTORES\*

Pequeño	168	68.6	45	18.4	32	13.1
Mediano	1258	76.3	207	12.6	184	11.2
Grande	1676	71.7	355	15.2	308	13.2

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los productores, donde se señala la caracterización económica de los mismos. Los cuadros fueron elaborados por los autores en el año 2022.

\* La clasificación de los productores de maíz de la zona de investigación se la realizó tomando en cuenta los datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de 2019. La clasificación se realiza de acuerdo a los kits de semilla de maíz que cultivan, asumiendo que cada kit se cultiva en una hectárea de terreno.



**Figura 2.** Indicadores del contexto económico de los productores de maíz

**Nota.** En la figura 2 se muestran los indicadores que, a criterio de los investigadores, son los más significativos del contexto económico de los productores de maíz de los cantones Celica, Pindal y Zapotillo. Año 2022.

Como se puede observar en la Tabla 2 y la Figura 2, se hace referencia a los indicadores económicos. De acuerdo a estudios realizados, el sistema financiero en la actualidad es de vital importancia para la economía de cualquier país, ya que a través de este se realizan todas las actividades financieras existentes (Consejo Provincial de Loja, 2019). Respecto al financiamiento de la producción de maíz, la banca pública financia al 43 % de los encuestados, la banca privada financia al 20 %, el 28 % financia su cultivo con fondos propios y el 6 % lo financia con fondos de terceros (envíos desde el exterior y financistas no regulados, por lo que el costo de acceso al servicio con tasas de interés elevadas, unido a los trámites burocráticos, hacen que esta opción sea más cara y complicada que la misma necesidad). Frecuentemente, recurren a cooperativas de ahorro y crédito y a los financistas no regulados, que cobran elevados intereses por sus créditos, ocasionando que la producción de maíz sirva para la subsistencia. A esto se suman factores ambientales y naturales, así como la falta de políticas públicas que presten apoyo, sobre todo, a los pequeños productores, que en los lugares de investigación son alrededor del 72. 2%.

De los productores que cultivan maíz duro, el 63 % lo realiza con créditos productivos, el 9 % realiza créditos de consumo y un 28 % no requiere de créditos para la producción. Se determina que un crédito productivo se otorga siempre y cuando sea para financiar actividades productivas y que, para evaluar la capacidad de pago del deudor, la institución financiera otorgante del crédito debe considerar toda la información financiera actualizada y documentada; es por ello que los productores del sector señalan que es demasiado oneroso realizar un trámite de esta naturaleza, pero la mayoría accede a ellos porque los intereses que ofrecen son más bajos.



En cuanto a los impuestos que tienen que pagar al Estado, es importante recalcar que el 17 % paga impuestos a las tierras productivas, el 34 % paga impuestos nacionales y municipales y el impuesto al régimen impositivo simplificado ecuatoriano (RISE) lo paga el 14 %. Es necesario aclarar que en la encuesta aplicada constan datos correspondientes al año 2021, actualmente los productores deben pagar el impuesto al RIMPE.

Al respecto, Muquis (2016), citado en López-Jara (2022), señala que los distintos operadores en el sector agrícola están llamados, como cualquier actor productivo, a contribuir con sus tributos a las finanzas públicas, en lo que se refiere a las obligaciones de impuestos nacionales y locales. Como retribución, el Estado ha considerado beneficios y estímulos fiscales como deducciones, exoneraciones y rebajas, entre otros, orientados a fortalecer este sector. Dicho de otro modo, los productores agropecuarios dan tributo al Estado y, a cambio, pueden participar en proyectos de reactivación e incentivos que les permitan mejorar sus actividades económicas.

En lo referente a la tenencia de la tierra, el 47 % cultivan en terrenos arrendados y el 51 % en terreno propio. Al preguntar sobre el tiempo de tenencia de la tierra, el 47 % es propietario entre 1 y 13 años; el 31 % es propietario entre 14 y 27 años y el 21 % más de 28 años. A este respecto, la FAO (2003) menciona que la tenencia de la tierra es importante en las intervenciones de desarrollo rural que tratan de mejorar la dotación de activos de la población para que se pueda disfrutar de medios de vida sostenibles; estos comprenden las capacidades, activos y las actividades correspondientes. En este sentido, los derechos de propiedad sobre la tierra, junto con la mano de obra, forman el activo más común utilizado para producir alimentos destinados al consumo familiar y comercial.

En el caso de los productores que cultivan en tierras arrendadas, el 57 % paga en concepto de arriendo por año, un valor entre 1 y 139 dólares americanos y el 34 % paga entre 280 y 420 dólares. Los productores que arriendan tierras para sembrar la gramínea son, en general, los pequeños productores, que, al no tener suficiente productividad, están viendo afectada su economía familiar. En vista de que es más complicado acceder al financiamiento de equipos y materiales para el cultivo y que tienen escasa capacidad para negociar el precio de la producción y el acceso a los mercados locales y nacionales, manifiestan que no hay ganancia en las ventas que realizan y que muchas veces logran con dificultad recuperar el dinero invertido en los costos de producción.

De la información cartográfica obtenida por el MAG (2019), se puede señalar que los productores de maíz duro son 4233, distribuidos en los tres cantones, de los cuales la mayoría se clasifican en pequeños productores (cultivan hasta 5 ha), medianos productores (cultivan entre 6 y 10 ha) y grandes productores (cultivan más de 11 ha). La clasificación de los productores fue realizada por el MAG de acuerdo al proyecto de semillas de alto rendimiento (PITPPA), tomando en cuenta los kits de semillas que se siembran en las áreas de los predios de los cantones investigados.

Respecto al contexto productivo, es importante señalar algunos de los elementos principales que se van a analizar: costos de producción de maíz duro, superficie cultivada, producción promedio en quintales y toneladas y rendimiento obtenido. El costo total de la producción de maíz es de 1857 dólares americanos. De acuerdo a la investigación realizada, se pudo determinar que los productores de los lugares investigados cultivan por centros de actividad. Por lo tanto, los costos se dividen en: actividades de siembra,

que tienen un valor de 649 dólares; labores culturales, cuyo costo es 932 dólares y, finalmente, la cosecha, que cuesta 276 dólares americanos.

Tomando en cuenta los criterios de Zapata (2004), un plan o estructura de costos de producción debe ser sistemático, flexible, homogéneo, claro en la denominación de las cuentas seleccionadas y específico. Con esto se pretende garantizar al productor un ordenamiento en sus cuentas y un proceso más ordenado a la hora de tomar decisiones. Es decir, en el caso de la producción de maíz, es necesario separar las etapas productivas en el campo y diferenciar cada uno de los insumos aplicados hasta llegar a la cosecha.

Por lo tanto, se puede afirmar que los productores realizan estas actividades en los cultivos de maíz diferenciando claramente tres fases: siembra, labores culturales y cosecha. En lo referente a la siembra, realizan el desbroce del monte, quema de maleza, selección de semilla, aplicación de herbicidas, desinfección y siembra de la semilla; en las labores culturales, se llevan a cabo, principalmente, actividades como fertilizaciones y controles de enfermedades y plagas, y en la fase de cosecha, están determinadas actividades de recolectado, amontonado, desgranado y almacenamiento, diligencias que, por su complejidad, las realizan con maquinaria especializada.

Además, se deben tomar en cuenta otros factores y, para ello, es menester mencionar un artículo escrito por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (2009), donde se indica que cada unidad de producción tiene costos que responden a realidades propias de la zona geográfica, como las variantes climáticas, la aptitud de suelo, el manejo de agua y los controles fitosanitarios, que inciden finalmente en el costo de producción. Estos criterios se adaptan a la producción de los sectores de investigación, ya que cuenta con factores edáficos pertinentes.

En cuanto a la producción de maíz duro en los lugares investigados, se ha sectorizado y en el cantón Celica, para el año 2021, fue de un aproximado de 155 q ha<sup>-1</sup>, lo que da un total de 9656.74 toneladas. Por otro lado, el cantón Pindal tuvo una producción aproximada de 55 670.91 toneladas, con una producción promedio de 166 q ha<sup>-1</sup>. El cantón Zapotillo produjo aproximadamente 156 q ha<sup>-1</sup>, con un total de 84 999.62 toneladas. Los datos han sido obtenidos de la encuesta aplicada a los pequeños, medianos y grandes productores por el equipo de investigación en las visitas realizadas a los lugares señalados en el año 2021.

El uso de semillas certificadas, fertilizantes y plaguicidas y otros factores han permitido mejorar considerablemente el rendimiento de los cultivos. Si se toman en cuenta los estudios realizados por el MAG, a nivel nacional, se está utilizando el 47 % de estos elementos y en la provincia de Loja, el 74 %; sin embargo, el uso de estos insumos varía de acuerdo a la economía de los productores. En los cantones de investigación el rendimiento promedio es de 7,20 t ha<sup>-1</sup>, si se compara con los promedios obtenidos a nivel de la provincia, que es de 6,39 t ha<sup>-1</sup>, datos que permiten manifestar que se ha mejorado considerablemente la producción, tomando en cuenta que la siembra la realizan una vez por año en época invernal y con métodos tradicionales.

## Conclusiones

La producción de maíz duro en el Ecuador es de vital importancia, debido a que constituye un insumo básico para el consumo humano y la elaboración de productos balanceados para animales; además, es parte de la seguridad alimentaria alrededor del mundo, la cual prioriza la producción agrícola para alimentar a la población. Por tanto, es necesario el impulso, apoyo y acceso de hombres y mujeres al uso de la tierra, a fin de lograr el equilibrio entre seres humanos y naturaleza y garantizar la producción de alimentos adecuados para el consumo, tomando en cuenta que este sector productivo está presente en cada una de las provincias del país y que, en la provincia de Loja, los cantones Celica, Pindal y Zapotillo poseen zonas maiceras por excelencia.

En los cantones Celica, Pindal y Zapotillo, en el contexto socioeconómico de los productores, se analizaron variables significativas que actualmente están afectando a la producción de maíz respecto a los recursos y, sobre todo, al manejo productivo. Se determinó que los encuestados que se dedican al cultivo, en su mayoría, son del sexo masculino, han cursado la primaria y tienen una edad promedio de entre 31 y 71 años; por otro lado, muchos de ellos (el 85 %) no pertenecen a una asociación maicera y el cultivo lo realizan con mano de obra propia (familiar). No se ha logrado que el Estado asuma la responsabilidad en el proceso productivo que, en definitiva, merece especial atención por presentar riesgos tanto en la siembra como en las labores culturales y la cosecha, causados por situaciones adversas que provocan pérdidas. Además, el productor maicero lleva a cabo este proceso en condiciones desfavorables por la falta de asistencia técnica, que los limita en la obtención de mejores niveles de producción y competitividad, ya que al realizar el cultivo de la gramínea de modo manual, sin llevar registro e información adecuada, se dificulta la incorporación de las técnicas requeridas en el proceso.

En referencia al contexto económico de los productores, la mayoría de ellos realiza el cultivo de maíz duro con fondos financiados por la banca pública y la banca privada; muy pocos lo realizan con fondos propios o de terceros. Esto manifiesta que la producción de maíz sirve para la subsistencia debido a la situación económica persistente, lo que implica que la mayoría de productores genera ingresos para sostener medianamente a su familia. Los ingresos, en su mayoría, se destinan a pagar deudas contraídas con anterioridad y en muchos de los casos se tienen experiencias de ciclos de cultivos anteriores en los que, por cuestiones de desconocimiento de políticas públicas y escaso asesoramiento técnico sobre los cultivos, año tras año las cosechas generan un impacto negativo sobre la economía familiar. A ello se suma que muchos productores cultivan en tierras arrendadas y que los que lo hacen en terrenos propios tienen que pagar los impuestos que el gobierno impone.

En el contexto productivo de los agricultores de los lugares investigados, se pudo determinar que cumplen con los mismos centros de actividad, que se han denominado siembra, labores culturales y cosecha, determinando que se cultiva una vez al año en época invernal y utilizando métodos tradicionales. Dichos centros de actividad le cuestan al productor alrededor de 1857 dólares americanos por hectárea de terreno cultivado. Por tanto, es necesario determinar con claridad la cadena de valor como una herramienta básica que ayude a identificar ventajas y desventajas en la producción, de modo que se obtenga el mejor rendimiento y, con una orientación adecuada, se gestione una mayor productividad y eficiencia en el cultivo de maíz duro.

## Referencias

- AGRO BAYER. (s.f.). Cultivo de Maíz en Ecuador |. <https://agro.bayer.ec/cultivos/maiz>
- Aguilar, S. A. (2019). Simbología del maíz en la cultura andina milenaria: resistencia e identidad del hombre andino. *Investigaciones Sociales*, 22(41), 37–55. <https://doi.org/10.15381/is.v22i41.16756>
- Analuisa et al. (2020). Caracterización socioeconómica del agricultor maicero en la Provincia de Manabí mediante técnicas de análisis multivariantes. *Podium*, 38, 1–16. <https://doi.org/10.31095/PODIUM.2020.38.1>
- Calero, C. (2011). Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso a alimentos. In *Flasco*. <https://biblio.flascoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=52065>
- Codespa, F. (2012). Lecciones aprendidas y orientaciones en el apoyo a empresas asociativas rurales y cooperativas en contextos de pobreza. 68.
- Consejo Provincial de Loja. (2019). Plan de ordenamiento territorial de la provincia de Loja 2015 - 2025. 1–108.
- CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial. (2011). [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- ESPAC (2021). Encuesta de Superficie y Producción- Agropecuaria- Continua (BBD) |. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/>
- FAO (2003). Tenencia de la Tierra y Desarrollo. In *Estudios sobre tenencia de la tierra*. <http://www.fao.org/docrep/005/y4307s/y4307s05.htm>
- FAO (2020). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. In *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020*. <https://doi.org/10.4060/cb1447es>
- FAO (2022). Crop Prospects and Food Situation – Quarterly Global Report No. 2, July 2022. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0868en>. <http://www.fao.org/catalog/inter-s.htm>
- FAO - LRC. (2011). La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones. [www.ipcinfo.org](http://www.ipcinfo.org)
- Gutierrez, N. G. (2013). Producción y circulación de conocimiento en comunidades agrícolas. *Revista de Investigación Educativa*, 17.
- INIAP. (2020). Repositorio Digital INIAP: Guía para facilitar el aprendizaje sobre manejo integrado de maíz de altura (*Zea mays L.*). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5581>

- López - Jara, A. (2022). El Sector Agropecuario y el Desarrollo Rural. Análisis de los Tributos que Afectan al Pequeño y Mediano Productor Agropecuario en Morona Santiago. 7(3), 18–32. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i3.3714>
- López et al. (2019). Innovaciones radicales y progresivas en el manejo del maíz en Calpan, Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(2), 277–288. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V10I2.802>
- MAG. (2020). Estadísticas Agropecuarias |. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Munguía-Aldama, J., Sánchez-Plata, F., Vizcarra-Bordi, I. y Rivas-Guevara, M. (2016). Estrategias para la producción de maíz frente a los impactos del cambio climático. *Revista de Ciencias Sociales*, 21(4). <https://doi.org/10.31876/rcs.v21i4.25750>
- Quiroz et al. (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (Sea maíz L.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)., Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. Páginas, 126.
- [bit.ly/3zQNXxH](https://bit.ly/3zQNXxH)
- Zapata, P. (2004). (PDF) Contabilidad de costos Pedro Zapata Sanchez | CEO Titan - Academia.edu. [https://www.academia.edu/41553109/Contabilidad\\_de\\_costos\\_Pedro\\_Zapata\\_Sanchez](https://www.academia.edu/41553109/Contabilidad_de_costos_Pedro_Zapata_Sanchez)

# Alternativas para el Aprovechamiento y Valorización de la Baya de la Uva Isabella Cultivada en la Zona Centro del Departamento del Huila

Francy Rocío Chavarro Cardozo , Geyni Arias Vargas , Jesús David Perdomo Zúñiga 

Chavarro Cardozo, Francy Rocío  
Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA, Colombia  
Autor para correspondencia: francy.chavarro@corhuila.edu.co

Arias Vargas, Geyni  
Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA, Colombia  
geyni.arias@corhuila.edu.co

Perdomo Zúñiga, Jesús David  
Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA, Colombia  
jd.perdomoz@corhuila.edu.co

## Resumen

El departamento del Huila es el segundo productor de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) en Colombia, donde se comercializa en un alto porcentaje como fruto de mesa; el propósito del presente artículo es analizar las diversas alternativas para el aprovechamiento agroindustrial de la baya de la uva Isabella (*Vitis labrusca*), cultivada en la zona centro del departamento del Huila. A partir de un estudio con enfoque mixto, aplicado y descriptivo, se dan a conocer los aprovechamientos de la uva Isabella, de acuerdo con sus partes: hollejo, semilla, pulpa y la misma baya, estableciendo subproductos en el uso farmacéutico, alimenticio y cosmético, como alternativas para la transformación agroindustrial de la uva y la elaboración de subproductos que faciliten a los viticultores mejorar la comercialización y la optimización de los procesos productivos. Finalmente, se concluye que es necesario brindar capacitación a los viticultores de la zona, ya que gran parte de ellos desconocen los beneficios del fruto y los procesos de agroindustria a partir de la uva Isabella, lo cual hace que se limite la capacidad de innovar y no se genere un valor agregado. Esto permitiría que los viticultores puedan mejorar su margen de ganancia en las cosechas y dar un mayor aprovechamiento a los residuos del fruto.

**Palabras clave:** *Vitis labrusca*, uva Isabella, viticultores, alternativas de valorización, subproductos

## Introducción

La uva Isabella (*Vitis labrusca*) pertenece a la familia Vitaceae, reconocida en países como Francia, Italia, España y los Estados Unidos por su especie. De acuerdo con Fernández (2013), esta fruta es apreciada por su alto porcentaje de azúcar, además de por los grandes aportes a la salud por su contenido en vitaminas, minerales y antioxidantes (flavonoides, taninos y polifenoles), que aportan al metabolismo evidentes beneficios, entre los cuales están: su uso como fuente de energía natural, la reducción del colesterol y la protección para el sistema cardiovascular frente al daño causado por la oxidación de los tejidos, al mismo tiempo que ayuda a la nutrición de niños, jóvenes y adultos.

En los procesos de producción y transformación de la uva Isabella se generan desechos, los cuales pueden ser usados en el sector agronómico, alimentario, farmacéutico/cosmético y energético. Sin embargo, el desconocimiento de las alternativas de aprovechamiento agroindustrial presenta una gran problemática para las empresas y la sociedad en general, no solo en el ámbito económico sino también en el ambiental; adicionalmente, el poco apoyo técnico que reciben los viticultores hace que persista la comercialización de la uva Isabella como uva de mesa.

En el departamento del Huila, la uva Isabella está priorizada en la apuesta de la agroindustria con base tecnológica. En 2013, se ascendió a 488.3 hectáreas cultivadas, con una proyección de 6000 ha y un rendimiento de 12.5 t/ha, haciendo que el departamento del Huila se convirtiera en el segundo productor de uva Isabella a nivel nacional (Gobernación del Huila y Cámara de Comercio de Neiva, 2015). De ahí la importancia de identificar y, posteriormente, diseñar alternativas de valorización para el aprovechamiento agroindustrial de la baya de la uva Isabella, aplicando una metodología desde el análisis del producto en la que los resultados sustenten los beneficios de aprovechamiento para la producción y transformación de la fruta en subproductos derivados.

Dicha valorización se ejecutó por medio de una recolección de datos, a partir de una encuesta realizada a los viticultores para determinar el nivel de conocimiento que poseen de la uva Isabella y de los subproductos diferentes a la comercialización de uva de mesa que se pueden obtener de ella.

Se ejecutó a través de una fase de identificación, por medio de una revisión bibliográfica y un análisis de contenido de la investigación de fuentes primarias y secundarias, que permitieron identificar las posibles alternativas de valorización de la caracterización morfológica de la baya de la uva Isabella (*Vitis labrusca*).

Posteriormente, en la fase de categorización, se determinaron los rasgos propios y las características de la baya de la uva Isabella. Por último, en la fase de análisis de alternativas se examinaron detalladamente las alternativas de valorización, teniendo en cuenta las características morfológicas de la baya de la uva Isabella (*Vitis labrusca*).

A la problemática del sector primario de la economía en el Huila se unen las notables carencias de industrialización en el departamento y el gran desaprovechamiento en cuanto a la producción de uva, puesto que los pequeños viñedos existentes han venido creciendo día a día, permitiendo colocar al Huila como el segundo productor nacional, con una participación en producción del 21.2 % (Ministerio de Agricultura, 2017).

## Revisión teórica

En Colombia, se han realizado investigaciones sobre la caracterización fisicoquímica del aceite de las semillas de uva a través de un estudio del índice de acidez y peróxido durante dos meses; después de un tiempo, el aceite presenta cambios acelerados en el proceso de degradación oxidativa (Suárez y Toro, 2012). Asimismo, en cuanto a la identificación de levaduras y el contenido fenólico que contiene la uva Isabella (*Vitis labrusca*), el estudio identifica las siguientes especies de levaduras: *Candida guilliermondii*, *Candida novogensis*, *Cryptococcus laurentii*, *Kloeckera apiculata* y *Rhodotorula glutinis*. Respecto al contenido fenólico, es superior en las uvas del Valle del Cauca, mientras que el contenido fenólico extraíble es semejante en las dos regiones (Hernández et al., 2011).

Otra de las investigaciones realizadas en Colombia que se puede resaltar es aquella en la que se estudia el aprovechamiento de los residuos de la semilla de la uva Isabella (*Vitis labrusca*), que determinan la actividad antioxidante en la extracción de aceite para el consumo y el uso tópico en productos de tipo cosmético, tópicos y estéticos (Martínez y Ceballos, 2014).

Por otro lado, mediante la investigación “Caracterización fisicoquímica de vinagres obtenidos a partir de mostos de uva (*Vitis labrusca*)”, se logra concluir que contienen un alto porcentaje de polifenoles, haciendo que el vinagre sea más efectivo; asimismo, los antioxidantes que contiene son una alternativa viable en la alimentación de las personas, teniendo en cuenta que aportan nutrientes necesarios para el organismo. Cabe resaltar que, para aumentar las propiedades fitoquímicas del vinagre y producir mayor abundancia en compuestos fenólicos, macronutrientes y diversificación en compuestos volátiles, es necesario macerar, obteniendo como resultado un mejor producto sensorial, complejo y completo (Segura et al., 2015).

El Huila se ha caracterizado por la variedad de frutas que produce, lo que lo hace representativo en la economía de la región; asimismo, la uva Isabella (*Vitis labrusca*) es una de las frutas más importantes debido a su comercialización, pues el departamento del Huila es el segundo productor a nivel nacional (Monje, 2021). Adicionalmente de acuerdo a estudios realizados, sus contenidos nutricionales en vitaminas y minerales son altos. Por lo tanto, las investigaciones que se realicen permitirán impulsar el conocimiento de esta fruta en la región.

A continuación, en la Tabla 1, se muestra la evaluación agropecuaria de los años 2019 y 2020, donde se muestra que la uva ha tenido un incremento en la siembra y un alto rendimiento de t/ha.

**Tabla 1.** Evaluación de producción del cultivo de la uva en la zona centro del departamento del Huila durante los años 2019-2020



## EVALUACION DEFINITIVA EN LOS AÑOS 2019 - 2020

MUNICIPIOS	AREA (ha)								PRODUCTO					
	PLANTADA		SEMBRADA		NUEVAS		NUEVAS		COSECHADA		PRODUCC.		RENDIMIENTO	
	31/12/2018	31/12/2019	31/12/2019	31/12/2020	2019	2020	2019	2020	Ene-Dic-19	Ene-Dic-20	Ton	Ton/ha	Ene-Dic-19	Ene-Dic-20
Garzón	43,5	43,5	43,5	43,5	0,0	0,0	40,7	41,5	325,6	332,00	8	8,0		
Altamira	197	201,0	201	205,0	4,0	4,0	97,0	157,0	1.164,00	1.740,46	12	11,1		
Guadalupe	35	35,0	35	35,0	0,0	0,0	27,4	31,0	246,6	279,00	9	9,0		
Tarqui	293	303,0	303	305,7	10,0	2,7	261,0	273,0	3.915,00	3.303,30	15	12,1		

**Fuente.** Elaboración propia a partir de la (Secretaría de Agricultura y Minería del Huila, 2020)

En la Tabla 1, las escalas permiten diferenciar las áreas y el producto, resaltando el aumento de la producción de uva Isabella (*Vitis labrusca*) en todos los municipios estudiados y el constante decrecimiento del rendimiento en la zona centro del departamento; sin embargo, la comercialización del fruto continúa negociándose de forma tradicional. Valorizar la producción a través de la transformación agroindustrial con valor agregado y la diversificación de productos en base a las diferentes alternativas, permite aprovechar la baya para la obtención de subproductos y así generar mejores rendimientos en el sector viticultor.

Algunas investigaciones y patentes de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) muestran innovación y alternativas del fruto en el sector alimenticio, farmacéutico y cosmético. Se destaca principalmente la contribución al mejoramiento de la salud de las personas, por ejemplo, en el estudio “Proceso de obtención de decocciones de pieles de *Vitis Labrusca*”, por la universidad de Estado de Rio de Janeiro, a raíz de la cual se obtuvieron unas cápsulas para la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial y otras enfermedades (Soares, 2007).

Mazed Sayeeda y Mazed Mohammad (2011) estudiaron un suplemento nutricional con diez componentes para la prevención de enfermedades cardiovasculares, alzhéimer y diabetes. Como bebida, suplemento, medicamento o producto dietario incluyeron la uva Isabella (*Vitis labrusca*), ya que inhibe las proteínas tirosina quinasas fortaleciendo el sistema cardiovascular, clave en la regulación celular.

En cuanto a la composición funcional, como alimentos saludables y cosméticos, en Japón se estudió la invención del extracto de la semilla de uva para la composición funcional, que tiene una acción contra el cáncer y el mejoramiento de la función visual (Tsuji, 2014). Por otro lado, se han analizado métodos para relacionar el extracto de semilla y el extracto de piel de la uva, por su elevado contenido fenólico, proporcionando métodos para el tratamiento del cáncer y el daño del órgano terminal relacionado con la hipertensión (Wayne et al., 2017).

Es así como, a través de este estudio, se proporciona un aporte a los beneficios del aprovechamiento para la producción y transformación de la fruta en subproductos derivados, para su uso en la cosmetología y la industria alimenticia, entre otras áreas. Los resultados aportarán al beneficio de la salud del ser humano en relación a la

producción de alimentos, cremas y otros subproductos que complementan y fortalecen la industria en el departamento.

## Métodos

La presente investigación se realizó mediante un enfoque de investigación de carácter mixto (Hernández y Mendoza, 2018) de tipo aplicada (Pimienta, 2018) y una investigación descriptiva (Arias, 2016, p. 24). A partir de datos cualitativos y cuantitativos, teniendo en cuenta la generación de conocimiento aplicado a los viticultores del departamento del Huila, se establecieron diversas alternativas de valoración de la baya de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) cultivada en la zona centro del departamento del Huila, de acuerdo con la caracterización morfológica.

Asimismo, mediante un diseño de investigación de tipo transformativo secuencial, se recolectaron, analizaron e integraron los datos cualitativos y cuantitativos, contrastando la información originada, lo que permitió una perspectiva más amplia de la investigación con la participación y apreciaciones de los viticultores de la región.

La determinación de la población objeto se definió por medio de las asociaciones de viticultores en las municipalidades de Guadalupe, Garzón, Altamira y Tarquí. Se identificaron cuatro (4) asociaciones en la zona centro del departamento (Gobernación del Huila, 2020), para un total de cincuenta y ocho (58) socios. De acuerdo con los datos anteriores, se determinó que el tamaño de la muestra es de cincuenta y un (51) viticultores, con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, teniendo en cuenta los parámetros correspondientes.

Se realizó una investigación bibliográfica y documental a través de las bases y se revisaron diversas investigaciones que se han realizado de la baya de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) teniendo en cuenta la caracterización morfológica, con el fin de profundizar en los subproductos que se pueden obtener en este sector vitícola, de acuerdo con los ciclos y diferentes procesos agroindustriales en los que se requiere (farmacéutico, alimenticio o cosmético).

Para la recolección de datos se aplicó una encuesta validada por expertos en el tema. Posteriormente, se realizó una prueba piloto, escogiendo a tres (3) viticultores al azar, donde se verificó que la encuesta cumple las expectativas para el objeto de estudio, al analizar factores como los socioeconómicos, el nivel de educación técnica en cuanto a procesos de transformación de la fruta, comercialización y aprovechamiento de la baya. Asimismo, para valorar los subproductos de los desechos agroindustriales que se generan, se realizaron tres entrevistas a expertos en frutales de la región, quienes aportaron datos significativos a la investigación.

## Resultados y Discusión

**Caracterización y condiciones socioeconómicas de los procesos agroindustriales de viticultores de la zona centro del departamento del Huila**

## 1. Nivel socioeconómico

El departamento del Huila se caracteriza por su economía agrícola, especialmente en el cultivo de frutales. Por su parte, la producción en cuanto al cultivo de uva Isabella (*Vitis labrusca*) en la zona centro del departamento, lugar donde mayormente se cultiva esta fruta, genera empleos, especialmente en la zona rural. Así, contribuye de forma significativa a la economía de la población y a la sustentabilidad de más de 250 viticultores y sus familias en la región (Monje, 2021).

De acuerdo con la encuesta aplicada a los viticultores, en vendimia se emplean de 1 a 3 recolectores en un 14 %, de 4 a 7 recolectores en un 33 %, de 8 a 10 recolectores en un 22 %, y más de 11 personas en un 31 %. En algunos casos, los viticultores prefieren emplear a mujeres en el periodo de cosecha, pues consideran que son más sutiles en la recolección y empaquetado.

En cuanto al sostenimiento de las familias que dependen del cultivo, se indica que de 1 a 2 personas depende un 23 %, de 3 a 5 depende el 65 %, de 6 a 7 personas depende un 4 % y más de 8 personas depende un 10 %. En la mayoría de las familias viticultoras el cultivo de la fruta se convierte en su sustento para sobrevivir.

En la actualidad, en cuanto a los servicios públicos, los viticultores indican que un 78 % cuenta con servicios públicos y un 22 % no cuenta con ellos, lo cual es necesario para los procesos agroindustriales, el desarrollo de agroempresas y los procesos productivos, pues la carencia de estos genera dificultades en la creación de nuevos productos y estrategias con valor agregado a partir de la baya del fruto.

## 1. Conocimiento de la fruta y los procesos agroindustriales

A partir de la aplicación de la encuesta, en relación con sus conocimientos de la fruta y en referencia al interrogante de los tipos de nutrientes que proporciona la uva Isabella al ser consumida, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 1.** Beneficios que conoce que posee la baya de la uva Isabella  
**Fuente.** Elaboración propia

Se evidencia que los viticultores de la zona, en un gran porcentaje, desconocen los beneficios de la fruta. Por otro parte, un alto porcentaje indica que nunca han recibido capacitaciones, lo cual los limita a acceder y ampliar sus conocimientos (Figura 2).

**Figura 2.** Capacitaciones del aprovechamiento de residuos agroindustriales  
**Fuente.** Elaboración propia

Es evidente la necesidad de transferir conocimiento a los viticultores de la zona, pues precisan de nuevos aprendizajes para poder transformar los productos y generar nuevas

oportunidades en el sector agroindustrial.

## 1. Aprovechamiento de la baya de la uva Isabella

En cuanto al conocimiento sobre la transformación de algún producto diferente a los convencionales, se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 3).

**Figura 3.** Subproductos que se elaboran

**Fuente.** Elaboración propia

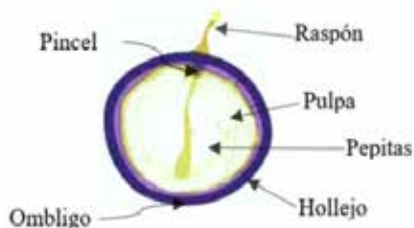
## 1. Aprovechamiento de los desechos agroindustriales

Debido a la importancia que tiene el aprovechamiento de los residuos que generan las cosechas y productos, los viticultores encuestados, en un 76 %, aprovechan la poda como abono en los propios cultivos y en un 24 % no la aprovechan. Así mismo, algunos viticultores expresaron que aprovechan los residuos de otras formas (Figura 4).

**Figura 4.** Aprovechamiento de los residuos de la baya

**Fuente.** Elaboración propia

## Alternativas de valorización a partir de la caracterización morfológica de la baya de la uva Isabella (*Vitis labrusca*)



**Figura 5.** Caracterización morfológica de la baya de la uva Isabella (*Vitis labrusca*)

**Fuente.** Elaboración propia a partir de (García Cayuela, y otros, 2021)

La Figura 5 identifica los elementos que componen la baya de la uva Isabella (*Vitis labrusca*); posee variables en su característica morfológica en cuanto a su forma, tamaño y color, debido a las diferentes condiciones ambientales, las prácticas de manejo, la

gestión del agua y la graduación geográfica y ecológica. Estos factores contribuyen a su formación en todas las etapa de desarrollo, especialmente en la de inflorescencia y floración, en la evolución de los lóbulos de la corola. De este modo, existen distintas formas de la baya, las cuales se identificaron en la zona centro del departamento del Huila por medio de este estudio: oblonga, elíptica, redondeada, aplastada y ovoide, entre otras. (Agrolib.rs, 2019).

**Tabla 2.** Análisis de valorización del hollejo de la uva Isabella

HOLLEJO					
ARTÍCULO			SECTOR		
NOM-BRE DEL PRODUCTO	TÍTULO DEL ARTÍCULO (Fuente)	IMPORTANCIA	ALIMENTICIO	FARMACÉUTICO	COSMÉTICO
Harina de piel de uva	Capacidad antioxidante, contenido de compuestos fenólicos y propiedades sensoriales de las galletas producidas a partir de harina de piel de uva ( <i>Vitis labrusca</i> ) ecológica.  (Abreu et al., 2019)	La necesidad de realizar productos con alto contenido nutricional condujo al aprovechamiento de las propiedades de <i>Vitis labrusca</i> , a caracterizar las propiedades funcionales nutricionales de la harina de piel de uva orgánica ( <i>Vitis labrusca</i> ), y a determinar las características químicas y aceptación de los consumidores, para evaluar su viabilidad para su uso en galletas.	X		
Aguardiente	Determinación de parámetros tecnológicos óptimos para la obtención de un licor destilado de uva ( <i>Vitis labrusca</i> ), macerado en madera estoraque (Myroxylon balsamun).  (Farchin, 2013)	La destilación del extracto con 40°, haciendo pruebas sensoriales durante el tiempo de añejamiento mediante el método de escala hedónica, con un total de 29 experimentos.	X		
Resveratrol	Efecto de las propiedades promotoras de la salud de las uvas, incluido el resveratrol.  (Skinner y Cazador, 2013)	El resveratrol, al pertenecer al grupo de los polifenoles, posee una potente acción antioxidante. Este componente no solo mejora y favorece problemas de la salud como los cardiovasculares, sino también los de la piel, además de contribuir al antienvjecimiento y mejorar la limpieza facial.		X	X

**Fuente.** Elaboración propia

En Colombia, en los últimos 5 años, esta fruta se ha expandido en un 13 %, de acuerdo a la Asociación Hortifrúcticola de Colombia (Asohofrucol), que expresa que, en el año 2015, Colombia contaba con 2697 hectáreas cultivadas de uva y en el año 2019, cerró con 3072 hectáreas. Esto significa que la demanda de esta fruta seguirá creciendo; por tal motivo, se busca encontrar una oportunidad eficaz y productiva para su aprovechamiento, ya que los viticultores han sembrado sin conocer sus beneficios y oportunidades y, además, están siendo afectados por los intermediarios.

Estos productores desconocen el aprovechamiento de lo que genera esta fruta. Especialmente el hollejo, que es una de las partes más deseadas por el mercado vinícola por su alto contenido de levaduras. También es apreciada en el mercado por su interés alimenticio, nutricional, farmacéutico y cosmético, para la extracción de harinas, alcoholes, por su contenido fenólico y propiedad sensorial y, asimismo, para el aprovechamiento de los polifenoles para la extracción de efectos del resveratrol (Ruales-Salcedo et al., 2017).

De este modo, por medio del estudio de caracterización morfológica y fisiológica, se muestra el alto porcentaje de grados brix que contiene, el cual logra evidenciar un dulzor hasta de 25°brix. De hecho, el aprovechamiento de este fruto puede generar una gran oportunidad para la extracción de alcohol enfocada en la industria del combustible (Cayuela et al., 2020).

Además de esto, Colombia cuenta entre sus actividades económicas con la producción de caña de azúcar, la cual es utilizada para extraer bioetanol por su contenido de azúcar, que se destina a mieles residuales y parte de jugos claros para la producción de este (Ramírez et al., 2009). Por lo tanto, la caña normalmente posee concentración de los sólidos solubles en el jugo crudo entre 18.46 y 19.43 ° Brix (Sociedad Química de México, 2019). Sin embargo, en el departamento del Huila se encuentra una uva Isabella que oscila entre los 20 a 25 ° Brix, lo que la convierte en un fruto de oportunidad para el aprovechamiento de azúcares extrayendo etanol (Cayuela et al., 2020).

En la actualidad existe un déficit en la producción de etanol asociado al incremento de la demanda en el uso de biocombustibles. Los combustibles renovables representan el 4 % del consumo mundial y se proyecta en un 14 % para el 2040. Para atender una demanda mundial en ascenso, resulta pertinente recurrir a las zonas agroindustriales que cuentan con la capacidad de producir etanol usando vegetales: maíz, sorgo dulce, remolacha o caña de azúcar (Arroyave, 2018). En este orden de ideas, la uva Isabella, por su contenido de azúcar, forma parte de estos recursos que se pueden aprovechar para abastecer la demanda de etanol.

Así, se puede extraer alcohol, también llamado etanol, a partir de la uva Isabella cultivada en el departamento del Huila; esto aporta al viticultor un nuevo valor agregado en la transformación de la materia prima agrícola para su producción, promueve la inclusión social y eleva el nivel de vida de los habitantes rurales.

**Tabla 3.** Análisis de valorización de la semilla de la uva Isabella (*Vitis labrusca*)

SEMILLA					
NOM- BRE DEL PRO- DUC- TO	ARTÍCULO		SECTOR		
	TÍTULO DEL ARTÍCULO	IMPORTANCIA	ALI- MEN- TI- CIO	FAR- MA- CÉU- TICO	COS- MÉTICO
Aceite	Obtención y caracterización del aceite de las semillas de <i>Vitis labrusca</i> l. (uva Isabella) y evaluación de su actividad antioxidante.  (Toro y Suárez, 2012)	Extracción de las semillas del fruto para procesar y obtener el aceite para uso cosmético. Se destaca por su bajo contenido en ácidos grasos saturados y su alto contenido en ácido linoleico. Además, tiene un contenido significativo de proantocianidinas, tocoferoles y tocotrienoles, esteroides y compuestos fenólicos como los taninos. Este aceite contiene alta afinidad con la piel, lo que permite la absorción eficiente del aceite al torrente sanguíneo. Esta absorción evita la desagradable sensación grasosa que dejan otros aceites corporales, por lo que se emplea en la elaboración de cremas, pomadas, labiales y aceites para masajes.			X
Aceite	Obtención y caracterización del aceite de las semillas de <i>Vitis labrusca</i> l. (uva Isabella) y evaluación de su actividad antioxidante.  (Toro y Suárez, 2012)	Desde el punto de vista nutricional y terapéutico, se reconoce que el consumo de aceite de semillas aumenta la defensa antioxidante del organismo, evitando el daño oxidativo. También reduce el riesgo de desarrollar problemas cardíacos y circulatorios.	X		
Colágeno	Uso y aplicaciones del extracto de semilla de uva.  (Nutexa Ingredients, 2021)	Las semillas de uva contienen colágeno y resveratrol, que sirven para luchar contra el envejecimiento y suavizar las líneas de expresión. Al estimular la producción de colágeno, la piel consigue más elasticidad y una mayor hidratación. También sirve para combatir el acné.		X	
Harina	Sensory analysis and chemical characterization of cereal enriched with grape peel and seed flour.  (Menezes et al., 2013)	Producción más orgánica para uso alimenticio, para suplir la fécula de maíz por la harina hecha a partir de las semillas, permitiendo que los componentes favorezcan la salud y el bienestar de quien las consuma.	X		

Resveratrol	Efectos del resveratrol en la piel.  (Fernández, 2019)	El resveratrol, al pertenecer al grupo de los polifenoles, posee una potente acción antioxidante. Este componente no solo mejora y favorece problemas de la salud como los cardiovasculares, sino también los de la piel, además de contribuir al antienvjecimiento y mejorar la limpieza facial.	X	X
-------------	--	---	---	---

**Fuente.** Elaboración propia

La semilla de la uva Isabella es una de las semillas más ricas en antioxidantes; además, tiene bajo nivel de ácidos grasos saturados y un alto contenido de proantocianidinas, tocoferoles, tocotrienoles, esteroides y otros compuestos fenólicos como los taninos y resveratrol. El Dr. Alpa Tyagi, investigador del Centro de Cáncer de la Universidad de Colorado de Estados Unidos, realizó unas investigaciones que demostraron que la semilla contiene unos compuestos bioactivos, llamados B2G2, que inhiben el crecimiento de las células cancerígenas (Tyagi, 2013).

De este modo, se promueve la importancia de aprovechar el aceite de la semilla como insumo cosmético y farmacéutico, pues protege al ser humano de los radicales libres debido a sus altos contenidos de proantocianidinas y estabiliza la vitamina C y E, que contribuyen a la estimulación y producción del colágeno.

**Tabla 4.** Análisis de valorización de la pulpa de la uva Isabella

PULPA					
ARTÍCULO			SECTOR		
NOMBRE DEL PRODUCTO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	IMPORTANCIA	ALIMENTICIO	FARMACÉUTICO	COSMÉTICO
Vinos/jugos	Elaboración de vino con mosto concentrado de uva Isabella.  (Celis, 2001)	Desde el punto de vista nutricional, las bebidas a base de uva Isabella tienen diferentes propiedades beneficiosas para la salud de las personas, debido a que retrasa el envejecimiento, mejora la circulación, aumenta los glóbulos rojos, etc.	X		



<p>diurética, antioxidante, hidratante, digestiva, resveratrol, Ca, P, Mg, B, polifenoles, quercetina, flavonol, pectina, ácido fólico, B9.</p>	<p>The polyphenols, naturally occurring compounds with beneficial effects on cardiovascular disease.</p> <p>(Quiñones et al., 2012)</p>	<p>Tiene gran importancia para la salud la ingesta de productos que contengan polifenoles, que ayudan a las enfermedades cardiovasculares.</p>	<p>X</p>
<p>VID-A (tratamiento facial y corporal, eliminación células muertas)</p>	<p>En cosmética, la uva como base de la cosmética natural.</p> <p>(Camelias, 2020)</p>	<p>Debido al alto grado de polifenoles que posee la pulpa de la uva, esta ayuda a oxigenar y nutrir la piel. Algunos productos son elaborados como una gran ayuda para el cuidado de la piel. En algunos países son productos novedosos y de gran beneficio.</p>	<p>X</p>

**Fuente.** Elaboración propia

La pulpa tiene una textura mucilaginoso de sabor dulce, algunas un poco ácidas. En ella se encuentra una variedad de propiedades que benefician la funcionalidad del organismo. Sin embargo, las propiedades o actividades antirradicales y antioxidantes decrece de la siguiente manera: 1. semilla, 2. hollejo, 3. pulpa. De este modo, cabe resaltar que esta parte de la fruta contiene un mayor potencial para ser aprovechado como materia prima. La actividad antioxidante en alimentos funcionales y alimentos enriquecidos desarrollados a partir de la pulpa de la *Vitis labrusca* pueden generar impacto. Además, es aprovechada para la producción de zumos, mermeladas, consumo en fresco y, por supuesto, en pulpas y más derivados, lo que la convierte en la parte que genera diferentes productos con valor agregado.

De acuerdo a un estudio realizado por la Universidad del Valle, las características físicas de la baya de la uva Isabella, cultivada en la mencionada región, dieron como resultado los siguientes datos: un 81 % es pulpa, un 14 % es hollejo y el 5 % son semillas. Si bien estos resultados varían de acuerdo a las características edafoclimáticas y pisos térmicos (Universidad del Valle, 2012), esto indica que hay una gran oportunidad para el aprovechamiento de cada parte de esta fruta. Sin embargo, los viticultores carecen de conocimiento y cuando transforman la fruta en pulpa y vino, entre otros derivados, denominan lo sobrante como “desechos”.

Por otro lado, con la transferencia de conocimiento, se puede lograr que en la zona centro del departamento del Huila los productores aprovechen los desechos y generen un mayor valor agregado a esta fruta con diferentes derivados o subproductos hechos con cada parte de esta.

De igual forma, se realizó una matriz de análisis de alternativas de valorización de la baya de la uva Isabella, en la cual se analizaron las diferentes investigaciones a base de la baya en los sectores alimenticio, farmacéutico y cosmético.

A continuación (Tabla 5), se muestran los productos fabricados en algunos sectores a partir de los componentes de la baya de la uva Isabella: hollejo, semilla, pulpa y baya. Se observan las estrategias de valorización de la uva y se exponen los productos que pueden ser transformados de acuerdo con los componentes del fruto. De igual forma, se logró evidenciar que la mayoría de los productos se pueden realizar a raíz de todo el componente frutal, aunque no es parte fundamental para su elaboración.

**Tabla 5.** Productos a base de la uva Isabella

<b>POSIBLES PRODUCTOS DE LA BAYA DE LA UVA ISABELLA</b>			
<b>COMPONENTES DE LA BAYA DE LA UVA ISABELLA</b>	<b>SECTOR</b>		
	<b>ALIMENTICIO</b>	<b>FARMACÉUTICO</b>	<b>COSMÉTICO</b>
HOLLEJO	Aguardiente	Resveratrol	Resveratrol
	Harina		
	Harina	Colágeno	Resveratrol
SEMILLA	Aceite	Resveratrol	Aceite
PULPA	Vinos, jugos	Diurética, antioxidante, hidratante, digestiva, resveratrol, Ca, P, Mg, B, polifenoles, quercetina, flavonol, pectina, ácido fólico, B9.	VID-A (tratamiento facial y corporal, eliminación células muertas)
BAYA	Pectina, Jalea		

**Fuente.** Elaboración propia

De este modo, se procedió a distinguir los posibles productos que se pueden elaborar aprovechando cada parte de la baya, así como la identificación del sector o mercado interesado. La baya tiene tres componentes importantes que generan valor agregado y, a partir de esta fruta, se logran distinguir tres sectores productivos en la industria: alimenticio, farmacéutico y cosmético, que conforman un mercado extenso y de oportunidades.

Las matrices anteriormente expuestas son el resultado de la investigación de acuerdo con el listado bibliográfico que se obtuvo en la búsqueda de información respecto a los productos que se pueden elaborar teniendo en cuenta la caracterización morfológica de la uva Isabella. En el intervalo de la búsqueda de información se descubrieron diversos

productos que son potenciados en otros países donde su uso es extendido, ya que va desde lo medicinal hasta lo alimenticio y cosmético.

## Conclusiones

El departamento del Huila posee una gran demanda de uva Isabella, ocupando el segundo lugar a nivel nacional después del Valle del Cauca. Se evidencia que la zona centro es la más productora del Huila y el municipio de Tarqui el principal productor del departamento. La viticultura genera empleabilidad y sostenibilidad a más de 250 familias de la región.

El 63 % de los viticultores tiene de 1 a 2 hectáreas. Asimismo, el cultivo de uva genera el 33 % de empleo, entre 4 a 7 trabajadores por hectárea, normalmente; sin embargo, cuando llega la temporada de la vendimia se requieren hasta más de 11 personas y en el periodo de cosecha se emplea a más mujeres por su delicadeza en la recolección y empaquetado.

En cuanto a los productos alimenticios y bebidas, un alto porcentaje de los viticultores tiene conocimiento de la elaboración del vino artesanal, obtienen el jugo y la pulpa de la fruta y, en algunos casos, realizan mermeladas. No obstante, desconocen otros subproductos que se pueden elaborar; es una oportunidad para los viticultores de la región innovar en productos a base de uva, aprovechando la composición morfológica de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) y sus nutrientes (García et al., 2021), lo que generaría un mayor beneficio en cuanto a la comercialización de la misma.

Respecto a los productos cosméticos, los viticultores desconocen las propiedades que contiene la uva, por lo que es importante la transferencia de conocimiento para que se aprovechen los residuos y se puedan crear otros subproductos faciales o corporales, artesanales o industriales, acompañados de expertos en el tema. Esta es una nueva alternativa para generar recursos económicos aprovechando los nutrientes de la uva Isabella (*Vitis labrusca*).

Los productos farmacéuticos a base de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) contribuyen a la salud de las personas, teniendo en cuenta que se han realizado avanzados estudios para la prevención y tratamiento del cáncer, la hipertensión arterial, el mejoramiento visual y el fortalecimiento del sistema cardiovascular. En el ámbito de la estética, se han desarrollado productos como resveratrol y colágeno. Por lo tanto, puede ser una opción para investigaciones con alianzas con farmacéuticas que innoven con nuevos productos a partir de la uva Isabella (*Vitis labrusca*).

Finalmente, es necesario indicar que los viticultores desconocen nuevas alternativas de valorización, así como las propiedades y el aprovechamiento de cada parte de la fruta e incluso de los residuos que se generan; por lo tanto, no generan un valor agregado al fruto que les permita obtener un mayor margen de ganancia en las cosechas.

## Referencias

- Abreu, J., Quintino, Y., Pascual, G., Postingher, B., Cadena, R. y Teodoro, A. (28 de January de 2019). Antioxidant capacity, phenolic compound content and sensory properties of cookies produced from organic grape peel (*Vitis labrusca*) flour. *Institute of Food Science & Technology*. doi:<https://doi.org/10.1111/ijfs.14100>
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica*. Caracas: Editorial Alegría.
- Arroyave, I. D. (11 de OCTUBRE de 2018). *El colapso de la industria colombiana del etanol*. Obtenido de El colapso de la industria colombiana del etanol: <https://www.portafolio.co/economia/el-colapso-de-la-industria-colombiana-del-etanol-522240>
- Camelias, M. (20 de febrero de 2020). *Enocosmética, la uva como base de la cosmética natural*. Obtenido de <https://www.republica.com/sibaritismo/2020/02/08/enocosmetica-la-uva-como-base-de-la-cosmetica-natural/>
- Cayuela, T. G., Chavarro, F. R., Zuñiga, J. D., Guerrero, Y. A., Ojeda, M. A. y Monje, F. E. (2020). Caracterización Morfológica y Fisiológica de la baya de la uva Isabella cultivada en la zona centro del departamento del Huila. Neiva: Editorial Corporación Universitaria del Huila (CORHUILA).
- Celis Escudero, F. R. (2001). *Repositorio Universidad Nacional de San Martín*. Obtenido de Elaboración de vino con mosto concentrado de uva Borgoña negra: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/58/21%272%2700075.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Farchin Ruiz, D. (2013). Determinación de los parámetros tecnológicos óptimos para la obtención de un licor destilado de uva (*Vitis Labrusca*) macerado en madera estoraque (*Myroxylon balsamum*). *Universidad Nacional de San Martín*. Tarapoto, Perú. Obtenido de [https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/605/TFAI\\_22.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/605/TFAI_22.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fernández, G. (29 de Diciembre de 2019). *Madriderma*. Obtenido de Efectos del resveratrol en la piel: <https://madriderma.com/efectos-resveratrol-piel/>
- Fernández Pezo, D. d. (2013). *Aprovechamiento de orujo de uva borgoña negra (vitis labrusca) en bolsa filtrante*. Obtenido de [https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/561/TFAI\\_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/561/TFAI_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fredes Monsalves, C., Loyola López, N. y Muñoz Cruz, J. C. (29 de Septiembre de 2009). Extracción de pectinas de *Vitis labrusca* CV. Concord para producir jaleas. *IDESIA*, 27(3), 9-14. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v27n3/art02.pdf>
- García Cayuela, T., Chavarro Cardozo, F. R., Perdomo Zuñiga, J. D., Guerrero Mora, Y. A., Ojeda Zambrano, M. A. y Monje Penha, F. E. (2021). Caracterización morfológica y fisiológica de la baya de la uva Isabella (*Vitis Labrusca*).

- Gobernación del Huila. (2020). *Gobernación del Huila*. Obtenido de Directorio de Agremiaciones, Asociaciones y otros grupos de Interés: <https://www.huila.gov.co/documentos/1351/directorio-de-agremiaciones-asociaciones-y-otros-grupos-de-interes/>
- Gobernación del Huila y Cámara de Comercio de Neiva. (2015). *Agenda Interna- Plan Regional de Competitividad del Huila*. Recuperado el 23 de noviembre de 2021, de <https://www.cchuila.org/wp-content/uploads/2021/01/Agenda-Inter-na-Plan-Regional-de-Competitividad-2015.pdf>
- Hernández C., J. D., Trujillo N., Y. Y. y Durán O., D. S. (2011). Contenido fenólico e identificación de levaduras de importancia vinica de la uva Isabella (*Vitis Labrusca*) procedente de Villa del Rosario (Norte de Santander). *Vitae*, 18(1). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-40042011000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042011000100003)
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Recuperado el 18 de Abril de 2020
- Martínez, C. M. y Ceballos, C. A. (2014). *Determinación de actividades antioxidantes de aceite de semillas de uva Isabella (Vitis labrusca), extraído por CO2 supercritico*. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57367909/CB-0470332-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1656110581&Signature=-GaDhfNb~MVYjnlzSrzPmZZ66V8YQdevcSRQyZVVZno2w1N8-jCXu-jPKIpaEoohC3zRLbdOq7sG6~pAtgyLCIdfdIs92u8FjJqE1u4cnwi2ZEn0-lJoISsnt5~l8Qtq0lU0pfn4Udg9j-IkqX>
- Mazed Sayeeda, Mazed Mohammad A. (2011).
- Menezes Oliveira, D., Rodrigues Marques, D., Kwiatkowski, A., Giriboni Monteiro, A. R. y Clemente, E. (2013). Sensory analysis and chemical characterization of cereal enriched with grape peel and seed flour. *Acta Scientiarum. Technology*, 35(3), 427-431. doi:10.4025/actascitechnol.v35i3.13176
- Ministerio de Agricultura. (2017). *Agronet*. Obtenido de [https://www.agronet.gov.co/Documents/33-UVA\\_2017.pdf](https://www.agronet.gov.co/Documents/33-UVA_2017.pdf)
- Monje Gómez, R. (2021 de enero de 2021). Huila es el segundo productor de uva en Colombia. *Diario del Huila*. Obtenido de <https://diariodelhuila.com/huila-es-el-segundo-productor-de-uva-en-colombia/>
- Nutexa Ingredients. (01 de SEPTIEMBRE de 2021). Obtenido de <https://www.nutexa.com/2020/09/09/uso-y-aplicaciones-del-extracto-de-semilla-de-uva/>
- Pimienta Prieto, J. H. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: Pearson Educación.
- Quiñones, M., Miguel, M. y Alexandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 76-89. doi:10.3305/nh.2012.27.1.5418

- Ramirez, C., Perez, Y., Kafarov, V., Barajas, C. y Castillo, E. (20 de Marzo de 2009). *Relación entre los azúcares reductores totales*. Obtenido de <https://www.re-dalyc.org/pdf/3420/342030280003.pdf>
- Ruales-Salcedo, A. V., Rojas-Gonzalez, A. F. y Cardona-Alzate, C. A. (1 de Diciembre de 2017). *OBTENCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS A PARTIR DE RESIDUOS DE UVA ISABELLA (Vitis Labrusca)*. Obtenido de SCIELO: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612017000400072](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000400072)
- Secretaría de Agricultura y Minería del Huila. (2020). *Observatorio de Territorios Rurales. Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2019-2020*. Obtenido de <https://www.huila.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=53351>
- Segura, C., Posada, E., Revuelta, A., Bohorquez, N. y Pérez Mora, W. (octubre de 2015). *Caracterización fisicoquímica de vinagres obtenidos a partir de mostos de uva (Vitis labrusca)*. doi:10.13140/RG.2.1.1136.5849
- Skinner, M., & Cazador, D. (2013). Effect of Health-promoting Properties of Grapes, Including Resveratrol. *Wiley Online Library*. doi:<https://doi.org/10.1002/9781118635551.ch9>
- Soares Moura, R. (2007). Process for obtention of decoctions of vitis labrusca and vitis vinifera skins. Brasil. Obtenido de PI0106382 13.03.2001 BR
- Sociedad Química de México. (29 de MAYO de 2019). *Cinética de Concentración de Sacarosa en la Caña de Azúcar y de sus Parámetros Complementario*. Obtenido de Cinética de Concentración de Sacarosa en la Caña de Azúcar y de sus Parámetros Complementario: <https://www.acs.org/content/acs/en/acs-webinars/library/azucar.html>
- Suárez Osorio, L. y Toro Zapata, N. (2012). *Repositorio Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/66029T686.pdf>
- Toro Zapata, N. y Suárez Osorio, L. (2012). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Obtención y caracterización del aceite de las semillas de Vitis labrusca L. (uva Isabella) y evaluación de su actividad antioxidante: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/3c2251ec-bff9-4454-baef-656d7e2e8a8d/content>
- Tsuji, T. N. (24 de abril de 2014). Obtenido de <https://patents.google.com/patent/JP5759438B2/en?q=vitis&q=labrusca&before=publication:20190701&after=publication:20100101&page=1>
- Tyagi, A. (6 de Diciembre de 2013). *ecancer*. Obtenido de [ecancer: https://ecancer.org/es/news/4892-extracto-de-semillas-de-uva-contra-el-cancer](https://ecancer.org/es/news/4892-extracto-de-semillas-de-uva-contra-el-cancer)
- Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. (ABRIL de 2009). *Biocombustibles en Colombia*. Obtenido de [http://www.upme.gov.co/docs/biocombustibles\\_colombia.pdf](http://www.upme.gov.co/docs/biocombustibles_colombia.pdf)

- Universidad del Valle. (Septiembre de 2012). *Determinación de actividad antioxidante en aceite de semillas de uva Isabella (Vitis Labrusca) extraído con CO2 supercrítico*. Obtenido de Universidad del Valle: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/7090>
- Wayne Smith, J., Gallagher, P. y Tallan, E. A. (2017). Obtenido de <https://patents.google.com/patent/WO2017173454A1/en?q=seed+extract+and+grape+skin+extract+University+of+Health+Sciences%2c+2017>

# Percepción de los Cambios en las Variables Climáticas de la Comunidad Fakcha LLakta, Provincia de Imbabura, Ecuador

Jorge Andrés Garzón Flores , José Ali Moncada Rangel 

Garzón Flores, Jorge Andrés  
Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
addressc22@hotmail.es

Moncada Rangel, José Ali  
Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
Autor para correspondencia: jmoncada@utn.edu.ec

## Resumen

La adaptación al cambio climático se ha convertido en un reto para las poblaciones humanas, en especial para aquellas que dependen de la agricultura. El objetivo del trabajo fue caracterizar la percepción de los cambios en las variables climáticas de la comunidad Fakcha Llakta, cantón Otavalo, provincia de Imbabura. Bajo el enfoque cualitativo, se aplicaron 7 entrevistas a profundidad a habitantes de esta comunidad que llevaran más de 40 años viviendo en la zona. La información recabada fue analizada mediante un proceso de construcción de categorías. Los entrevistados manifestaron un cambio en el clima, evidenciado en la imprevisibilidad de los períodos de lluvia y sequía, que afecta a los tiempos de siembra; también percibieron una diferencia en la frecuencia de las lluvias, lo que repercute en los procesos agrícolas y el turismo local.

**Palabras clave:** adaptación, cambio climático, percepción

## Introducción

Los cambios climáticos ocurridos en los últimos decenios han generado una alarmante preocupación a nivel global, en especial por las peligrosas y generalizadas alteraciones en los ecosistemas de todo el planeta, lo que afecta a la vida de sus habitantes (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2022). Uno de los efectos más preocupantes de esta situación es el incremento de la temperatura global del planeta, que había mantenido un valor promedio de 15 °C y que se ha alterado por la emisión descontrolada de gases de efecto invernadero (GEI) generados por las actividades humanas en los últimos cincuenta años (Sánchez, 2016).

Se ha estimado que el 95 % de las actividades humanas son causantes del calentamiento global (IPCC, 2013), en especial, las tecnológicas e industriales, el incremento excesivo de la población humana, la ganadería, la deforestación, el uso de combustibles fósiles y el gran consumo de energía. Si se sobrepasa el nivel de calentamiento de la Tierra



más de 1.5 °C, será imposible revertir los efectos adversos que ya se manifiestan en diversas zonas del planeta (IPCC, 2018). Ante este escenario, afrontar las consecuencias del cambio climático se constituye en uno de los retos más urgentes de las sociedades contemporáneas, especialmente en sectores tan vitales para la supervivencia humana como es el sector agrícola. Es importante la adaptación de la agricultura al cambio climático para impulsar la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza, la gestión ambiental sostenible y la conservación de los recursos naturales (IPCC, 2014). En este orden de ideas, Altieri y Nicholls (2009, 2013) plantean que el cambio climático conlleva una amenaza para los sistemas agrícolas debido a la afectación de factores climáticos indispensables para su desarrollo, tales como la precipitación y la temperatura.

Los Andes ecuatorianos se han visto afectados por la pérdida de glaciares, la afectación a los ciclos hidrológicos y los cambios en la regularidad de las estaciones, así como por la aparición de plagas y enfermedades que afectan a la actividad agrícola y ganadera, provocando la pérdida de las cosechas y también de animales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2011). En el caso particular de la comunidad de Fakcha Llakta (cantón Otavalo, provincia de Imbabura), se han realizado trabajos sobre sus chacras (Aranguren y Moncada, 2018), en los que se estudiaron aspectos como su multifuncionalidad, su agrobiodiversidad y su manejo, entre otros aspectos etnobiológicos relevantes. Nájera (2017) realizó una caracterización de estos agroecosistemas con fines turísticos, basándose en la percepción de sus habitantes, con el objetivo de promover la seguridad alimentaria de la zona. En cuanto al recurso hídrico, Trujillo et al. (2018) analizaron los significados del agua para esta comunidad indígena, evidenciando la preocupación por la escasez del vital líquido. Sin embargo, no existe un estudio sobre la percepción que tiene este grupo humano sobre el cambio climático y sus efectos.

En investigaciones hechas en la provincia de Imbabura, Van der Molen (2011) evidenció que el cambio climático amenaza el desarrollo local en comunidades de Cotacachi, debido a que la producción agrícola está afectada por las altas temperaturas y por la irregularidad del ciclo hidrológico. Igualmente, reportó una disminución del caudal del agua de riego proveniente de varias fuentes fluviales, algunas de ellas del volcán Cotacachi, ya que durante las últimas décadas se ha observado derretimiento del glaciar del volcán. Estos efectos son, probablemente, parte de una realidad regional que afecta a comunidades como Fakcha Llakta. Es por ello que el conocimiento de la percepción de los habitantes de la comunidad sobre las variables climáticas cambiantes contribuiría a evidenciar la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas y permitiría mitigar sus efectos, minimizando las posibles pérdidas económicas y la disminución de la productividad.

Con respecto a la pertinencia en el contexto ecuatoriano, el presente trabajo permite viabilizar los principios del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 (Secretaría Nacional de Planificación, 2021), que presenta, en el eje de transición ecológica, los aspectos que buscan garantizar la conservación de los recursos naturales, los ecosistemas y atender las consecuencias del cambio climático. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la percepción de los cambios en las variables climáticas que tiene la comunidad Fakcha Llakta, cantón Otavalo, provincia de Imbabura.

## **Revisión teórica: La percepción del cambio climático**

El estudio de las percepciones ha sido un campo emergente dentro de la psicología ambiental (Moura y Steil, 2012). La comprensión de los procesos de percepción implica conocer la forma en que los sujetos acceden a la realidad y se relacionan con el mundo, para lo cual se requiere analizar la condición reflexiva del sujeto. La percepción se traduce en la visión de cada persona sobre lo que pasa alrededor, junto con cierto grado de experiencias vividas y factores como la estructura social y cultural que influyen en cada individuo, determinando su comportamiento (Forero, et al., 2014). Adicionalmente, Lugo-Morín et al. (2014) plantean que la percepción es el primer proceso cognoscitivo por el cual el ser humano puede reconocer e identificar la importancia de realizar reflexiones sobre la base de sensaciones que se obtienen tanto del medio físico como del medio social, mezcladas con procesos mentales, como el aprendizaje, la memoria y la simbolización.

Ocasionalmente, la percepción de algunos eventos puede verse afectada por quien los transmite, como en el caso de los medios de comunicación; la información que presentan a la población puede ser confusa debido a la dificultad que presenta explicar, en términos sencillos, los datos científicos y la magnitud del problema (González, 2012). Esto hace que la información no se interprete correctamente y genere ideas en la población que no se corresponden con el evento explicado. Este es el caso del cambio climático, en el que el público ha llegado a incorporar a sus opiniones elementos causales o consecuencias no relacionadas.

Por su parte, las comunidades tradicionales, sean o no pueblos indígenas, poseen sus modos propios de entender e interpretar fenómenos naturales y utilizan varios indicadores naturales para determinar la época de lluvia o de sequía, lo que permite articular sus actividades productivas agrícolas. En consecuencia, las alteraciones en la periodicidad de las épocas de lluvia y sequía, que ocurren como consecuencia del cambio climático, afectan directamente a las actividades relacionadas con la producción agrícola y la extracción de recursos (inicio del arado, la siembra o, en algunas comunidades, períodos de recolección de peces u otros animales). Por ello, las percepciones de las comunidades tradicionales respecto a los posibles efectos del cambio climático permiten correlacionar los fenómenos naturales y los efectos sobre la biodiversidad como respuesta a estos eventos (Rocha, 2012).

Las estrategias de adaptación al cambio climático en los cultivos permitirán a la población su fortalecimiento, garantizando la seguridad alimentaria y la subsistencia de los pequeños agricultores. En Colombia, Roncancio et al. (2015) analizaron las estrategias de adaptación en las comunidades de las localidades de Claraval y Chuscales del municipio de Junín, departamento de Cundinamarca, usando la metodología de investigación acción participativa. Se incluyó un ejercicio de cartografía social, como un instrumento de planificación y transformación social como soporte de la metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad). Dentro de los resultados, es destacable la adopción de estrategias agroecológicas para enfrentar el cambio climático, la mejora de la dieta de las familias y el aumento del número de productos de la canasta básica. También demuestra que existe más eficacia, biológicamente hablando, en los sistemas de policultivos frente a los monocultivos, además de mayor estabilidad económica, ecológica y social e incremento de la productividad en los agroecosistemas.

Otro estudio realizado en Perú analizó la influencia del cambio climático en la selección endógena de cultivos de los agricultores y en los impactos sobre el ingreso económico esperado (Galindo et al., 2015). Los autores utilizaron un modelo estructural ricardiano (MER) para identificar las elecciones endógenas de cultivos frente a las variaciones climáticas que realizan los productores agropecuarios y para estimar el ingreso esperado después de la selección de los cultivos. El estudio concluyó que los agricultores pueden adaptarse a partir de la elección de cultivos; sin embargo, este modelo no recomienda la combinación de especies o la introducción de nuevas especies de cultivos.

## Métodos

La investigación asumió un enfoque cualitativo, el pertinente para abordar las percepciones, vivencias, emociones y costumbres de los grupos humanos. La técnica que se aplicó para la recolección de datos fue la entrevista semiestructurada a profundidad, utilizando un cuestionario de preguntas abiertas que permitió a los investigadores interactuar con la realidad estudiada (Martínez, 2007).

La comunidad indígena kichwa Fakcha Llakta se ubica en el cantón Otavalo de la provincia de Imbabura. El poblado se asienta en las inmediaciones del Bosque Protector Cascada de Peguche y su comunidad se dedica especialmente a actividades turísticas y agrícolas. Se seleccionaron 7 personas (4 hombres y 3 mujeres) mediante un muestreo bola de nieve (Hernández et al. 2010), abarcando sujetos que han vivido en la zona por más de cuarenta años, lo que les permitiría comparar el clima actual con el experimentado en el pasado. El muestreo se detuvo al llegar a la saturación de las categorías emergentes de las entrevistas. El instrumento se validó a través del juicio de 3 expertos (Cea, 2004).

Las entrevistas fueron aplicadas en los hogares, procurando no intervenir con sus actividades diarias, es decir, considerando la disponibilidad de tiempo del sujeto. Para un registro fidedigno de las entrevistas se utilizó una grabadora de audio y, posteriormente, se transcribió la información para el proceso de construcción de categorías. La categorización de la información se realizó a través de la discusión, que contempló a tres investigadores, quienes redujeron la información a enunciados que permitieron la construcción de las categorías con las que se realizó el análisis de la información. En todos los casos se contó con el consentimiento informado y voluntario de los entrevistados.

## Resultados y Discusión

El clima es entendido como una tendencia estadística de variables analizada a largo plazo, por ello se entrevistó a pobladores con más de 40 años viviendo en la comunidad, lo que les permitía evidenciar cambios percibidos en la temperatura y las precipitaciones en el área. El tiempo pasado es llamado por los entrevistados “el tiempo de los abuelos”, a quienes mencionan como poseedores del conocimiento tradicional ecológico, que se ha ido perdiendo. Esta erosión del conocimiento tradicional ecológico adquiere relevancia dentro de la comunidad debido a que, de acuerdo a su percepción, el clima ha cambiado y los sujetos de estudio muestran coincidencias en tres aspectos relacionados

con ese cambio: (a) lluvias más frecuentes, (b) el régimen de lluvia ha variado y es poco predecible y (c) mayor intensidad de la radiación solar.

La idea de los entrevistados acerca de una mayor frecuencia en las lluvias se aparta de la evidencia mostrada por los registros climatológicos de precipitación (Garzón 2022), por lo que se considera que no están refiriéndose a una mayor cantidad de agua, sino a una mayor frecuencia de lluvias, pero de baja intensidad. La frecuencia de las precipitaciones afecta a las actividades agrícolas cotidianas, ya que los procesos de siembra, mantenimiento y cosecha en las chacras son parte central de la relación y comprensión del entorno por parte de los pobladores andinos (Aranguren y Moncada, 2018) y, en consecuencia, de los habitantes de Fakcha LLakta, como menciona S<sub>j3</sub>: “el clima dentro de la cultura nuestra, la otavaleña, se mide en la agricultura, entonces con esa característica hay mucha variación”.

Los entrevistados hacen referencia constante a la afectación de la agricultura cuando se les habla de clima, incluso más que al turismo, la cual es una actividad primordial en el área de estudio. “Bueno... el clima ha fallado bastante porque no se sabe cuando llueve ni no se sabe cuándo hace sol porque para nosotros ha variado bastante el clima” (S<sub>j6</sub>). En la afirmación anterior, es clara la percepción de que debe existir un “clima correcto” y uno erróneo, que falla, se equivoca o no es funcional; el adecuado es el de sus ancestros, que permite la siembra en las fechas establecidas tradicionalmente. La percepción de los pobladores de Fakcha LLakta en cuanto al aumento de la temperatura y de la copiosidad de las lluvias durante los periodos lluviosos es similar a lo reportado por Van der Molen (2011) para comunidades campesinas de Cotacachi.

### **Métodos para predecir la pluviosidad anual**

Se preguntó a los entrevistados si conocen algún método para pronosticar años de mucha o poca lluvia, pero en sus respuestas se evidenció la erosión de dichos conocimientos ancestrales, como lo demuestra el S<sub>j1</sub>: “si esto preguntara a mi abuela, tal vez ella si lo diría más o menos viendo a la naturaleza” o “Mi papá sabe de los climas” (S<sub>j2</sub>). También se evidenció la reverencia a la naturaleza y el respeto por los procesos que, según consideran, están más allá de sus posibilidades de conocer, colocando tales procesos en un plano espiritual, como menciona el S<sub>j3</sub>: “Eso Jesús no más sabe. Eso no se puede decir, no... La naturaleza es un ser”.

De igual manera, como se percibe que el clima ha cambiado, los entrevistados acusan a este proceso de la imposibilidad de poder predecirlo y suman a ello la necesidad de hacerlo. S<sub>j5</sub> indica:

Bueno en antes sí, pero ahora no, está cambiado...yo compré almanaque, entonces yo estuve viendo, pero no me sale igual pues. Entonces para poder sembrar nosotros vemos entonces la luna también, como es la luna no es, se cambia. La luna está yendo como es para poder sembrar, pero el tiempo como está cambiado... .

Esto demuestra la necesidad de reorganizar el calendario agrícola y la búsqueda de los referentes ancestrales (calendarios, ciclos lunares, señales de la naturaleza), que no coinciden debido a la variabilidad climática.

## Cambios percibidos en los últimos 40 años

La lluvia ha cambiado en cuanto a su régimen y ese es un aspecto fundamental para la asociación del cambio climático en el imaginario de la comunidad. Los entrevistados mantienen que en los últimos 40 años las lluvias no inician en los meses a los cuales estaban acostumbrados y la extensión de la sequía es más frecuente: “Las lluvias, que no es a la época que siempre esperábamos. El verano en sí se ha extendido, por eso se han perdido las cosechas” (Sj1). Esta percepción se relaciona con los datos climatológicos; aunque en los promedios mensuales por décadas se mantiene un régimen bimodal y permanecen los meses de lluvia y sequía, cuando se analizan los datos anuales se encuentra que en los últimos años se ha tenido variabilidad en el inicio de lluvias, así como años muy secos (Garzón, 2022).

Esta modificación del régimen de lluvias afecta la siembra:

O sea para el sembrío también a los meses que necesitamos la lluvia está muy seco, o sea cuando queremos sembrar. En cambio, estas temporadas que queremos que ya haga sol para que seque el maíz está mucha lluvia, entonces nos daña el maíz (Sj2).

Se observa que estos cambios no han permitido a los pobladores adaptar sus rutinas de siembra a la modificación de las fechas de entrada y salida del período lluvioso. Igualmente, algunos entrevistados comentaron que el exceso de lluvias ocasiona daños. De acuerdo con Sj4, “más antes no cogía como ahora las lanchas”, refiriéndose al aumento en las enfermedades (*Phytophthora infestans*) que atacan el cultivo. Sin embargo, se mencionan años secos, con poca productividad, como plantea el Sj3 al comentar que “Hay años que está puro solazos, puro arena, no se puede sembrar por eso se da cuenta uno”. Estas observaciones coinciden con el registro de las medias de precipitación desde el año 2000 al 2015, período en el que se presentaron 8 años con precipitaciones promedio anuales por debajo de los 70 mm y, de estos 4 años (2001, 2004, 2005 y 2015), con muy escasas precipitaciones (por debajo de los 55 mm de promedio anual) (Garzón 2022).

Otro de los factores que los entrevistados asocian al cambio climático es la intensidad del sol que perciben. Estos afirmaron que la radiación solar es más intensa y que no solo afecta a los cultivos, sino que les afecta físicamente. Sj1 mencionó: “Le siento que está más fuerte, está más bravo, está más resentido, nos quema demasiado. Ya no es el sol de antes”. Esta idea fue idea confirmada por Sj2, quien indicó: “Cuando hace sol es demasiado fuerte, antes no era así”, asociando además la intensidad del sol con enfermedades en la piel. No solo hay una asociación directa de la pérdida de confort (Sj3: “...como que arde ya. No es un calor no más, sino como que arde, como que pica la piel”), sino, adicionalmente, con el daño a los cultivos (Sj3: “...así mismo está dañando a la pobre planta, no resiste”).

Si bien no se tiene el registro de radiación UV que pueda confirmar la percepción por parte de los pobladores de Fakcha Llakta acerca de la intensidad solar percibida, se podría asociar esta idea a la disminución de la humedad relativa y, en consecuencia, de la nubosidad en el área, lo que implica una mayor incidencia directa de la radiación solar, así como una disminución en la temperatura matutina y nocturna por la disminución del vapor de agua atmosférica que almacena el calor (Garzón, 2022). Esto se refleja en quienes manifiestan

que, aun cuando durante el día despejado la intensidad del sol les afecta, durante la mañana y la noche sienten más frío que antes, haciendo referencia a la modificación de las temperaturas diurnas y nocturnas, lo cual se relaciona nuevamente con la sensación de confort térmico (Sj2: "...de mañanas y tarde ya hace mucho frío, antes no era así mucho frío. Ahora amanece muy frío..."; Sj4: "...hace más frío que más antes...").

### **Causa de los cambios del clima**

Los entrevistados plantean dos tipos de causas, ambas relacionadas con acciones antrópicas. La primera se refiere a acciones que afectan a la naturaleza desde la espiritualidad y dentro de la cosmovisión andina, tal como lo refiere Sj1: "En lo personal, es que estamos maltratando mucho a nuestra Pachamama, ya no le cuidamos como antes... nuestra juventud ya ni siquiera reconoce que de nuestra Pachamama sale todo". Como se observa, se hace alusión no solo al ser que espiritualmente representa la conexión del andino con el entorno, sino que se hace un llamado de atención hacia la pérdida de valores de las nuevas generaciones, comentario que se repite en varios de los entrevistados.

La segunda causa, aunque igualmente incluye las acciones humanas, contempla actividades de contaminación y quema, "...nosotros mismos no cuidamos el medio ambiente dicen no. Entonces es verdad que no estamos cuidando como antes, estamos quemando así. Entonces eso dice que es este cambio de clima que tenemos no" (Sj2) y las actividades de las fábricas:

...yo he visto en Perú, que afecta esos fábricas grandes que es sale homo no, entonces eso ha sabido afectar allá, entonces igual puede ser acá también porque muy girado por este Ecuador pues como ahora la fábrica aquí como estará saliendo el los humos entonces eso puede afectar...(Sj5).

Bueno hay comentarios que he escuchado que viene a suceder por las fábricas, dicen que no cuidan, que el medio ambiente, quemamos los páramos bueno muchas cosas se ha escuchado no sé... pero más la contaminación dicen que por las fábricas (Sj6).

Asimismo, la segunda causa incluye la deforestación y su efecto sobre los ríos: "la deforestación, el no cuidado de las riveras, de las quebradas de los lagos, todo eso repercute en el cambio climático" (Sj7). En todos los casos se mencionaron acciones humanas directas.

### **Efectos del cambio climático percibidos en la comunidad**

Los efectos del cambio climático que afectan a la comunidad están asociados a las precipitaciones. Las lluvias repercuten en las fuentes de entrada económica, afectando al turismo y a los cultivos.

Con respecto al turismo, Sj2 expresa "Claro, no podemos trabajar con los turistas... Cuando está así bien el solcito, así vienen turistas están paseando, y ahí salimos a vender las artesanías también, pero cuando llueve, enseguida se van y no hay negocio". La lluvia causa daños en los caminos para el turista, alejándoles cuando caen lluvias inesperadas. También se venden menos alimentos a los turistas y, si el bosque o el río no son agradables a la vista, no atraen al turismo:

“...solo ven el turista que viene, vendemos la comida, vendemos no me importa, entonces al cambio nosotros como vemos el turismo viene por bosque... no por lo que vendemos artesanía, por lo que vendemos la comida no vienen, vienen por, para ver el, la cascada, ver el bosque que hay” (Sj5).

Los efectos a la comunidad se centran en la actividad comercial, pero no hacen referencia a otros ámbitos fuera del marco económico. La única mención realizada, diferente al turismo, es hacia la menor disponibilidad de agua para riego y consumo (Sj1: “...el agua, necesitamos para regar nuestras huertas, ya empieza a escasear, ya no nos autorizan a que fácilmente estemos regando”). Esta última referencia permite confirmar la idea de la existencia de una mayor frecuencia de lluvias dispersas que afecta al turismo, pero que, al ser de baja intensidad, no genera un excedente de agua que permita un mayor riego para los cultivos.

### **Efectos del cambio climático sobre los cultivos percibidos por los entrevistados**

La relación con la agricultura es parte integral de la vida del habitante de Fakcha Llakta, por lo que aquellas acciones que interfieren en los procesos culturales son rápidamente incorporadas como problemas que afectan a la vida cotidiana.

La radiación solar está afectando los cultivos, “...es como quemándoles y ya las plantitas ya no reaccionan” (Sj1), “...cuando está así mucho sol también se llenan las plagas por más que fumigamos...” (Sj2), pero también afecta las actividades de laboreo agrícola, tanto como las lluvias. La consecuencia de estas variaciones la ven reflejada en un aumento de las plagas de los cultivos (gorgojo del maíz y “lancha”): “...la plaga que ya venimos de la cosecha mismo a la casa trayendo es el gorgojo...” (Sj1); “Entonces cuando hace mucha lluvia pudre las cosas y no se puede trabajar deshierbando también, entonces nos perdimos...” (Sj2). La aparición del gorgojo del maíz puede ser reciente, pues algunos entrevistados mencionan que no existía en la zona cuando ellos eran jóvenes: “...en mi época de juventud no había el fenómeno de la gorgoja que le llamamos... pero ahora ya en la semilla ya encuentras eso, entonces es el cambio climático que te provoca eso” (Sj7).

El incremento en las enfermedades de los cultivos crea en los agricultores tradicionales un conflicto que enfrenta su convicción de no utilizar químicos para mantener un producto saludable y arriesgarse a pérdidas con la opción de utilizar químicos y garantizar la salida del producto. Menciona el Sj2: “...no fumigamos como esos agricultores que hacen para vender, entonces no avanzamos..., nos vencen esas plagas” mientras que, de manera más conservadora, el Sj3 dice “...no meto químico. Pierdo la cosecha, pero tengo comida sana.”

Quizá, como consecuencia de las variaciones climáticas, ha emergido una plaga, probablemente de hemípteros, que está también afectando a los cultivos “...hay unas plagas verdes, entonces demasiado llena, entonces termina todo, hasta el tallo termina...” (Sj5). Junto al aumento de plagas, el cambio de régimen de lluvias está afectando la producción, debido a que las siembras que inician en septiembre para aprovechar el segundo momento de lluvias anual, pueden perderse por el retraso que experimenta la entrada del periodo lluvioso.

Los daños a los cultivos producen efectos económicos, pero solo son referidos como efectos directos por dos de los entrevistados (Sj6: “Bueno, en la agricultura

económicamente si ha afectado porque si se ha perdido en las cosechas”) y uno más como un efecto indirecto: “Definitivamente porque ya las cosas se encarecen...Es que esa plaga termina haciendo polvo al maíz y nosotros siempre tenemos para todo el año, consumo de todo el año”.

### **Efectos percibidos sobre el entorno natural**

Cuando se interroga a los sujetos sobre la relación que ellos perciben entre los cambios del clima y su entorno natural, específicamente sobre el río y sobre el bosque, todos señalan que hay un cambio en las condiciones del río, pero muchos de esos señalamientos están relacionados con la contaminación por residuos sólidos y descargas de líquidos contaminantes y no con el cambio climático, lo cual demuestra que el evento perceptible es la basura y, en menor grado, los cambios en el caudal del río.

Los entrevistados mencionaron que, en el pasado, el río era más limpio y podían utilizar su agua para cocinar y que, en horarios diferentes, también lo usaban para lavar la ropa; sin embargo, aseguran que ahora trae gran cantidad de basura que sienten que los afecta por su impacto en la actividad turística. Igualmente, observan que se ha incrementado la cantidad de basura cuando llueve, ante lo cual deben realizar mingas para limpiar el río.

El nivel del agua ha bajado de acuerdo con el Sj1 y el Sj6, pero en época de lluvias no perciben esa diferencia (Sj5). Aun con estas observaciones por parte de los pobladores, es importante destacar que la disminución de las precipitaciones abundantes afecta el caudal del río y, en consecuencia, evidencia la importancia de dar un manejo al recurso hídrico en el sector, pues el río es para la comunidad un elemento clave, por su atractivo turístico, su importancia para la agricultura y su arraigo cultural, tal como lo evidenciaron Trujillo et al. (2018).

En cuanto al bosque, algunos observan que se ha perdido la frondosidad de los árboles por las fuertes sequías y las lluvias han ocasionado la caída de otros (Sj1: “...los árboles eran más frondosos, y ahora ya es como que están como más tristes” y Sj2: “...es que caen los árboles. Ahí hay unos árboles de eucalipto que son criados solamente porque caen las pepas... entonces eso a veces se caen por sí mismo por demás lluvia”). Esta opinión difiere de la otra parte de los entrevistados, que está de acuerdo en que no hay efectos notables en el bosque porque, si bien hay pérdidas de árboles por sequía, ellos han hecho un esfuerzo por sembrar nuevos especímenes de la zona, aunque estos esfuerzos de reforestación se ven afectados igualmente por las condiciones climáticas (Sj6: “...ahí de repente hacemos una plantación en las laderas y no llueve las plantas se quedan ahí o de repente llueve demasiado y se estropea todo”).

### **Medidas de adaptación utilizadas por la población**

Ante las consecuencias del cambio climático percibidas por la población, esta ha tomado algunas medidas o actitudes para aminorar sus efectos. Ante la disminución de la disponibilidad del agua, algunos deben comprarla o pueden obtenerla gracias a la colaboración de vecinos: “Si tú tienes dinero, nada más que compras botellones de agua y ya tienes ahí en la casa para emergencia... pero cuando no se tiene, pues eso si es triste” (Sj1). Es claro para ellos que el agua del río está contaminada por aguas servidas: “está lavando por arriba y ahí botan. Hay dos partes como Yakupacta, como compañía, está mandando el agua servidas” (Sj3).



El agua para los cultivos es escasa y han optado por utilizar métodos de conservación de humedad del suelo, como coberturas artificiales. El Sj2 explica “estoy tapando con plástico, pero no me está resultando y no sé por qué”, lo que demuestra la necesidad de apoyo técnico para el manejo del cultivo y el aprovechamiento del agua y expone, adicionalmente, la preocupación por tener que hacer una mayor inversión en infraestructura, por ejemplo, en invernaderos. Esto no es cónsono con los beneficios económicos que pueden obtener actualmente, considerando el riesgo climático al cual están sometidos por la variabilidad del régimen de lluvias.

El aumento en la frecuencia de riego es también una de las acciones asumidas y, para ello, la comunidad se organiza en minga para la limpieza de la acequia. Cuando las acequias se deterioran o derrumban y deterioran el terreno, deben incorporar abono para recuperar la fertilidad del suelo. En este proceso de fertilización, los pobladores suelen insistir en el uso de abonos orgánicos (Sj1 y Sj3), pero no mencionan ninguna otra alternativa para el manejo del suelo, como el uso de coberturas vegetales muertas o vivas.

Debido a que los cultivos siguen sufriendo daños y uno de los que más se afecta por la plaga de gorgojo es el maíz, se ha optado por sustituirlo por la papa. Esto genera un conflicto con el uso de agroquímicos para controlar enfermedades:

A la fuerza nos va a obligar meter químico para que resista la planta, pero estoy preocupado eso, yo estoy cuidando tratamiento a lo natural, a lo orgánico. Pero si el tiempo mismo, el espacio mismo no me da... Por ejemplo, esta papa que tengo acá un poco, ya está cuatro veces fumigada, pero se me venció... Si meto más químicos se puede quemar las hojas. Si no meto químico, un poco, no aguanta, entonces es una pérdida (Sj3).

Otro problema presente en los cultivos es la variabilidad de las lluvias. Cuando llueve poco deben apoyarse en el riego y depender menos de las lluvias, pero cuando aumentan las lluvias que afectan el maíz y no permiten que se seque para la cosecha, las pérdidas son muy altas. El Sj7 plantea el uso de la diversificación de rubros como método para afrontar las dificultades presentes en la comunidad por las precipitaciones, el uso de los cultivos asociados, pero al mismo tiempo observa resistencia en la población mayor, quienes son generalmente los dedicados a la siembra, pues su costumbre es el cultivo de maíz, arveja y papa.

## Conclusiones

La percepción de los habitantes entrevistados en la comunidad de Fakcha Llakta es la de la existencia de un cambio en el clima, evidenciado en la imprevisibilidad de los períodos de lluvia y sequía, así como de los procesos de siembra, los cuales están unidos culturalmente a diversas manifestaciones religiosas kichwa. También perciben una diferencia en la frecuencia de las lluvias, que resulta problemática para la población, pues afecta a los procesos de siembra y al turismo local.

El tercer aspecto relacionado con la percepción es el incremento en la radiación solar. Este es considerado un aspecto que afecta a la salud y se atiende a través de la estrategia de adaptación. La estrategia adaptativa que se propone responde a la información




obtenida de los datos climáticos, la percepción de los pobladores y los antecedentes obtenidos a través de la revisión documental y se desarrolla utilizando los aportes de la agroecología y la sustentabilidad, así como del respeto a la cosmovisión andina.

## Referencias

- Altieri, M., y Nicholls, C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA Revista agroecológica*, 24(4), 5-8.
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20.
- Aranguren, J. y Moncada, J. (Comps). (2018). *Sembrando vida y cultura. Las chacras como espacios multifuncionales en comunidades indígenas andinas*. Editorial UTN
- Cea, M. (2004). *Métodos de encuesta. Teoría y práctica, errores y mejoras*. Editorial Síntesis.
- FAO (2011). Cambio climático y seguridad alimentaria. <http://www.fao.org/climatechange/1661505a3a6593f26eaf91b35b0f0a320cc22e.pdf>
- Forero, E., Hernández, Y. y Zafra, C. (2014). Percepción latinoamericana de cambio climático: metodologías, herramientas y estrategias de adaptación en comunidades locales. Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1), 73-85.
- Galindo, L., Alatorre, J., y Reyes, O. (2015). Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *El trimestre económico*, 82(3), 489-519.
- Garzón, A. (2022). *Análisis de la adaptación al cambio climático en comunidades indígenas, caso de la comunidad Fakcha LLakta del cantón Otavalo*. (Trabajo de grado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8197>
- González, E. (2012). La representación social del cambio climático. Una revisión internacional. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(55), 1035-1062.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación. 5ta Edición*. Mc Graw Hill.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Cambio climático 2013. Bases físicas*. Autor
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Autor

- Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero*. Autor
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf)
- Lugo-Morín, D., Caicedo, F., Torres-Cuapa, B., Andrade, J. y Cruz, F. (2014). Cambio climático, género y percepción: Caso de la Laguna de Yahuarcocha. *Spanish Journal of Rural Development*, 5(4), 15-22. Doi: 10.5261/2014.GEN4.02
- Martínez, M. (2007). *Ciencia y arte en la investigación cualitativa*. Trillas
- Moura, I. C. y Steil, C. A. (2012). Percepción y ambiente. Aportes para la epistemología ecológica. En: B. Ortiz y C. Velasco (Coord.). *La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México*. (pp.17 – 34). Universidad Iberoamericana Puebla
- Nájera, V. (2017). *Análisis de las técnicas agrícolas ancestrales para el diseño e implementación de un modelo agroturístico en la comunidad Fakcha Llakta Otavalo - Ecuador* (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Rocha, Y. (2012). Biodiversidad y cambios climáticos según el conocimiento científico y tradicional. En: B. Ortiz, y C. Velasco (Coord.). *La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México* (pp.53 – 69). Universidad Iberoamericana Puebla.
- Roncancio, S. S., Muñoz, J. C., y Sánchez, F. R. (2015). Estrategias de adaptación al cambio climático en dos localidades del municipio de Junín, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 227-237.
- Sánchez, C. (2016). Evolución del concepto de cambio climático y su impacto en la salud pública del Perú. *Revista Peruana de de Medicina Experimental y Salud pública*, 33 (1), 128-138.
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan Nacional Creando Oportunidades*. Secretaría Nacional de Planificación.
- Trujillo, C., Moncada, J., Aranguren, J. y Lomas, K. (2018). Significados del agua para la comunidad indígena Fakcha Llakta, canton Otavalo, Ecuador. *Ambiente & Sociedade*, 21. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0100r3vu18L1AO>
- Van der Molen, K. (2011). Percepciones de cambio climático y estrategias de adaptación en las comunidades agrícolas de Cotacachi. *Ecuador Debate*, 82, 145-158.

# Optimización del Proceso de Potabilización de Agua en el Municipio de Venecia, en el Departamento de Cundinamarca, Colombia

Andrés Dario Hoyos Gutiérrez , Ximena Andrea Lemaitre Ruiz , Laura Henao Herreño 

Hoyos Gutiérrez, Andrés Dario  
Universidad Católica de Colombia, Colombia  
adhoyos13@ucatolica.edu.co

Lemaitre Ruiz, Ximena Andrea  
Universidad Católica de Colombia, Colombia  
Autor para correspondencia: xalemaire@ucatolica.edu.co

Henao Herreño, Laura  
Universidad Católica de Colombia, Colombia  
lxhenaoh@ucatolica.edu.co

## Resumen

La calidad del agua para consumo humano debe tener propiedades fisicoquímicas específicas para que pueda ser apta para su uso. El municipio de Venecia, en Colombia, cuenta con una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) que presenta deterioro en los sistemas de sedimentación, floculación coagulación y filtración. Debido a este deterioro, la calidad del agua que se provee en el municipio no cumple con los estándares de calidad establecidos por la legislación colombiana para el consumo de agua potable. En este trabajo se desarrolló una alternativa de tratamiento como complementación a los procesos que se realizan en la actualidad en la PTAP, con el objetivo de mejorar la calidad de agua que se suministra a la población del municipio. Para cumplir este objetivo, se realizó la caracterización del agua cruda después de haber sido sometida al proceso de potabilización. Para esta caracterización, se analizaron los siguientes parámetros: turbidez, pH, sólidos suspendidos, sólidos disueltos totales, color aparente, temperatura, resistividad, conductancia y alcalinidad. A partir de estos resultados se planteó mejorar la calidad de del agua mediante la determinación de la cantidad de coagulante óptima para usar en los procesos de coagulación y floculación. La cantidad de coagulante (hidroxicloruro de aluminio) se estableció por medio de la prueba de jarras. Los resultados mostraron que la cantidad óptima de coagulante a una concentración de 0.01N fue de 37 mL por litro de muestra, obteniéndose una reducción de la turbidez del 68 %, sólidos suspendidos del 36 %, color aparente del 35 % y resistividad del 89 %. Los resultados revelaron que el proceso de potabilización actual se puede mejorar agregando la cantidad de coagulante establecida en este estudio durante el proceso de potabilización.

**Palabras clave:** caracterización del agua, propiedades fisicoquímicas, coagulante, coagulación, floculación, potabilización

## Introducción

El suministro de agua es fundamental para el desarrollo de las comunidades. Debe garantizarse que el agua que se suministra sea entregada a los usuarios finales sin intermitencia, de una forma segura y cumpliendo las restricciones hidráulicas y de calidad. En lo referente al caso colombiano, la normativa de la Resolución 2115 de 2007 establece las concentraciones mínimas que debe tener el agua potable para que su consumo sea seguro.

Entre algunos de los parámetros más relevantes de calidad de agua se encuentran la turbiedad, el color aparente, la conductividad, el pH y la alcalinidad, entre otros. Dichos parámetros deben ser sujetos a un programa de monitoreo periódico con el fin de garantizar el adecuado cumplimiento de los límites establecidos en la normativa colombiana. Por ejemplo, el límite de turbiedad en agua tratada es de 2 UNT, mientras que el de pH presenta un rango desde 6.5 hasta 9.

En este trabajo se estudia un sistema de tratamiento de agua potable localizado en el municipio de Venecia, departamento de Cundinamarca, Colombia. Este sistema es de interés porque suministra agua a una población urbana de 4218 habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2015). El sistema está compuesto por una bocatoma que toma el agua de la quebrada Lagunitas, ubicada en la vereda San Cristóbal. El agua pasa por un desarenador para posteriormente ser conducida por una tubería de 3" hasta la planta de tratamiento de agua potable. El agua llega al sistema de tratamiento, donde se estima el caudal mediante una canaleta Parshall, la cual se usa a su vez para agregar por goteo soda cáustica a una tasa de 10 mL/min. Luego del paso por esta canaleta, se llega a un sistema de coagulación floculación y, posteriormente, el agua es sometida a un proceso de sedimentación. Finalmente, el agua es filtrada y desinfectada con hipoclorito de calcio al 70 %; este es el último proceso por el cual se pasa el agua antes de ser suministrada a los habitantes de la zona.

A pesar de que la planta cuenta con los equipos, sistemas y estructuras requeridas para poder obtener agua de alta calidad para el consumo, se tiene conocimiento de que el agua que es suministrada a la población no cumple con la normativa colombiana en cuanto al cumplimiento de los parámetros establecidos en agua de consumo. Por esta razón, el objetivo de este proyecto es optimizar el volumen de coagulante añadido en el proceso de coagulación floculación durante el tratamiento, como una alternativa para mejorar la calidad de agua al finalizar el proceso de potabilización. Los resultados mostraron un mejoramiento de la calidad del agua después de agregar la cantidad de coagulante establecido como el óptimo para el tipo de agua tratada. La alternativa planteada sería fácil de implementar, dado que ya se cuenta con el coagulante y las estructuras necesarias para realizar el proceso de coagulación floculación.

## Revisión teórica

Para poder establecer si un agua es apta para consumo se deben determinar tanto sus características físicas como sus características químicas y microbiológicas. Los contaminantes presentes en el agua pueden estar relacionados con problemas de salud en la población o con problemas de estética (Edzwald, 2011; Lin et al., 2022). En el agua

puede haber diferentes tipos de contaminantes que pueden causar una gran variedad de enfermedades, como gastroenteritis, causada por microorganismos, o cáncer, causado por compuestos tóxicos (Edzwald, 2011; Lin et al., 2022).

En los procesos de potabilización, la caracterización fisicoquímica del agua es de gran importancia por dos razones, principalmente: (i) a partir de esta caracterización se puede establecer qué tipo de tratamiento se debe realizar para obtener agua apta para consumo; (ii) después de realizar el tratamiento del agua se puede evaluar si se cumplen con los estándares de calidad (Alver, 2019; Romero Rojas, 1999). El proceso de tratamiento de agua potable está constituido por diferentes procesos unitarios que tienen una función específica. Cada uno de los procesos debe funcionar adecuadamente para que, al final del tratamiento, se obtenga agua de alta calidad segura para consumo.

Como se describió anteriormente, las unidades que se incluyen en el sistema de tratamiento dependen de los contaminantes que se identifiquen en el agua (Crittenden et al., 2012; Romero Rojas, 1999). Existen varios tipos de plantas de potabilización, entre ellas se encuentran las plantas de ablandamiento y las plantas utilizadas para la remoción de hierro y manganeso, entre otras. Por ejemplo, la planta de ablandamiento consta de un proceso de mezcla rápida con cal, seguido por procesos de floculación, sedimentación filtración y desinfección (Romero Rojas, 1999).

Los procesos que se pueden implementar para el tratamiento de agua potable se pueden dividir en dos: (i) los procesos implementados para hacer un tratamiento preliminar y (ii) aquellos procesos implementados en el tratamiento principal (Romero Rojas, 1999). Dentro de los procesos que hacen parte del tratamiento preliminar, se encuentran: el cribado, pretratamiento químico, la presedimentación y el aforo, realizado para determinar el caudal a tratar. Para el tratamiento principal se puede realizar el tratamiento convencional, que incluye procesos como coagulación floculación, sedimentación, filtración, y desinfección (Crittenden et al., 2012; Romero Rojas, 1999).

Dentro de los procesos implementados en el tratamiento principal, el proceso de coagulación floculación es esencial en los procesos de tratamiento de agua (Edzwald, 2011); este permite que se sedimenten sólidos de una forma más rápida por medio de la aglomeración de partículas que forman flocs (Jiang, 2015). Para poder inducir la aglomeración se usan unos compuestos químicos llamados coagulantes, que son, principalmente, sales inorgánicas de hierro y aluminio (Jiang, 2015). Después de que los flocs son formados, se realiza una separación líquida/sólida que permite sedimentar los aglomerados (Jiang, 2015). Los flocs pueden variar en su tamaño, densidad, estructura y fuerza. Estas características son muy importantes porque influyen directamente en el proceso de separación líquido/ sólido (Jiang, 2015).

## **Métodos**

Se hicieron diferentes pruebas experimentales en la planta de tratamiento para poder determinar tanto las características fisicoquímicas del agua cruda como las características del agua después de pasar por el proceso de potabilización actual.

Adicionalmente, se determinó la cantidad de coagulante que se debe adicionar por litro

al agua para poder optimizar el proceso de coagulación floculación a través de la prueba de jarras. Para poder evaluar la pertinencia del proceso empleado, se determinaron los parámetros fisicoquímicos del agua cruda antes de realizar la prueba de jarras y después de haber terminado dicho proceso. A continuación, se describen los procedimientos experimentales que se llevaron a cabo.

### **Características fisicoquímicas del agua medidas en la planta de tratamiento**

Para realizar la caracterización inicial fisicoquímica del agua se realizó la medición del pH, la turbiedad y la concentración de cloro del agua en la planta de tratamiento. El pH y la turbiedad fueron determinados usando el equipo Spectroquant Multy, Merck. La concentración de cloro residual libre fue establecida utilizando el método colorimétrico mediante la adición de N, N Dietil parafenilendiamina (DPD) a la muestra.

Estos parámetros fueron determinados en el agua antes y después de pasar por la planta de tratamiento. En esta parte del proyecto la turbiedad fue medida en unidad de atenuación de formacina (UAF) y la concentración de cloro fue medida en mg/L.

### **Prueba de jarras**

Para la prueba de jarras se tomaron muestras de agua cruda de 1 L en recipientes de un galón de la quebrada Quebrada Grande. Las muestras se transportaron y almacenaron en recipientes enfriados con hielo y, posteriormente, fueron guardadas a  $-4^{\circ}\text{C}$  hasta que fueron analizadas. El tiempo de toma de muestra y el análisis de estas fue menor a 24 horas.

Para la prueba de jarras se usaron 800 mL de muestra de agua cruda para cada análisis realizado. En total se hicieron 6 pruebas en las que la cantidad de coagulante (hidroxicloruro de aluminio) se varió, empezando por 21.6, 25.6, 29.6, 33.6, 37.6 y finalizando con 45.6 mL.

Después de agregar el coagulante se realizó una mezcla rápida con una agitación de 200 revoluciones por minuto (r.p.m.) por 60 s. Posteriormente, se hizo un proceso de mezcla lenta durante 15 min a 20 r.p.m. Finalmente, para realizar la medición de las características fisicoquímicas del agua después de ser sometida al proceso de coagulación y floculación, se tomaron muestras de la parte superior de las mezclas resultantes con un intervalo de entre 1 y 2 minutos.

A continuación, se describen los protocolos y los dispositivos implementados para realizar la caracterización fisicoquímica del agua antes y después de la prueba de jarras:

#### **1. Determinación del pH**

El pH de las muestras de agua fue medido con un multiparámetro Consort C862. Las muestras fueron agitadas antes de la medición.

#### **2. Determinación de la turbidez**

Las muestras de agua de agua cruda y las muestras tomadas después de la prueba de jarras fueron agitadas antes de realizar la medición de la turbidez con el turbidímetro de mesa HACH 2100N. La turbidez se midió en unidades nefelométricas (UNT).

### 3. Medición de la conductancia

La conductancia de las muestras de agua fue determinada con el multiparámetro Consort C82. La conductancia fue dada en  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

### 4. Sólidos disueltos totales

Los sólidos suspendidos totales de las muestras de agua fueron determinados con el multiparámetro Consort C82. Los sólidos disueltos totales fueron medidos en  $\text{mg}/\text{L}$ .

### 5. Determinación de color aparente

El color aparente se determinó usando el espectrofotómetro DR2800 en unidades de Pt/Co.

### 6. Determinación de la alcalinidad

La alcalinidad se determinó en una muestra de 100 mL a través de titulación volumétrica. Se usaron dos indicadores de color naranja de metilo y fenolftaleína para determinar el punto exacto del viraje del color de la muestra.

### 7. Determinación de sólidos suspendidos y sólidos disueltos

Para la determinación de los sólidos suspendidos en una probeta se dejó decantar una muestra de 100 mL durante 10 min. La muestra de agua se filtró y posteriormente el filtrado se colocó en una vasija para su secado por medio de calentamiento, usando un mechero. Después, se determinó la masa de los sólidos presentes en el filtrado para establecer la cantidad de sólidos disueltos de la muestra. También se determinó la masa del producto de la filtración presente en el papel de filtro después de la evaporación del agua, con el fin de determinar los sólidos suspendidos. Antes de hacer la filtración, se removió la humedad presente en el filtro y en la vasija colocándolos en un horno.

## **Resultados y Discusión**

### **Características fisicoquímicas del agua medidas en la planta de tratamiento**

La caracterización fisicoquímica del agua después de la potabilización mostró que el agua suministrada por la planta de tratamiento del municipio de Venecia, en Colombia, no era apta para el consumo, ya que se evidenció que el agua no cumplía con los requisitos establecidos por legislación colombiana en cuanto al pH y la cantidad de cloro libre residual (Tabla 1). El pH cuantificado indica que el agua es ácida y, debido a que es corrosiva, puede contener altas concentraciones de metales tóxicos y dañar las tuberías de metal (US Water Systems, 2022). Adicionalmente, se puede encontrar un sabor metálico en el agua ácida, puede decolorar la ropa y deteriorar las instalaciones para el suministro y abastecimiento de agua potable (US Water Systems, 2022). Con respecto a la cantidad de cloro residual encontrado en la muestra, se evidenció que hubo un incremento de este parámetro hasta 8.8  $\text{mg}/\text{L}$ , después del tratamiento. Concentraciones de cloro residual entre 0.6 y 1  $\text{mg}/\text{L}$  pueden causar rechazo de consumo debido al olor y sabor que genera este compuesto en el agua (Government of Canada, 2016). Sin embargo,



es poco probable que las concentraciones encontradas puedan causar efectos negativos en la salud humana (Environmental Protection Agency [EPA], 2022; Government of Canada, 2016).

En la Tabla 1 se muestran los parámetros fisicoquímicos medidos antes y después del proceso de potabilización convencional que se lleva a cabo en la actualidad. Los resultados muestran que el pH aumentó solo un 1.3 % con respecto al pH que fue medido en el agua cruda. Asimismo, la turbiedad decreció aproximadamente el 29 % con el proceso de tratamiento convencional.

**Tabla 1.** Parámetros medidos del agua usada como fuente de abastecimiento y después de pasar por el tratamiento actual de potabilización.

Parámetro	Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Aceptable*
Turbidez (FAU)	28	20	No reporta
pH	4.58	4.64	6.5-9
Cloro residual libre(mg/L)	3.7	8.8	0.3-2

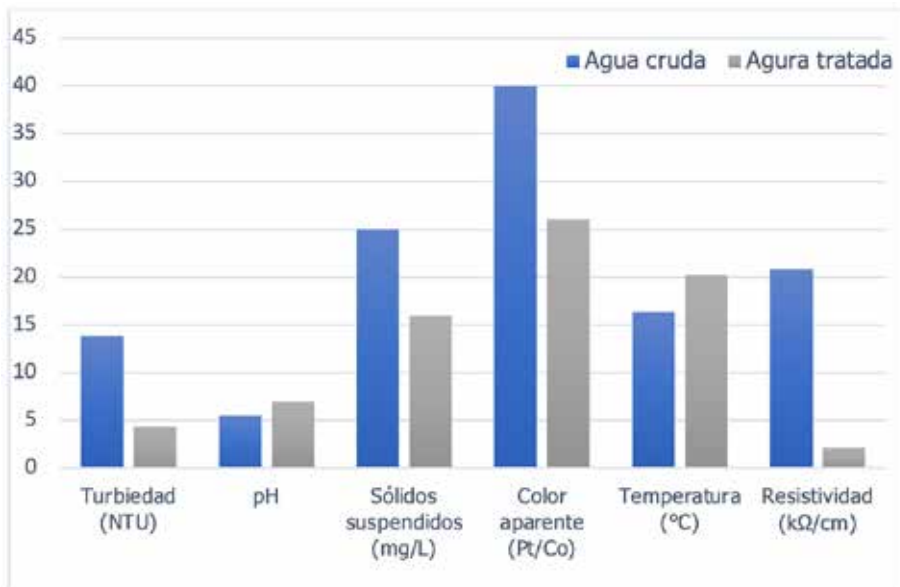
\*Parámetros establecidos en la Resolución 2115 de 2007 emitida por el Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Por último, la alcalinidad del agua cruda fue de 18.5 mg CaCO<sub>3</sub>/L y 25 mg/L correspondieron a sólidos disueltos totales.

### Prueba de jarras

En la Figura 1 se muestran los resultados de la caracterización fisicoquímica del agua cruda, antes de realizar la prueba de jarras, y después de la prueba, agua tratada.

Al comparar estos resultados con las mediciones hechas sobre la calidad fisicoquímica del agua sometida al proceso de potabilización actual, se observa que, al agregar la cantidad de coagulante óptimo establecido a través de la prueba de jarras, se mejoran en gran medida varios de los parámetros evaluados. Se pudo establecer que la turbiedad pasó de disminuir un 29 % con el tratamiento inicial a disminuir un 68 % con la optimización del proceso de coagulación y floculación. Asimismo, se estableció que el pH pasó de aumentar un 1.3 % al someterlo al proceso de potabilización actual a aumentar un 27 % aproximadamente con el proceso propuesto, llegando a un valor de 7.02, que cumple con la normativa actual. Adicionalmente, se determinó que los sólidos suspendidos, el color aparente y resistividad tuvieron una disminución del 36 %, 35 % y 89 % aproximadamente.



**Figura 1.** Resultados de las características fisicoquímicas establecidas antes del test de jarras (agua cruda) y después de la prueba de jarras (agua tratada).

A pesar de que varios de los parámetros de calidad del agua (turbiedad y color aparente) medidos después del proceso de la prueba de jarras estuvieron muy cercanos a los valores requeridos por la normativa colombiana en cuanto al agua de consumo, los valores medidos fueron mayores que los establecidos por la norma. En el caso de la turbiedad, la norma establece que el agua debe tener un máximo valor aceptable de 2 UNT; sin embargo, el agua tratada tuvo un valor de 4.37 UNT. Asimismo, el color aparente del agua después de haber sido sometida al proceso de coagulación floculación en la prueba de jarras dio un valor de 26 Pt/Co. No obstante, el valor máximo aceptado por la norma de este parámetro es de 15 Pt/Co.

A partir de los resultados obtenidos, se puede establecer que a través de la adición adecuada de coagulante durante el proceso de coagulación floculación se puede mejorar drásticamente la potabilización del agua, mejorando su calidad.

Esto concuerda con varios estudios previos en los que se ha sugerido que la dosis del coagulante puede estar relacionada con un mejoramiento de la calidad del agua de consumo. Sin embargo, también se ha sugerido la variación de otros parámetros, como la dosis de floculante, el pH, el tipo de coagulante o los tiempos de mezcla tanto rápida como lenta (Gökçek y Özdemir, 2020; Wang et al., 2007). Teniendo en cuenta estos estudios, se debería evaluar cómo la variación de los parámetros mencionados anteriormente podría influir en la calidad del agua. A partir de los resultados obtenidos se podría establecer el mejor protocolo de tratamiento y así mejorar la calidad del agua que se provee en el municipio.

Esta es la primera aproximación que se ha llevado a cabo para poder establecer una

mejora en el tratamiento de agua potable del municipio de Venecia, en Colombia. Los resultados obtenidos muestran un gran mejoramiento en la calidad del agua con los procedimientos aplicados. Para poder cumplir con la normativa colombiana se deben seguir realizando más análisis experimentales, no solo acerca del tratamiento en sí, sino también teniendo en cuenta los cambios ambientales que podrían afectar las características fisicoquímicas del agua cruda y, asimismo, del agua tratada. Por ejemplo, con altas precipitaciones puede aumentar tanto la turbiedad como el color aparente del agua de abastecimiento.

Además de las propiedades fisicoquímicas analizadas, se debería realizar la medición de las características microbiológicas del agua. Esto permitiría establecer si el proceso de desinfección que se está llevando a cabo es el adecuado.

## **Conclusiones**

En la actualidad, los resultados obtenidos de los ensayos de caracterización fisicoquímica del agua tratada en la PTAP de municipio de Venecia no cumplen con los estándares requeridos para que esta sea apta para el consumo. Es de gran importancia evaluar diferentes variables que puedan influir en el proceso de potabilización para poder establecer una mejor ruta de tratamiento.

A pesar de que el agua obtenida con la alternativa de tratamiento escogida no cumplió con los estándares de calidad exigidos por la normativa colombiana vigente en cuanto al agua para consumo humano, se pudo establecer una línea base para seguir mejorando el tratamiento del agua en el municipio.

Los resultados mostrados en este proyecto demuestran que la dosis de coagulante es fundamental para poder obtener mejores resultados con el proceso de potabilización. Estos resultados están en coherencia con estudios previos que han demostrado que la variación de la cantidad de coagulante es una variable clave para el mejoramiento de parámetros como la turbiedad.

La dosis de coagulante agregada a las muestras de agua para realizar la prueba de jarras permitió el mejoramiento de la calidad de agua en cuanto a los parámetros de pH, turbiedad, resistividad, sólidos suspendidos y color aparente.

## **Referencias**

- Alver, A. (2019). Evaluation of conventional drinking water treatment plant efficiency according to water quality index and health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(26), 27225–27238. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05801-y>
- Crittenden, J. C., Trussell, R. R., Hand, D. W., Howe, K. J. y Tchobanoglous, G. (2012). *MWH's Water Treatment*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118131473>

- DANE. (2015). Venecia/Cundinamarca. [https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/perfiles/25506\\_infografia.pdf](https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/perfiles/25506_infografia.pdf)
- Edzwald, J. K. (Ed.). (2011). Water quality and treatment a Handbook on Drinking Water (Sixth). McGraw Hill.
- EPA. (2022). Drinking Water Regulations and Contaminants. <https://www.epa.gov/sdwa/drinking-water-regulations-and-contaminants>
- Gökçek, Ö. B. y Özdemir, S. (2020). Optimization of the Coagulation–Flocculation Process for Slaughterhouse Wastewater Using Response Surface Methodology. CLEAN – Soil, Air, Water, 48(7–8), 2000033. <https://doi.org/10.1002/clen.202000033>
- Government of Canada. (2016). Page 3: Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document – Chlorine. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-chlorine-guideline-technical-document/page-3-guidelines-canadian-drinking-water-quality-chlorine-guideline-technical-document.html>
- Jiang, J.-Q. (2015). The role of coagulation in water treatment. Current Opinion in Chemical Engineering, 8, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2015.01.008>
- Lin, L., Yang, H. y Xu, X. (2022). Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. Frontiers in Environmental Science, 10(June). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>
- Romero Rojas, J. A. (1999). Potabilización del agua (Tercera). Alfaomega.
- US Water Systems. (2022). Acid Water - Low pH. <https://www.uswatersystems.com/water-problems/acid-water-low-ph>
- Wang, J.-P., Chen, Y.-Z., Ge, X.-W. y Yu, H.-Q. (2007). Optimization of coagulation–flocculation process for a paper-recycling wastewater treatment using response surface methodology. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 302(1–3), 204–210. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2007.02.023>

# Estudio de la Cronometría Dentaria y su Relación con el Peso Vivo en la Cabra Criolla Chusca Lojana Manejada Extensivamente en el Bosque Seco del Sur del Ecuador

Edgar Lenin Aguirre-Riofrío , Stalin Jiménez-Capa

Aguirre-Riofrío, Edgar Lenin

Universidad Nacional de Loja

Autor para correspondencia: edgar.aguirre@unl.edu.ec

Jiménez-Capa, Stalin

MVZ en libre ejercicio

stgeov1993.jc@gmail.com

## Resumen

En sistemas de manejo extensivo, como el que se lleva en nuestro medio con la cabra, la falta de registros es limitante, pues impide disponer de información técnica precisa. Al hablar de la edad en animales, los dientes (DI) son el medio más práctico para determinarla. El objetivo de la presente investigación fue generar información sobre el comportamiento del peso vivo (PV) de la cabra criolla Chusca lojana en relación con la edad, basándonos para ello en el estudio de la cronometría dentaria. Se estudiaron 216 cabras (61 machos y 155 hembras) con edad aproximada entre 0 y 84 meses; la metodología empleada fue la observación de los incisivos, calculando la edad según el tipo de diente (deciduo o permanente), número y grado de desgaste. El PV se obtuvo pesando los animales con una báscula portátil, considerando el sexo y edad por los dientes. Se determinó que esta población no presenta DI al nacimiento, a los 2 meses están con la “boca llena”, entre los 10 y 12 meses cambian las pinzas deciduas a permanentes, los primeros medianos (1°M) brotan entre los 18 y 24 meses, a los 42 meses los segundos medianos (2°M) se completan y a los 54 meses, con los extremos, la boca está llena. En cuanto al PV al nacer, 2.3 kg; entre los 3 y 4 meses (destete), 9-11 kg; al año de edad, 27.9 kg; a los 2 años, 33.9 kg; a los 3 años, 43.4 kg, y en los siguientes años alcanzan pesos desde los 45.2 kg (4 años) hasta los 47.9 kg (7 años). Esta cabra presenta una dentadura tardía en comparación con otras razas y tiene el mayor incremento de PV al primer año de edad, pese al manejo poco técnico que reciben; esto es debido a la excelente habilidad materna que tiene esta población.

**Palabras clave:** edad, cabra criolla, peso vivo, dentadura

## Introducción y revisión teórica

La cabra (*Capra aegrus hircus*) junto con la oveja (*Ovis orientalis aries*) son rumiantes domésticos, cuyo manejo ha sido relegado a los lugares menos favorecidos, donde no es posible realizar la ganadería bovina o la actividad agrícola. De acuerdo a Arias y Alonso (2002), la rusticidad de la cabra le ha permitido adaptarse a ambientes que por sus características climáticas no ofrecen otro tipo de aprovechamiento. Esto se ve reflejado en su distribución mundial; aproximadamente el 97 % de la población caprina se encuentra en las zonas cálido-secas de Asia, África y América (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020; Dejbli et al. 2020).

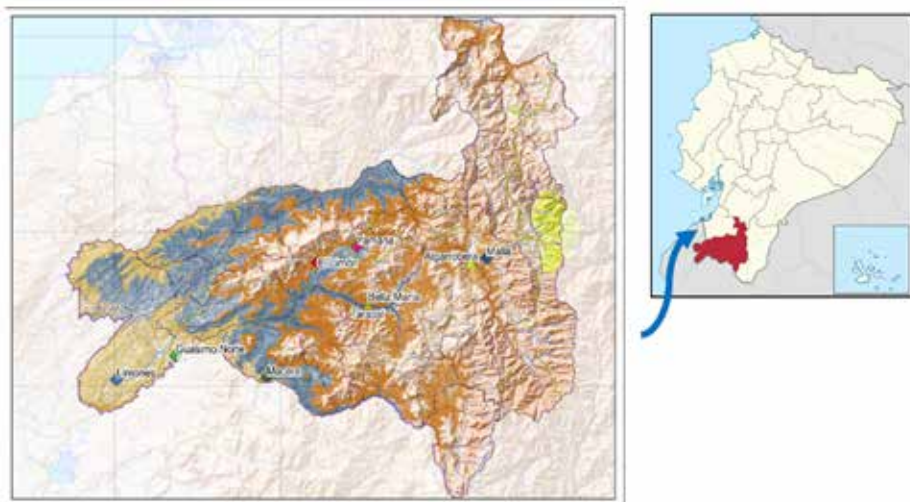
En la provincia de Loja, ubicada al sur del Ecuador y, específicamente, en la zona del bosque seco, encontramos concentrada al 62 % de la población caprina del país (INEC-MAG-SICA, 2000). Su crianza se da a nivel de pequeños productores en sistemas extensivos, donde estos aprovechan todo de estos valiosos animales: su carne, leche, piel y excremento. Es en estos ambientes donde se encuentra en mayor número la cabra Chusca lojana, raza criolla de gran rusticidad adaptada perfectamente al medio árido y semiárido del bosque seco; la conservación, mejora y utilización de este recurso zogenético ha generado en los últimos años investigaciones relacionadas con su caracterización genética (Aguirre, et al. 2020), faneróptica y morfológica (Aguirre, et al. 2021), así como estudios en el campo sanitario (Román et al., 2020).

En los sistemas de producción pecuario extensivo, como el que se lleva en nuestro medio con la cabra, la falta de registros es un factor limitante que impide disponer de información técnica precisa y oportuna. En este caso, al hablar de la edad de los animales, los dientes son el medio más práctico para determinarla; los caprinos, al igual que el resto de rumiantes, presentan incisivos únicamente en la mandíbula inferior y son en los que nos basamos para la determinación de la edad. El objetivo del presente trabajo de investigación es generar información sobre el comportamiento del peso vivo de la cabra Chusca en relación con la edad, basándonos para ello en el estudio de la cronometría dentaria de esta población criolla manejada en ambientes extensivos.

## Métodos

El presente estudio fue realizado en algunos lugares de la zona del bosque seco de la provincia de Loja, en la región sur del país (Figura 1), que posee una extensa zona de matorral espinoso y topografía irregular con alturas que van desde los 150 hasta los 1100 msnm, un clima cálido seco y temperaturas entre los 25 y 30 °C. Para ello, se utilizaron 216 cabras (61 machos y 155 hembras) de raza Chusca lojana, manejadas extensivamente “a campo abierto” y distribuidas en diferentes hatos, con edades entre 0 y 84 meses.

La alimentación de estos animales se basa exclusivamente en lo que encuentran de forma natural en el campo; las plantas preferidas y predominantes en este ecosistema son: mosquera (*Crotón wagneri*), faique (*Acacia macracantha*), guayacán (*Handroanthus chrysanthrus*), charán (*Caesalpinia paipai*), ceibo (*Ceiba trichistandra*) y lantana (*Lantana camara*), entre otras. Las labores de manejo que se realizan con las cabras son mínimas y se limitan a la administración de sal de forma irregular y, esporádicamente, antiparasitarios y vitaminas.



**Figura 1.** Lugares del bosque seco en la provincia de Loja donde se realizó la investigación

**Fuente.** Autores

La metodología empleada fue la observación visual y descriptiva de los incisivos en cada animal, calculando la edad según el tipo de diente (deciduo o permanente), número y grado de desgaste. Esta información de la edad fue contrastada con la información verbal proveniente del propietario. El peso vivo se obtuvo pesando a los animales con una balanza colgante tipo reloj, con capacidad de 100 kg, marca CAMRY® (nivel de precisión 0.5 kg), para los caprinos adultos y otra con capacidad de 5 kg, marca SM®, modelo analógica, para pesar a los de menor edad. Se consideró como variables el sexo y la edad de las cabras.

Para la obtención de la tabla de cronometría dentaria de esta cabra, los animales fueron agrupados, de acuerdo a las edades encontradas en los diferentes rebaños, en 18 grupos etarios de 12 ejemplares (6 machos y 6 hembras); en los grupos de 12 meses en adelante había una escasez de machos que fue compensada con un mayor número de hembras analizadas. La clasificación de los agrupamientos fue la siguiente: nacimiento, 1, 2, 7, 9, 12, 13, 18, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 72 y 84 meses. En cada uno de estos grupos se determinó el número y tipo de diente que poseen y su nivel de desgaste. Respecto al peso vivo en cada uno de estos grupos, se los separó por sexo y se obtuvo una media de pesos en cada uno de ellos. Para la elaboración de la curva de crecimiento se realizó un análisis de regresión.

## Resultados y Discusión

### Cronometría dentaria de la cabra Chusca lojana sometida a manejo extensivo en el bosque seco de la provincia de Loja

Diversos autores (Sisson y Grossman, 1979; Cornevin y Lesbre, 1984; Ducoing, 2006) afirman que la aparición de los dientes temporales es muy variable y que los caprinos pueden nacer sin dientes o con la dentadura temporal casi completa. En este contexto,




Kerr (2012) y Sánchez (2013) manifiestan que los cabritos nacen con las pinzas deciduas y en el primer mes de edad ya están con la boca llena. En el presente trabajo, en la Tabla 1, se muestra que los cabritos de raza Chusca lojana no tienen una aparición precoz de la dentadura: nacen sin ningún diente incisivo; las pinzas deciduas asoman a los 3 días de edad; los primeros medios (1°M) aparecen completamente al noveno día y, además, encontramos ya brotando los segundos medios (2°M); al mes de edad los extremos están a medio salir (ms), y a los 2 meses los cabritos poseen todos los dientes incisivos completos o “boca llena”, condición que se mantiene hasta culminar los 6 meses de edad.

A partir de los 7 hasta los 8 meses de edad, se observa el rasamiento de las primeras piezas dentales deciduas (pinzas y 1°M); es un poco tardío en comparación con lo que expresan Sánchez (2013) y Tapia (2013) en cabras de raza Anglo Nubia y Toggenburg, respectivamente, en las que, en las pinzas y los 1°M, el rasamiento va desde los 4 a los 7 meses. Con respecto al resto de incisivos, el comportamiento es similar a lo manifestado por estos autores, pues los segundos medios (2°M) empiezan a rasar a los 9 meses, mientras que los extremos rasar a partir de los 12 meses. Durante la transición de los 10 a los 12 meses se produce la caída de las pinzas deciduas y son reemplazadas por las pinzas permanentes, que están a medio salir (ms).

**Tabla 1.** Cronometría dentaria de la cabra Chusca desde el nacimiento al año de edad

Edad	Dientes de leche (deciduos)				Observaciones	Fotografía
	Pinzas	1° M	2° M	Extr.		
Nacimiento	sin dientes				Los cabritos de raza Chusca al nacimiento no presentan dientes.	
1 mes	x	x	x	ms	Dientes deciduos casi completos, extremos a medio salir.	
2 meses	x	x	x	x	<b>BOCA COMPLETAMENTE LLENA</b>	




7 me- ses	ras	ras	x	x	Comienzo del rasamiento en las primeras piezas dentales deciduas.	
9 me- ses	af	ras	ras	x	Aflojamiento y separación de las pinzas deciduas. Desgaste del resto de piezas dentarias deciduas.	
12 meses	ms	ras	ras	ras	Pinzas permanentes ya comienzan a nacer, a esta etapa están a mitad de crecimiento.	




x: diente completo; br: brotando; ms: medio salir; ras: rasamiento; af: aflojamiento; niv: nivelación

Fuente. Autores

La Tabla 2 muestra que a los 13 meses las pinzas permanentes ya se distinguen casi completas, lo que tiene relación con lo manifestado por Sánchez (2013) en cabras de raza Anglo Nubia, en las que el intervalo de nacimiento de las pinzas va de los 12 a los 18 meses. Es a partir de los 18 meses que comienza el aflojamiento y separación de los 1ºM deciduos y comienzan a brotar los permanentes, proceso que va hasta los 24 meses, momento en que la cabra Chusca lojana presenta dos pares de dientes permanentes. Este proceso cronológico coincide con lo manifestado por Kerr (2012) y Sánchez (2013) en otras poblaciones.

Tabla 2. Cronometría dentaria de la cabra Chusca entre el año y los 2 años de edad

Edad	Dientes de leche (deciduos)				Dientes permanentes				Fotografía
	Pinzas	1º M	2º M	Extr.	Pinzas	1º M	2º M	Extr.	
13 meses		niv	ras	ras	x				

18 meses		niv; af	ras	ras	x	br			
20 meses			ras	ras	x	ms			
24 meses			niv	ras	x	x			

Fuente. Autores







En la Tabla 3 se puede observar que a los 30 meses de edad la cabra Chusca ha eliminado los 2°M deciduos y empiezan a brotar los 2°M permanentes, que a los 3 años están a medio salir y hacia los 42 meses ya han salido completamente. Esta erupción es un poco tardía en esta cabra criolla frente a lo expresado por otros autores (Ducoing, 2006; Kerr, 2012; Sánchez, 2013), que establecen un intervalo de erupción para los 2° M de entre 24 y 36 meses.



Desde los 42 hasta los 45 meses se observan leves brotes de los extremos permanentes; a los 48 meses los extremos aún están en crecimiento, terminando de salir completamente a los 54 meses, que es cuando hablamos de un animal adulto con la boca llena. Este dato concuerda con lo manifestado por algunos autores (Ducoing, 2006; Sherman y Robinson, 1983; Sinn y Rudenberg, 2010); sin embargo, otros autores, como Kerr (2012) y Sánchez (2013), mencionan que a los 4 años de edad ya están las cabras con la dentadura de adulto completa.

El rasamiento de las pinzas permanentes en la cabra Chusca empieza a los 54 meses de edad, a los 5 años encontramos también un desgaste de los 1°M, hacia los 6 años sigue el proceso de rasamiento de los 2°M y empiezan a nivelarse las pinzas y a los 7 años se rasán los extremos y empiezan a nivelarse los 1°M. Se debe manifestar que no se pudo realizar el estudio de edades mayores a 7 años por la falta de ejemplares con esas edades. Con respecto al desgaste de los dientes, hay que destacar lo expresado por Kerr (2012) y Sánchez (2013): a partir de los 4 años (animal con la boca llena), la determinación de la edad conduce a un mayor error debido a la variabilidad en el desgaste de la arcadas dentarias por los factores de alimentación, manejo y ambiente en los que se desenvuelve el animal. Es oportuno añadir a esto lo manifestado por Luengo et al. (1991) respecto a los ovinos, en los que, a partir de esta edad, otros factores que

inciden en un mayor o menor desgaste del diente son la precocidad de algunas razas y la presencia de ciertas enfermedades.

**Tabla 3.** Cronometría dentaria de la cabra Chusca a partir de los 2 años de edad en adelante

Edad	Dientes de leche (deciduos)				Dientes permanentes				Fotografía
	Pin-zas	1° M	2° M	Extr.	Pin-zas	1° M	2° M	Extr.	
30 me-ses				ras	x	x	br		
36 me-ses				niv	x	x	ms		
42 me-ses				af	x	x	x	br	
48 me-ses					x	x	x	ms	
<b>54 me-ses</b>	<b>BOCA LLENA DE ADULTO</b>				ras	x	x	x	
60 me-ses					ras	ras	x	x	

6 años					niv	ras	ras	x	
7 años					niv	niv	ras	ras	

Fuente. Autores

### Peso vivo de la cabra Chusca lojana en las distintas edades, considerando la cronometría dentaria

En la presente investigación (Tabla 4) se determina que la cabra Chusca lojana, bajo manejo extensivo en la zona del bosque seco, tiene un peso promedio al nacimiento de 2.3 kg, peso ligeramente superior al obtenido por Stemmer y Valle (2013) en cabras criollas bolivianas (2,2 kg), pero inferior al obtenido por Revidatti et al. (2011, 2013) en cabras criollas Formoseñas de 2.66 kg y 2.47 kg, respectivamente.

Al primer mes de edad, estos cabritos alcanzan un peso de 5.7 kg, el cual es inferior al registrado en la cabra criolla Colorada Pampeana de Argentina, de 6.87 kg (De la Rosa et al. 2016), pero superior a los encontrados por Stemmer y Valle (2013) en la cabra criolla boliviana ( $4.23 \pm 2.2$  kg).

Entre los 3 y 4 meses (época de destete), el cabrito Chusco alcanza un peso de entre 9 y 11 kg y a los 5 meses el peso vivo alcanzado es de 14.7 kg; un dato similar en esta misma población de cabras fue obtenido por Camacho (2018), con pesos de 15.1 kg.

Al año de edad, alcanzan un peso de 27.9 kg; valores similares ( $28.2 \pm 5.9$  kg) expresa Chávez et al. (2010) en cabras criollas de Bolivia y Pérez et al. (2012) en cabras criollas uruguayas, con  $26.6 \pm 3.9$  kg, todas ellas bajo manejo extensivo. A este respecto es interesante acotar lo manifestado por Chacón y Boschini (2017) en Costa Rica con cabras Saanen y Toggenburg, que, en edades menores a un año, presentaron pesos de 22.9 y 22.47 kg, respectivamente, bajo un sistema de manejo en estabulación.

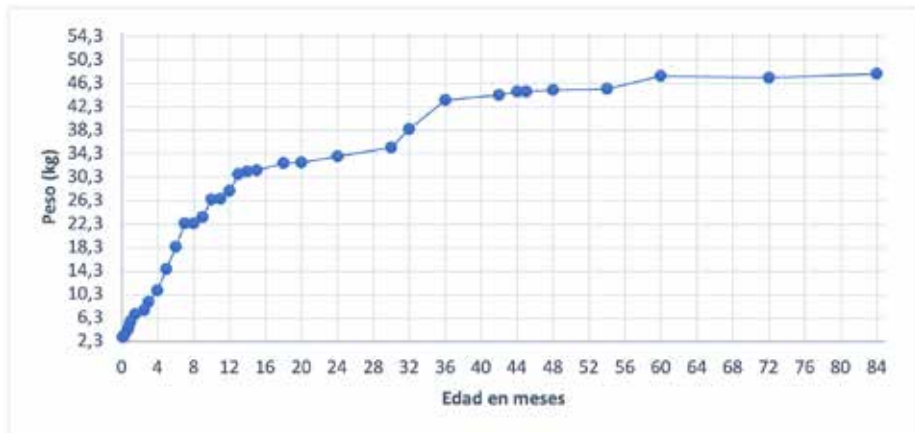
A partir de los 2 años, la cabra Chusca alcanza un peso de 33.9 kg; a los 3 años, de 43.4 kg; en los siguientes años, alcanza pesos que van desde los 45.2 kg (4 años de edad) hasta los 47.9 kg (7 años de edad). Cabe indicar que los pesos obtenidos a los 42 y 48 meses de edad (44.3 y 45.2 kg, respectivamente) coinciden con los pesos obtenidos por Camacho (2018) en la misma zona del bosque seco en Zapotillo, con pesos de 43.8 y 44.2 kg, respectivamente, lo que confirma los pesos de la cabra Chusca a estas edades y bajo estas condiciones de manejo.

**Tabla 4.** Peso vivo en la cabra Chusca Lojana a diferentes edades, considerando su cronometría dentaria.

Edad	Peso vivo (kg)	Edad	Peso vivo (kg)
Nacimiento	2,3	13 meses	30,8
3 días	3,0	14 meses	31,3
9 días	3,4	15 meses	31,5
23 días	4,3	18 meses	32,7
25 días	4,8	20 meses	32,8
1 mes	5,7	24 meses	33,9
1,5 meses	6,9	30 meses	35,4
2,5 meses	7,6	32 meses	38,6
3 meses	9,1	36 meses	43,4
4 meses	11,0	42 meses	44,3
5 meses	14,7	44 meses	44,9
6 meses	18,4	45 meses	44,9
7 meses	22,4	48 meses	45,2
8 meses	22,5	54 meses	45,4
9 meses	23,5	60 meses	47,6
10 meses	26,5	6 años	47,2
11 meses	26,6	7 años	47,9
2 meses	27,9		

**Fuente.** Autores

En la Figura 2, se observa un incremento de peso bastante significativo hacia el primer año de edad, con un promedio de 27.9 kg; esto es debido, posiblemente, al largo periodo de lactancia que se brinda a los cabritos de manera extensiva. Al segundo año de edad, existe una disminución en el ritmo de crecimiento, con pesos promedio de 33.9 kg. A los 3 años de edad, el peso promedio alcanzado es de 43.4 kg; posteriormente, el crecimiento es mínimo y el animal se mantiene en un peso que no supera los 48 kg. Estos pesos en edad adulta son superiores a los registrados por Dorantes et al. (2015) en la cabra criolla del sur de México, que, con edad entre 3 a 5 años, tiene un peso que no supera los  $34.62 \pm 8.3$  kg. A este respecto, es interesante considerar también los pesos alcanzados bajo un sistema intensivo por Chacón y Boschini (2017) en cabras de diferentes razas (Lamancha, Saanen y Toggenburg) en Costa Rica; hasta los 3 años de edad, los pesos alcanzados en promedio fueron de  $40.4 \pm 6.25$  kg y, en cabras de más de 3 años de edad, los pesos en promedio fueron de  $57.25 \pm 11.7$  kg, lo que nos lleva a afirmar que la cabra Chusca, con una buena disponibilidad de alimento, podría alcanzar mejores pesos a los obtenidos hasta ahora.



**Figura 2.** Curva de crecimiento de la cabra Chusca (relación peso-edad)

**Fuente.** Autores

En la Tabla 5, al analizar el peso en relación con el sexo de esta población, se observa que, entre los 0-25 días de edad, el peso es similar en machos y hembras. Esta condición de igualdad se mantiene hasta la etapa de 6-7 meses; no se pudo evaluar a machos de entre 8 y 9 meses debido a que no se encontraron ejemplares, pues generalmente en estas edades los machos son vendidos para consumo y solo permanecen los futuros reproductores. Desde los 10 meses de edad en adelante ya se evidencia una diferencia de peso vivo de los machos con respecto a las hembras (30.8 kg y 26.7 kg, respectivamente), la cual se acrecienta a edades mayores; esto se debe, posiblemente, a la acción directa de los andrógenos (acción anabolizante) presentes en los machos reproductores. Otra causa para este dimorfismo sexual en el peso es la manifestada por Chacón y Boschini (2017) respecto a que las hembras suelen mantener una condición corporal relativamente constante sin excesos de gordura, pues el proceso de producción (lactación, gestación) les impide o dificulta tener aumentos considerables de peso.

**Tabla 5.** Peso vivo de la cabra Chusca en machos y hembras a distintas edades

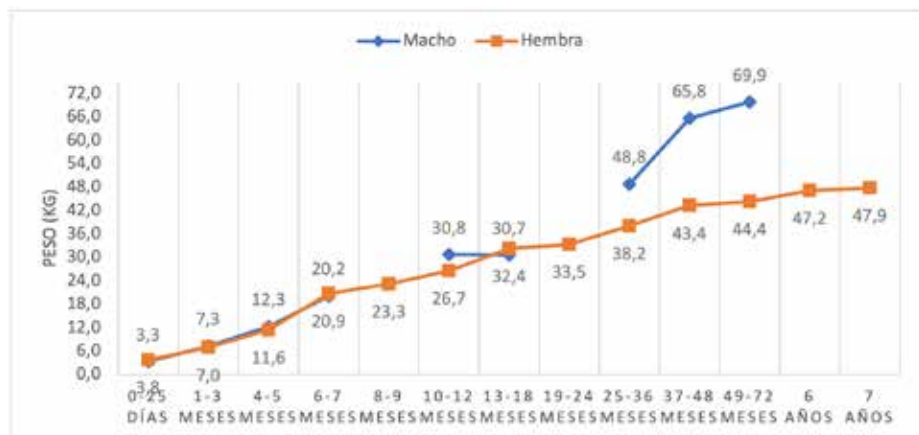
Edad	Peso (kg)	
	Macho	Hembra
0-25 días	3,3	3,8
1-3 meses	7,3	7,0
4-5 meses	12,3	11,6
6-7 meses	20,2	20,9
8-9 meses	s/d	23,3

10-12 meses	30,8	26,7
13-18 meses	30,7	32,4
19-24 meses	s/d	33,5
25-36 meses	48,8	38,2
37-48 meses	65,8	43,4
49-72 meses	69,9	44,4
6 años	s/d	47,2
7 años	sd	47,9

Fuente. Autores

En la Figura 3 podemos observar la curva de crecimiento tanto en machos como en hembras, que se muestra similar en ambos sexos hasta los 6 meses. Es una curva completa en el caso de hembras por la disponibilidad de información en todas las categorías; sin embargo, en machos, la falta de ejemplares en algunas categorías impidió su análisis completo. En los machos encontrados se puede evidenciar que, a partir del año de edad, presentan una superioridad con respecto a las hembras; entre los 25 y 36 meses, los machos alcanzan un peso de 48.8 kg, observándose un incremento notorio hasta los 65.8 kg PV (48 meses) y, luego, a los 5 años, se observa que el incremento de peso disminuye con relación a la etapa anterior, llegando a un PV de 69.9 kg. En cuanto a las hembras, el aumento de peso no es tan significativo a partir de los 37-48 meses hasta los 7 años de edad. A este respecto cabe mencionar que la cabra criolla del sur de México, en manejo extensivo, presenta un crecimiento continuo hasta los 3 años (37.5 ± 8.75 kg) para luego decrecer, pues en las cabras de 3 a 5 años de edad los pesos son de 34.62 ± 8.31 kg (Dorantes et al. 2015).

Figura 3. Curva de crecimiento de la cabra Chusca Lojana, considerando el sexo



Fuente. Autores

## Conclusiones

La cabra Chusca lojana del bosque seco del sur del Ecuador presenta una dentadura tardía en comparación con otras razas, con un incremento de peso notorio al primer año de edad, debido, posiblemente, a la manifiesta habilidad materna que tiene esta población. Pese al manejo extensivo y poco técnico que reciben, sus pesos en las diferentes etapas de crecimiento son destacados frente a otras razas criollas.

## Referencias

- Aguirre, L., Maza, T., Quezada, M., Albito, O., Flores, A., Camacho, O., Martínez, A., BioGoat Consortium y Delgado, J.V. (2020). Genetic Characterization of the “Chusca Lojana”, a Creole Goat Reared in Ecuador, and Its Relationship with Other Goat Breeds. *Animals*, 10(6), 1026. <https://doi.org/10.3390/ani10061026>
- Aguirre, L., Maza, T., Quezada, M., Albito, O., Armijos, D.R., Flores, A. y Camacho, O. (2020). Descripción morfométrica y faneroptica de la cabra “Chusca lojana” del bosque seco del Sur del Ecuador. *Archivos de Zootecnia*, 70(270), 172-176. <https://doi.org/10.21071/az.v70i270.5469>
- Arias, M y Alonso, A. (2002). Estudio sobre sistemas caprinos del norte de la provincia de Córdoba, Argentina. *Archivos de Zootecnia*, 51(195), 341–349. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519506>
- Camacho, O. (2018). Caracterización Fenotípica de la Cabra Criolla y su Sistema de Producción, en la Parroquia Mangahurco del Cantón Zapotillo [Tesis de Grado MVZ]. Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/20971>
- Chacón, P. y Boschini, C. (2017). Peso estimado en cabras con una cinta comercial de pesaje y perímetro torácico. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 229-236. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21611>
- Chávez, B., Stemmer, A. y Ergueta, R. (2010). Estudio preliminar de caracteres morfométricos del caprino criollo de Cochabamba, Bolivia. [Ponencia]. En *Memorias XI Simposio Iberoamericano Sobre Conservación y Utilización de Recursos Zootenéticos*, Joao Pessoa, Paraíba, Brasil. 254–256.
- Cornevin, Ch. y Lesbre, X. (1894). *Traité de Page des animaux domestiques*. París, J.B. Bailliere. p. 90-294.
- De la Rosa, S., Revidatti, M. A., Deza, M., Bedotti, D., Lanari, M., Centeno, M., Vera, T., Ricarte, A., Díaz, R., Fernández, J., Rabasa, A. y Holgado, F. (2016). Recursos genéticos caprinos de la República Argentina. En *Biodiversidad Caprina Iberoamericana*, 1ra. Ed. Editorial UCC, Bogota, Colombia. 219-240. Disponible en <https://ediciones.ucc.edu.co/index.php/ucc/catalog/view/42/47/308>



- Djebli, I.; Ameer Ameer A. y Gaouar, S. (2020). General characteristics of goat milk cheese (Feta) in the region of Tlemcen, Algeria. *Genetics & Biodiversity Journal*. 4(3), 60-73. <https://doi.org/10.46325/gabj.v4i3.131>
- Dorantes, C.E.J., T.G. Gómez, A.X. Jasso, A.J. Mondragón, y H.P. García. (2015). Utilización de las medidas zoométricas para predecir el peso corporal en cabras criollas, en el sur del Estado de México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, AICA*. 6: 525-534.
- Ducoing Watty, Andrés E. (2006). Dentición en el caprino. Universidad Autónoma de México. Disponible en: <http://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/Denticion%20de%20la%20cabra%20PAPIME.pdf>
- FAO. (2020). Producción y productos lácteos: Pequeños rumiantes. <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/small-ruminants/es/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. INEC. (2013). Sistema Nacional de Información (SNI). Consulta de Indicadores y Datos. Información Agropecuaria. Disponible en: <http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/pendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=truehttp://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/pendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true&bookmark=Document/BM62>.
- Kerr, S. (2012). Juzgando la edad de las cabras según el estado de los dientes. *Washington State University Pari - Cabritos*, 63, 1-5. Disponible en: <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2049/2018/03/kidding-pen-63-sp.pdf>
- Luengo L., Godoy Z., Aros I., García D. y Gómez R. (1991). Determinación de la edad según características morfológicas de los incisivos de ovinos desde el nacimiento hasta los 5,5 años. *Avances en Medicina Veterinaria*, Vol. 6(2).
- Pérez, R., Garese, J., Fleischmann, R., Ganzábal, A. y Gonzalez, C. (2012). Sincronización de celos en cabras en estación reproductiva: Uso de esponjas de Medroxiprogesterona o aplicación de prostaglandina después de 5 días de detección de celo. *Revista Científica FCV-LUZ*. Vol. 22(3), 245-251. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15712/15685>
- Revidatti, M.A., De la Rosa, S.A., Orga, A. y Sánchez, S. (2011). Evaluación del Desempeño Reproductivo de Núcleos Caprinos Criollos, Boer y Anglo Nubian en el Oeste de Formosa, Argentina. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, AICA* 1, 86-89. [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/produccion\\_caprina/162-desempenio\\_formosa.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/produccion_caprina/162-desempenio_formosa.pdf)
- Revidatti, M.A., De la Rosa, S.A., Cappello Villada, J.S., Orga, A. y Tejerina, E. R. (2013). Propuesta de estándar racial de la cabra criolla del oeste formoseño, Argentina. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 3, 111-122. [http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo\\_110\\_lin\\_photo/articulos/2013/Trabajo018\\_AICA2013.pdf](http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2013/Trabajo018_AICA2013.pdf)

- Román, F., Uchuari, M. y Aguirre, E. (2020). Monitoreo de *Brucella mellitensis* en la población de cabras “Chuscas” de la provincia de Loja-Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, Vol. 7, No 1 junio, 54-57. DOI: 10.26423/rctu.v7i1.525
- Sánchez, A. (2013). Estudio de los caracteres correlacionados con la edad. *Cronometría Dentaria en Ovinos y Caprinos*, 1, 69–105. Disponible en: [http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/30\\_07\\_04\\_TEMA2c.PDF](http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/30_07_04_TEMA2c.PDF)
- Sherman, D.R. y Robinson, R.A. (1983). Clinical examination of sheep and goats. *Large Animal Practice* 5: 409-427. DOI: 10.1016/s0196-9846(17)30052-6
- Sinn, R. y Rudenberg, P. (2010). Crianza de cabras para leche y carne. HEIFER International. Little Rock, EEUU. Disponible en: [https://www.iga-goatworld.com/uploads/6/1/6/2/6162024/raising\\_goats\\_for\\_meat\\_and\\_milk\\_spanish.Pdf](https://www.iga-goatworld.com/uploads/6/1/6/2/6162024/raising_goats_for_meat_and_milk_spanish.Pdf)
- Sisson, S. y Grossman, J. (1979). Anatomía de los animales domésticos. Reimpresión. Barcelona, Salvat. pp. 426-431.
- Stemmer, A. y Valle, A. (2013). La crianza de caprinos en Bolivia y la función primordial de la cabra criolla. En *Biodiversidad Caprina Iberoamericana*, 1ra. Ed. Editorial UCC, Bogota, Colombia., 169–187. Disponible en: <https://ediciones.ucc.edu.co/index.php/ucc/catalog/view/42/47/308>

# Evaluación de *Pleurotus ostreatus* en procesos de biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos

Nicole Lara (<https://orcid.org/0000-0002-1546-898X>), Santiago Mafla (<https://orcid.org/0000-0002-1252-3357>).

Lara Domínguez, Paula Nicole

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra

Autor para correspondencia: [pnlara@pucesi.edu.ec](mailto:pnlara@pucesi.edu.ec)

Mafla Andrade, Santiago Xavier

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra

[sxmafla@pucesi.edu.ec](mailto:sxmafla@pucesi.edu.ec)

## Resumen

El empleo de hongos basidiomicetos en procesos de biorremediación en los últimos años ha generado un mayor interés, debido a su amplio campo de utilización para degradar y/o absorber contaminantes resultantes de actividades petrolera, a su vez estos tienen un bajo costo y fácil manejo en comparación al uso de bacterias. El presente trabajo buscó evaluar el hongo *Pleurotus ostreatus* como un agente biorremediador de suelos contaminados con hidrocarburos, específicamente TPH's (Hidrocarburos totales de petróleo). Se logró analizar los cambios presentados en los suelos utilizados una vez colocadas las diferentes concentraciones fúngicas (10%, 20%, 30%), siendo la última concentración en la que se evidenció mayor eficacia. Se observaron diferencias significativas en cuanto al cultivo de las infas debido a que tuvieron un mayor crecimiento en zonas oscuras y con una temperatura promedio de (19,40°C), las características fisicoquímicas de los suelos presentaron cambios una vez ejecutado el proceso de remediación disminuyendo su pH inicial de 6,22 a 7,61 es decir llegó a un pH básico al igual que el color. Adicionalmente se calculó el porcentaje de efectividad del hongo y se puede decir que tiene una eficacia de remoción del 44,62% con ello se puede afirmar que el *Pleurotus ostreatus* es un microorganismo que posee un gran valor en cuanto a procesos de remoción de contaminantes con posible aplicación a mayor escala para así poder contrarrestar los efectos negativos de las actividades de extracción de petróleo. Para en un futuro ser empleados en el Ecuador y en el mundo para evitar la contaminación del recurso suelo.

**Palabras clave:** *Pleurotus ostreatus*, biorremediación, fúngico, TPH's, contaminación.

## Abstract

The use of basidiomycete fungi in bioremediation processes in recent years has gained greater interest, due to its wide field of use to degrade and/or absorb contaminants resulting from oil activities, in turn these have a low cost and easy handling in comparison to the use of bacteria. The present work sought to evaluate the fungus *Pleurotus ostreatus* as a bioremedial agent for soils contaminated with hydrocarbons, specifically TPH's (Total Petroleum Hydrocarbons). It was possible to analyze the changes presented in the soils used once the different fungal concentrations were placed (10%, 20%, 30%), being the last concentration in which the greatest efficacy was evidenced. Significant differences were observed regarding the cultivation of the fungus due to the fact that they had a greater growth in dark areas and with an average temperature of (19.40 ° C), the physicochemical characteristics of the soils presented changes once the remediation process was executed. decreasing its initial pH from 6.22 to 7.61, that is, it reached a basic pH as well as the color. Additionally, the percentage of effectiveness of the fungus was calculated and it can be said that it has a removal efficiency of 44.62%, with this it can be affirmed that *Pleurotus ostreatus* is a microorganism that has a great value in terms of contaminant removal processes with possible application on a larger scale in order to counteract the negative effects of oil extraction activities. To be used in the future in Ecuador and in the world to avoid contamination of the soil resource.

**Keywords:** *Pleurotus ostreatus*, bioremediation, fungal, TPH's, contamination

## Introducción

La importancia de este trabajo de investigación radica en encontrar y modelar un mecanismo de biorremediación a escala de laboratorio con un potencial de aplicación en el campo, aportando así al cuidado del medio ambiente y de la gran biodiversidad del Ecuador, y es así como evaluando el hongo *Pleurotus ostreatus*, para la utilización del mismo en procesos de restauración de suelos contaminados por hidrocarburos, pero específicamente en TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo), se pretende darle una solución a la problemática de la contaminación del recurso suelo.

La biorremediación es un proceso alternativo usado en la actualidad para remover o eliminar contaminantes que permanecen presentes en el medio usando sistemas biológicos. Se tiene la posibilidad de usar ex situ e in situ sin necesidad

de desplazar o trasladar materiales contaminados, proporcionando relevantes ventajas en términos de reducción de costes y esfuerzos. Estas tecnologías tampoco provocan otro tipo de contaminación durante su uso, por lo que son extensamente aceptadas por la sociedad (Baldrian, 2008).

Debido a diferentes avances en los últimos años, la biorremediación se ha convertido en una herramienta necesaria para mantener el control de la contaminación. A lo largo de dichos avances está la implementación de conjuntos de organismos con diferentes propiedades ecológicas conocidos como hongos de pudrición blanca (Bogan y Lamar, 1996). El interés de estos de dichos organismos radica en que son capaces de degradar o remover diferentes contaminantes orgánicos y sustancias persistentes en el medio ambiente, como los clorofenoles, las dioxinas, las aminas, los fenoles y los hidrocarburos (Floriani, 2009).

*Pleurotus ostreatus* es una especie de hongo de descomposición blanca con enorme relevancia económica, gastronómica y medicinal. Comunmente se le distingue como hongos ostra o champiñones. En especial, esta especie de hongo tiene un complejo multienzimático que descompone los compuestos lignocelulósicos (lacasa, manganeso peroxidasa, glucosa oxidasa). La efectividad de estas enzimas se ha usado en procesos de biorremediación para oxidar ciertos contaminantes como son los pesticidas, colorantes, herbicidas y fungicidas (Dias et al., 2008).

La contaminación del suelo con hidrocarburos puede influir a la flora, la fauna y los microorganismos presentes en el suelo (Madigan et al., 1999), la fertilidad del suelo, el incremento y desarrollo de las plantas, la vida y supervivencia de los animales que se alimentan de dichas plantas, alterando de esta forma las cadenas tróficas (Infante, 1998). Además, los efectos de dichos compuestos tóxicos sobre los seres humanos (mutágenos y carcinógenos) y diversos tipos de organismos (microbiota) además están afectando a la parte social, integrados los sistemas de producción, la salud, la economía y el modo de vida poblacional.

Pese a todo lo mencionado anteriormente, en nuestro país no se ha generado una metodología para explotar el gran potencial de este hongo en lo referente a recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos, aun cuando somos una nación extractora de esta sustancia y se han registrado un sin número de derrames de crudo sobre extensas

superficies de suelos fértiles, no ha existido la iniciativa de tomar medidas de acción. Sin embargo el presente trabajo de investigación aportará a solucionar la problemática de la contaminación del recurso suelo, siendo así también una base de ayuda para futuras investigaciones.

## **Revisión teórica**

### **Contaminación de suelos**

La contaminación del suelo es una consecuencia clásica de la actividad humana y es generada por la producción industrial de tintes, fibras sintéticas y conservantes de madera, sustracción y gasificación de carbón, extracción, transporte, refinación, conversión y la utilización de petróleo y sus derivados (Soares, 2011).

Dias et al., (2008) menciona a la contaminación del recurso suelo como la realidad de recursos o sustancias que tienen la posibilidad de perjudicar elementos biológicos del ecosistema y influir de forma negativa el manejo y la sostenibilidad del ecosistema. La contaminación además está relacionada con la concentración o proporción de desperdicios introducidos de manera accidental o intencionalmente en el suelo.

### **Contaminación de suelos con hidrocarburos**

La contaminación por hidrocarburos y sus derivados es el foco de los desequilibrios ambientales, ya que persisten en el medio natural y tienden a difundirse hacia el suelo y las aguas superficiales.

Según Singh (2006), sabemos que los hidrocarburos de petróleo ingresan al medio ambiente de manera continua y en grandes cantidades a través de diversas vías. La ruta más relevante es la penetración de los sedimentos naturales, dando lugar a la presencia de petróleo en el medio marino. Otras rutas integran producción, almacenamiento y transporte, y existe un alto riesgo de derrames de petróleo y gas. Pascucci, (2011) señaló que luego del descubrimiento del petróleo como fuente de combustible, los derrames de petróleo aumentaron, creando un serio dilema. Los vertidos de petróleo de refinerías de petróleo, fábricas o barcos contienen componentes tóxicos nocivos para las plantas en

el aceite usado vertido al mar. supone un alto riesgo para los animales. Estas toxinas pueden viajar a través de la cadena alimenticia y eventualmente ser ingeridas por humanos.

### **Hidrocarburos Totales (TPH's)**

Los hidrocarburos totales consisten en compuestos de carbono-hidrógeno que son insolubles o sutilmente solubles en agua, poseen de 5 a 36 cadenas de carbono y poseen características químicas semejantes, agrupadas por densidad, punto de ebullición, presión de vapor, solubilidad y polaridad. Gracias a su estructura, dichos agregados no son polares debido a que los enlaces carbono-hidrógeno poseen una pequeña diferencia en electronegatividad (Ron, 2012). El rango de aspectos TPH se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Rango de fracciones de TPH

Fracción TPH	Constituyente
TPH – GRO (TPH en rango de gasolina)	$C_5 - C_{10}$
TPH – DRO (THP en rango de diésel)	$C_{10} - C_{25}$
TPH – ORO (TPH en rango de aceites lubricantes)	$C_{25} - C_{36}$

**Nota:** Adaptado de Ron, (2012) por los autores, 2018.

Los fragmentos de los hidrocarburos de petróleo se comportan de forma igual en el suelo como en el agua y tienen dentro productos específicos como hexano, benceno, tolueno, naftaleno, xileno, fluoreno, aceite mineral. Su fuente puede ser natural o artificial, y puede entrar al medio ambiente a través de derrames, accidentes y desperdicios industriales. La contaminación por TPH pasa una vez que la cantidad de hidrocarburos excede la capacidad de degradación de los microorganismos, ocasionando la oxidación y mineralización de los TPH en sustancias inocuas (Castro,2007).

Los fragmentos de TPH no disociados se adhieren a las partículas o sedimentos del suelo y persisten por largos períodos de tiempo, destruyendo de esta forma **y el carácter de** las características del suelo (Sepúlveda y Velasco, 2002).

### **Biorremediación**

La biorremediación es un procedimiento que utiliza los procesos o actividades

biológicas de los organismos vivos (microorganismos y plantas) que son capaces de cambiar o degradar ciertos contaminantes y transformarlos en sustancias inertes (Soares, 2011). También se define como “una técnica para la biorremediación de un medio natural previamente contaminado con xenobióticos, utilizando las capacidades metabólicas de microorganismos (bacterias, hongos, levaduras y algas) y algunas plantas, oxígeno y nutrientes para acelerar el proceso natural de biodegradación”. (Nápoles y Ábalos, 2008)

### **Tecnologías de Biorremediación in situ**

Los procedimientos in situ se hicieron para incentivar y generar un **ámbito** propicio para el desarrollo de microorganismos contaminantes.

Esto principalmente se puede conseguir añadiendo viento u oxígeno (bioventilación), nutrientes (bioestimulación), microorganismos (bioaumentación) y/o humedad además del control de temperatura y pH (Instituto Argentino de Petróleo y Gas, 1991).

### **Tecnologías de Biorremediación ex situ**

El desarrollo de los procesos de biorremediación ex situ incluyen tanto la fase de biodegradación en la etapa de lodo, que ocurre cuando el suelo se mezcla con agua (formando lodo), microorganismos y nutrientes; por otra parte el proceso de biodegradación en fase sólida se da cuando coloca el suelo en una cámara de tratamiento (compostaje) o sobre una membrana permeable (tratamiento biológico) a la que se le adiciona agua y nutrientes (IAPG, 1991).

### **Hongos y Nutrición**

A discrepancia de las plantas, los hongos son especies heterótrofas. Debido a que carecen de clorofila, no pueden generar su propio alimento a través de la fotosíntesis y, por lo tanto, deben obtenerlo de otras fuentes (Alexopoulos et al., 1996). El aparato digestivo de los hongos es externo, por lo cual secretan enzimas digestivas en su entorno, mismas que descomponen la materia orgánica en moléculas más simples que pueden ser absorbidas como nutrientes a través de las membranas y paredes celulares. Los hongos



se clasifican en tres grandes grupos según la manera en la que obtienen sus nutrientes y energía (patrón trófico) (Cisterna, 2003).

### **Hongos de pudrición blanca**

Entre los basidiomicetos se encontraron especies con las características más propicias para el proceso de regeneración fúngica (Moreno et al., 2004). También conocidos como hongos de pudrición blanca, estos grupos de organismos son los únicos organismos capaces de descomponer y mineralizar la lignina.

En el ambiente natural, estos hongos no hacen uso del componente de la lignina como fuente de carbono, sino mas bien lo que realizan es la oxidación y destrucción de las barreras químicas que la oxidan y así penetrar o acceder a los polisacáridos de la madera, que son su principal fuente de energía de carbono (Jeffries, 1990). Varios autores han demostrado que, además de la lignina, este organismo puede degradar contaminantes como el DDT, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HPA), las dioxinas y otros contaminantes organoclorados (Soares, 2011).

Actualmente, la utilización de este hongo en procesos de biorremediación tiene un gran potencial y muchas esperanzas. Pero la desventaja es que la tecnología aún no se ha desarrollado para permitir su uso en este campo. Uno de los principales factores responsables de su escaso desempeño en campo es el desarrollo de un inóculo fúngico poco efectivo.

La mayor parte del trabajo sobre este tema se centra en las bases fúngicas de los contaminantes, con poca o ninguna atención a la tecnología involucrada, como la producción y generación de semillas o la ingeniería de campo (Seiti, 2010).

### **Uso de Hongos de Pudrición Blanca en Procesos de Biorremediación**

El desempeño de hongos para descomponer o remover compuestos contaminantes ambientales se le conoce como micorremediación. El proceso de la micoremediación integran el producir una mezcla la cuenta contenga el micelio con suelo contaminado, situar terrones de micelio en superficies **tóxicas** o una conjugación de dichos dos métodos para procedimiento continuo o uso exclusivo (Statemets, P., 2005). La mayor parte

de la indagación que existe sobre la cooperación entre hongos y desperdicios se basa en estudios de laboratorio. Obstante, a lo largo de los **últimos años**, los hongos se han utilizado para el tratar una amplia variedad de contaminantes y se ha dilucidado su papel en la biorremediación de diversos compuestos perjudiciales y tóxicos en suelos y sedimentos (Singh, H., 2006).

Biomoléculas vegetales recalcitrantes, HAP, compuestos BETEX, colorantes, pesticidas, elementos de aguas residuales e incluso cianuro se incluyen entre las moléculas orgánicas degradadas, degradadas o transformadas por hongos. A diferencia de las moléculas orgánicas, los metales no se pueden eliminar, pero los hongos, al igual que otros microorganismos, pueden provocar transiciones entre sus formas móviles e inmovilizadas (Gadd, G. M., 2001).

### **Ventajas del Uso de Hongos de Pudrición Blanca**

La biorremediación biológica con la utilización de especies de pudrición blanca tiene una diferencia de otros procesos de remediación, incluso del uso de bacterias, debido a sus mecanismos poco habituales son los que brindan varias ventajas en cuanto a la degradación de contaminantes. (Singh, 2006; Adenipekun y Lawal, 2012):

1. Las especies de hongos de pudrición blanca son abundantes en varios ecosistemas presentes en la naturaleza.
2. Las enzimas de gran importancia del sistema de degradación de la lignina se encuentran por fuera de la célula, por lo que no es necesario asimilar el sustrato.
3. Dichas enzimas son las que permiten que los hongos toleren dosis altas de concentraciones de contaminantes tóxicos. Debido al mecanismo de radicales libres no específico, los hongos de la pudrición blanca pueden degradar una amplia variedad de contaminantes.
4. Se pueden usar a la vez con sustratos lignocelulósicos económicos los mismos que se pueden agregar a sitios contaminados para aumentar así su degradación de contaminantes a través de la utilización de este mecanismo.
5. Su desarrollo se logra mediante el crecimiento de las hifas, lo que les permite colonizar y sondear el suelo de manera eficiente, por lo que tienen gran potencial de introducir contaminantes en el suelo de formas que otros organismos no pueden.
6. Estos organismos no requieren pretratamiento de contaminantes.

## Hongo ostra o seta *Pleurotus ostreatus*

### Generalidades

*Pleurotus ostreatus* es un hongo saprofito que corresponde al grupo de hongos de pudrición blanca más estudiado debido a sus propiedades lignofósiles específicas, rápido desarrollo y fácil manipulación en condiciones de campo. Su micelio es blanco y agrandado radialmente, la textura rápidamente se vuelve algodonosa y con el tiempo se desarrolla una capa de micelio firme pero delgada. El micelio más viejo secretaba principalmente gotitas de color amarillo anaranjado de un metabolito, una toxina de nematodo, que requería un análisis más detallado (Stamets, 1993).

Los hongos tienen un pie lateral, por lo que se desarrolla como una ostra o una oreja. La palabra *Pleurotus* deriva del griego “pleura” o “pleurón” que significa lado o costado y del latín “otus” que significa oreja (Gaitán et al., 2006). Sin embargo, para los fines de este estudio, los hongos se procesarán a nivel microbiano (micelia), sin desarrollar cuerpos fructíferos. A diferencia de otros hongos de pudrición blanca, *P. ostreatus* no produce lignina peroxidasa, pero su capacidad para degradar la lignina y los PAH está relacionada con sus actividades de lacasa y manganeso peroxidasa (Hatakka, 1990, citado en Bezalel et al., 1996). La especie *P. ostreatus* es eficaz contra una amplia gama de contaminantes tanto en medios líquidos como en sistemas lignocelulósicos del suelo (Novotny, 2004).

### Taxonomía

*Pleurotus ostreatus* se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera (Base de datos taxonómica de UniProt):

Dominio: Eukaryota

Reino: Fungi

Phyllum: Basidiomycota

Clase: Homobasidiomicetos

Orden: Agaricales

Familia: Pleurotaceae

Género: *Pleurotus*

Especie: *Pleurotus ostreatus*

## Antecedentes del uso de *P. ostreatus* en procesos de biorremediación

Durante los últimos años, se han realizado varias investigaciones para examinar la degradación de varios hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) por hongos ostra en suelos contaminados de forma natural y artificial. En uno de estos estudios realizado en 2000, *P. ostreatus* logró eliminar 4 PAH adsorbidos en el suelo: 50 % pireno, 68 % antraceno y 63 % fenantreno, en un período de 21 días de prueba. Para estas pruebas se inoculó el suelo con germen de trigo. También se determinó que la adición de Tween 40 al 0,15 % aumentó la biodegradación al 75 %, 80 % y 75 % de la concentración original, respectivamente. El pireno era biodegradable en un 90 % en presencia de tensioactivo y  $\text{H}_2\text{O}_2$  (1,0 mM). El benzo - pireno también ha sido oxidado por *Pleurotus ostreatus*, pero no está mineralizado (Márquez et al., 2000). El efecto del hongo *P. ostreatus*. Los compuestos aromáticos policíclicos (PAC) se investigaron en experimentos a escala de campo en suelo contaminado real (Hestbjerg et al., 2002).

También se han utilizado cepas de *P. ostreatus* en procedimientos ex situ y en laboratorios a partir de suelo contaminado en sitios de derrames. Se utilizaron muestras de suelo esterilizadas y no esterilizadas para estas pruebas, y las concentraciones de hidrocarburos de petróleo totales (THP) se determinaron mediante métodos cromatográficos antes y después del tratamiento con hongos. La actividad fúngica de *P. ostreatus* actúa como degradador de los hidrocarburos existentes y se encontró que es capaz de degradar hasta el 97% de los hidrocarburos por sí mismo e interactuando con la flora bacteriana nativa presente en la parte inferior cuando se trata el suelo esterilizado, sin embargo, *P. ostreatus* puede degradar un porcentaje similar en menor tiempo que el utilizado en otros estudios, mostrando su potencial para ser biodegradable en suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo (Déley, 2010).

## Métodos

La presente investigación se desarrolló en dos etapas: una etapa inicial (fase de campo), y la segunda etapa (fase de laboratorio). La primera etapa se llevó a cabo en la ciudad de Ibarra, en donde se obtuvo la muestra de suelo. La segunda etapa se la realizó los laboratorios de: Microbiología, Biotecnología y Química de la Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra.

El ensayo se llevó a cabo en condiciones ex situ, con revisiones cada 7, 14, y 21 días para constatar los posibles cambios en los tratamientos.

Se aplicó metodologías tales como: analítica, experimental, descriptiva, bibliográfica y cuantitativa. La misma que se basa en un diseño experimental de tipo arreglo factorial DCA, el cual pretende evaluar el hongo *Pleurotus ostreatus* como agente biorremediador de suelos contaminados con hidrocarburos, todos los procedimientos se realizarán en laboratorios.

### **Fase de campo**

Para dar solución al objetivo específico número uno denominado " Realizar una caracterización fisicoquímico del suelo y contenido de TPH's (Hidrocarburos totales de petróleo) al inicio y final del proyecto", se realizó:

### **Caracterización del Lugar**

Las muestras de suelo fueron tomadas de la Grana Experimental de la PUCE-SI. En la parroquia de San Francisco, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

Ubicación geográfica

Latitud: 0°21'02"N

Longitud: 78°06'22"W

Altitud: 2224msn.

Condiciones climatológicas:

Temperatura: 16°C

Humedad: 82%

### **Muestreo del suelo**

#### **Toma de muestra**

Se procedió a ubicar un terreno el cual presente una fácil accesibilidad, luego se tomó tres punto al azar, de cada uno de los puntos se realizó excavaciones de alrededor de 20 cm de largo, 20 cm de ancho y 30 cm de profundidad, tomando pequeñas submuestras de cada punto señalado. Una vez que se obtuvo la cantidad necesaria (5kg) fueron colocadas en fundas ziploc previamente etiquetadas (lugar, fecha, tipo de muestra y responsable).

Dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio de química de la universidad para su análisis de parámetros fisicoquímicos iniciales tales como: textura, pH, conductividad, estructura, color, porosidad, nitrógeno, potasio, fósforo, materia orgánica.

## **Obtención de petróleo**

Se consiguió 1 litro de crudo de petróleo de 28 ° API perteneciente a la Refinería de Esmeraldas por facilidad de intermediarios.

## **Contaminación de suelo con hidrocarburo**

Del suelo muestreado 6 kg se tomó 1 kg para análisis fisicoquímicos y el resto 5 kg se le agregó 210 ml de petróleo hasta obtener una mezcla homogénea. Se tomó una muestra de 1kg para posteriormente ser trasladada hacia el laboratorio en donde se realizó los respectivos análisis en cuanto a concentración del contaminante.

## **Trabajo de laboratorio**

Las muestras de suelo fresco fueron secadas al aire libre y se analizaron siguiendo los procedimientos establecidos para cada parámetro:

### **Parámetros Físicos**

- **Color:** Para el análisis del color de la muestra, se llevó a cabo una observación mediante la perspectiva del estudiante del color que él observó de la muestra, luego se procedió a comparar con la Tabla de Munsell.
- **Textura:** Se procedió a tomar una muestra de suelo relativamente representativa, después se la colocó en nuestra mano y se agregó agua de a poco y se fue moldeado hasta que comiencen a expresarse las propiedades de la consistencia en húmedo y mojado. Luego según el tacto analizado se compara con la pirámide de textura del suelo.

**Materia orgánica: Por Calcinación:** Se tamizó 6 ó 7 g de muestra de suelo secado al aire a 2 mm (o fracción requerida), pesar y colocar en un crisol de porcelana. Secar el conjunto (muestra y crisol) en una vitrina u horno a 105 °C hasta peso constante (alrededor de 24 a 48 horas), retirar del horno y dejar enfriar en un desecador y luego pesar. Las

muestras se calcinaron en un horno de mufla a 650 o 700 °C durante 3 o 4 horas. Todo se sacó de la mufla, se enfrió en un desecador y se pesó nuevamente. Calcular la diferencia de peso entre las medidas antes y después de la calcinación; esta diferencia de peso corresponde a la cantidad de materia orgánica perdida de la muestra como consecuencia de la calcinación.

Las diferencias de peso se expresan en porcentaje (%) respecto al peso inicial de la muestra (secada a 105°C), es decir el porcentaje de materia orgánica presente en la muestra.

- Conductividad: El primer paso que se realizó fue pesar la muestra previamente tamizada, en esta ocasión se utilizaron 30 gramos de muestra de suelo, se fue añadiendo agua destilada de a poco hasta formar una especie de pasta, se mezcló alrededor de 1 minuto para integrar la solución una vez realizado todo esto se procedió a medir con el conductímetro.

#### Parámetros Químicos

- pH: Primero se realizó el tamizado de la muestra de suelo, después se pesó 10 gramos de suelo en la balanza analítica, posteriormente se colocó la muestra pesado en un vaso de precipitados y se agregó 10 ml de agua destilada se agitó de 1 – 5 minutos para homogenizar la muestra. Después se procedió a realizar la medición del pH en el potenciómetro.
- Nitrógeno Total (N): Se procedió a tomar una muestra de suelo de 10g y se le añade 10 ml de agua destilada teniendo una relación 1-1 de la solución, luego de procede se colocó en un agitador la solución y se agitó por alrededor de 25 minutos a 200 rpm (revoluciones por minuto). Una vez realizado este proceso se procede a la filtración de la muestra, para ellos colocamos un matraz Erlenmeyer conjuntamente con un embudo y papel filtro, se procedió a la realización del procedimiento.
- PCB ( bifenilos policlorados): Para la realización este método rápido de aceite, se utilizó el kid CLOR-N-OIL 50 el cual consiste en la determinación de aceites en la muestra de suelo, para ellos se procedió a colocar en el tubo tapa negra 5ml de suelo (no contaminado) previamente filtrado, después se procedió a romper la ampolla inferior que esta dentro del tubo, se agitó por 10 segundos, luego se procedió a romper la segunda ampolla ( color gris) y se agitó nuevamente por 10 segundos. Una vez realizado este paso se procede a

abrir ligeramente la tapa del tubo negro para liberar presión, luego tomamos el tubo #2 mismo que en su interior contiene un líquido, dicho líquido será pasado al tubo #1, esto se lo hará cuidadosamente, después se agitó por 1 minuto y se colocó al revés el tubo #1 para que exista la precipitación del aceite si este fuera el caso, dicho proceso se deberá realizar en un lapso de 2 minutos. Después de haber transcurrido ese tiempo se compara la muestra con las gráficas presentes en el manual.

- TPH's: Se realizaron los análisis cada 7,14 y 21 días respectivamente para constatar si existía remoción. Para ellos se utilizó el equipo espectómetro, en el cual se procedió:

#### Extracción con Solventes Orgánicos:

- Se marcó el nivel de la muestra en la botella para determinar su volumen. Si el volumen de la muestra es superior a 1,5 l, extraiga directamente en la botella; de lo contrario, transfiera la muestra a un embudo de separación y enjuague la botella con 15 ml de percloroetileno para recuperar cualquier pérdida de hidrocarburo que pueda quedar.
- Se agregó la solución de lavado al embudo de decantación y agite enérgicamente durante 2 minutos. Si se sospecha una emulsión estable, agite suavemente durante 5 a 10 minutos. Se permitió que las capas se separaran y se determinó la capa de disolvente en el matraz.
- Se realizaron dos extracciones más, cada una con 15 ml de percloroetileno, pero primero se añadieron a los viales y luego al embudo de decantación para recoger los hidrocarburos añadidos. Todos los extractos se combinaron en matraces Erlenmeyer.
- Se añadió 3 g de gel de sílice y sulfato de sodio anhidro, añadir un agitador magnético, tapar y agitar durante 5 minutos. Deje en reposo, el matraz Erlenmeyer debe permanecer tapado durante la extracción. Se transfirió el extracto líquido a un matraz aforado de 50 ml a través de un embudo forrado con papel filtro y llenar con tetracloroetileno.

## Metodología 2

Hace mención a la evaluación de la concentración mínima del hongo *Pleurotus ostreatus* para la eliminación de TPH's (Hidrocarburos Totales de Petróleo) en suelos contaminados mediante la utilización de diferentes concentraciones, para ello se realizará:



## PRODUCCIÓN DEL INÓCULO DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

Solo el género *Pleurotus* (el género más utilizado para la producción de hongos comestibles) requiere menos temperatura para el crecimiento y la producción de enzimas importantes y tiene un origen del suelo menos perturbado que otras especies de hongos (Hestbjerg et al. 2003).

Para el desarrollo del *P. ostreatus* se necesita de un rango de temperatura que puede variar de los 20 a 28°C, con un óptimo de 25°C (Statemets, P., 2003; Gaitán-Hernandez, R., 2006; Mushworld, 2005). Se produce principalmente en bolsas de PVC, polietileno o polipropileno y botellas de vidrio.

Para el desarrollo de *Pleurotus* está indicado un rango de pH de 4 a 7. El mejor valor es de 5 a 6. Sin embargo, este valor tiende a cambiar entre cepas y especies. Los sustratos ácidos (pH 4) pueden inhibir a *P. ostreatus* y *P. eryngii*, el pH óptimo para estos hongos se encuentra entre 5,5 y 6,5 (Sanchez et al., 2001)

**Tabla 2.** Factores que afectan el crecimiento de *Pleurotus* spp.

Factor	Crecimiento del micelio	Fructificación
Temperatura	Entre los rangos de 24 a 30°C	En el rango óptimo de 15 a 18 °C
Luminosidad	Zonas oscuras	Presencia de luz indirecta
Humedad Relativa	Dentro de un 30 a 40%	Entre los valores de 85 a 90%
Aireación	Un rango de 28% de CO <sub>2</sub> , 20 % de oxígeno en el ambiente	Rango de 20% de Oxígeno y menos de 700 ppm de CO <sub>2</sub> en el ambiente
pH	Dentro de los 5-6 (bajo 4 existe inhibición)	Dentro de los 5-6 ( bajo 4 existe inhibición)

Fuente: (Sanchez et al., 2001)

### Producción del Inóculo (SPAWN)

El inóculo o micelio no es mas que el micelio vegetativo presentes en los hongos que son seleccionados para cultivarlos en un ámbito conveniente, puede ser trigo, mijo, sorgo, entre otros. Para generar un cultivo de estos hongos se involucra el realizar un cultivo inicial puro a partir de tejidos o esporas que se conservar primordialmente en agar, es

ahí donde se cultivan granos esterilizados y después pasan a la fase de propagación en más granos. Este inóculo tiene el micelio del hongo y un medio el cual le va a brindar nutrientes durante se desarrollo (Sharma y Kumar, 2011). La escogencia de los granos o semillas a ser usados dependerán de sus disponibilidad y precios.

La preparación del inóculo se realiza en dos etapas (Gaitán et al., 2006):

- Inóculo primario. – Aquí se realiza la propagación de micelio en semillas, a partir de una cepa previamente cultivada en un medio.
- Inóculo secundario.- Es el micelio de la semilla que empieza a reproducirse desde el fondo del injerto, es decir, el micelio se propaga y su fin es obtener hongos con mayor disponibilidad para su posterior producción.

Las condiciones adecuadas para la proliferación del micelio son una humedad relativa entre 90 y 100%. El desarrollo más notorio ocurre a temperaturas entre 18 y 28°C, y la colonización completa del sustrato se logra entre 10 y 14 días. Además, hay instrucciones para la incubación en completa oscuridad (Statemets, 1993).

El cultivo y el mantenimiento de los hongos basidiomicetos en cuantos a procesos de biorremediación y la selección de los sustratos, semillas para la producción del inóculo son puntos clave para tener un desarrollo en condiciones óptimas (Ballaminut y Matheus, 2007).

En cuanto a la fase tres hace mención a la determinación de la eficiencia de esta técnica como una alternativa para biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos mediante la fórmula de frecuencia y el cálculo de porcentaje de remoción de contaminantes, para ello se realizará:

### **Especificaciones del Campo Experimental**

La técnica utilizada para la investigación propuesta utilizará la aplicación de un diseño experimental (DCA). Con tres repeticiones por cada tratamiento

Unidades Experimentales: 12

Esquema del Ensayo Experimental

T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>
r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>
r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>

**Fuente** (Elaborado por la autora)

Tratamientos:

T0: 200gr de suelo contaminado con petróleo

T1: 200gr de suelo contaminado con petróleo + 10% de Concentración del hongo.

T2: 200gr de suelo contaminado con petróleo + 20% de Concentración del hongo.

T3: 200gr de suelo contaminado con petróleo + 30% de Concentración del hongo.

VARIABLES E INDICADORES:

VARIABLES DEPENDIENTES: Crecimiento del hongo

Reducción de TPH's

VARIABLES INDEPENDIENTES: Concentración de hifas (10%,20%,30%)

TPH al 1%

VARIABLES DE CONTROL

- pH
- Conductividad eléctrica
- Temperatura

## Resultados y Discusión

### Caracterización físico – química del suelo

La medición de las características físicas como químicas del suelo se realizó de una muestra de 50 gramos de suelo fértil, mismo que fue tomado de la granja experimental de la universidad y se le dió el debido tratamiento, obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 1.** Características físico – químicas

Parámetro Físico	Datos
Color	Oliva – grisáceo
Textura	Franco
Parámetro Químico	Datos
pH	6,803
Conductividad	0,35 ds/m
PCB	-50 ppm
Materia orgánica	36,6 %

Elaborado: La Autora

Se puede observar que la muestra tomada pertenece a un suelo de características Franco, posee un pH de 6,80 convirtiéndolo en el suelo adecuado para la actividad agrícola, tanto el color como la textura son datos que pueden variar según la percepción del observador.

### Determinación de la eficiencia de la técnica

Para poder determinar la efectividad del proceso antes mencionado, se realizó mediciones cada 7,14, 21 días para así poder evidenciar cambios en parámetros tales como: pH, conductividad eléctrica y temperatura, obteniendo así los siguientes resultados.

**Tabla 2.** Medición de variables de control a los 7 días

	Inicial		7 días	
	T0	T1	T2	T3
pH	6,22	6,33	6,82	7,04
Conductividad (us/m)	250,00	354,00	459,00	645,00
Conductividad (ds/m)	0,0025	0,0035	0,0046	0,0064
TPH	2833,91%	2029,78%	1699,40%	1317,00%
Temperatura	20,00	20,00	19,80	18,00

Elaborado: Por la Autora

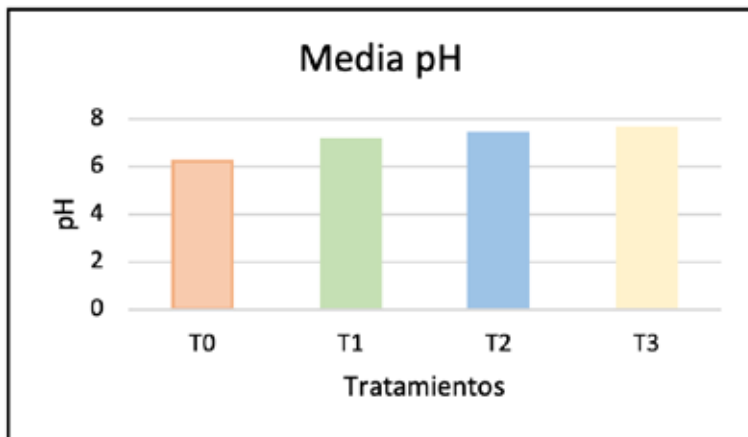
Se observa los datos de los parámetros de control a los 7 días de haber iniciado con la investigación, en donde podemos evidenciar que el T3 ( 200gr de suelo contaminado + 30% de *Pleorotus stratus*) es el que tiene mayor efectividad a comparación de los tratamiento T1,T2.

**Tabla 3.** Medición de variables de control a los 14 – 21 días

14 días			21 días		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
7,1	7,4	7,7	8,00	8,02	8,1
680,00	710,00	726,00	750,00	802,00	798,00
0,0068	0,0071	0,0073	0,0075	0,0080	0,0080
2003,15%	1568,20%	1257,10%	1989,50%	1450,00%	1220,00%
20,00	19,00	19,00	19,00	20,00	18,00

**Elaborado:** Por la Autora

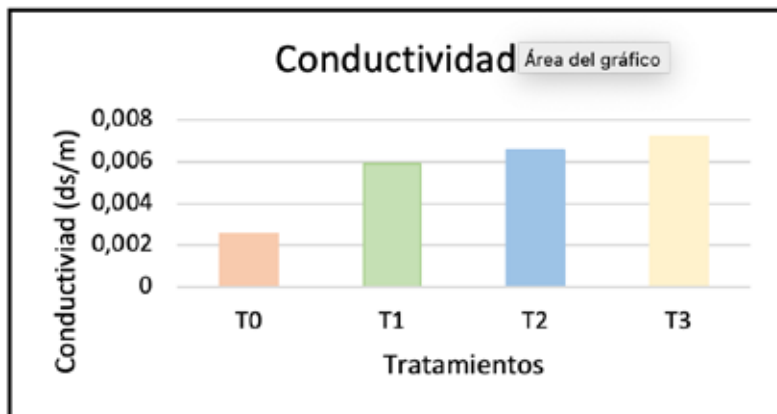
En la tabla podemos ver como los tratamientos T2 Y T3 son los que poseen mayor datos alentadores en cuanto a la remoción del contaminante (TPH), también se observa como ya desde los 14 días de ensayo la investigación presente un pH casi neutro comparando con el T0 que presenta un pH ácido.



**Figura 2** Medición de pH

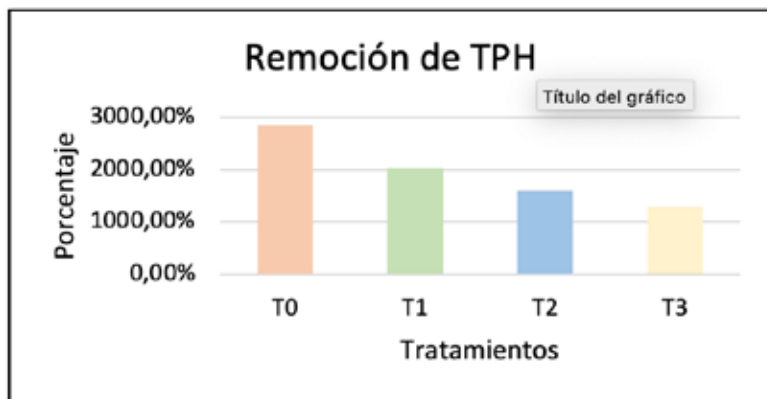
**Elaborado:** Por la autora.

En la figura 2 se muestra los diferentes niveles de pH del estudio, en donde el T3 (200gr de suelo contaminado + 30% de hongo) es el que presenta el nivel más alto a comparación del T0 (200gr de suelo contaminado) el cual tiene un pH ácido mientras que el T3 tiene un pH básico después de haber aplicado el agente biorremediador.



**Figura 3.** Medición de pH  
**Elaborado:** Por la autora

En la figura 3 correspondiente a la conductividad es evidente como el tratamiento 3 es el que posee mayor conductividad, esto se le atribuye al trabajo del hongo en el proceso de remoción del contaminante.



**Figura 4.** Remoción de Hidrocarburos Totales  
**Elaborado:** Por la autora

En la figura 4 se muestra el potencial de remoción de TPH (Hidrocarburos Totales), en donde se evidencia que el T3 (200gr de suelo contaminado + 30% de hongo) es el que posee mayor efectividad, presenta una capacidad de remoción del 44.62%.

## Conclusiones

- Al finalizar el estudio se puede decir que la especie de hongo de pudrición blanca *Pleorutus ostreatus* tiene gran potencial para ser un agente biorremediador de suelos contaminados con hidrocarburos específicamente en THP (Hidrocarburos Totales).
- Se evidenció que el tratamiento número tres ( 200gr de suelo contaminado + 30% de hongo), fue el que tuvo mayor efectividad en la remoción del contaminante llegando a tener un pH básico a los 21 días de evaluación.
- Sin duda alguna la presente investigación será la base para futuros estudios relacionados a la contaminación de suelo por hidrocarburos, y a su vez intentar contribuir al país brindándole una solución económica y factible para la recuperación de éste recurso tan valioso.

## Referencias




- Alexopoulos, C.J.; Mims, C.W. y Blackwell, M. (1996). Introducción a la Micología. New York: John Wiley y Sons, Inc. 809p.
- Baldrian, Petr. (2008). Wood-inhabiting ligninolytic basidiomycetes in soils: Ecology and constraints for applicability in bioremediation.
- Bogan, BW. y Lamar, RT. (1996). Polycyclic Aromatic Hydrocarbon-Degrading Capabilities of *Phanerochaete laevis* HHB-1625 and Its Extracellular Ligninolytic Enzymes. *Applied and Environmental Microbiology*. 62(5): 1597–1603
- Castro, G. (2007). Seguimiento frente a derrames de hidrocarburos. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura, Proyectos y Asesorías Ambientales. Quillota: Prasa. Obtenido de [http://www.sag.cl/sites/default/files/INFORME\\_FINAL\\_ASESORIA\\_SAG\\_HCS2.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/INFORME_FINAL_ASESORIA_SAG_HCS2.pdf)
- Cisterna, C. (2003). Taxonomía ecofisiológica de los hongos comestibles. Micotec Ltda. Chile. Disponible en <http://www.micotec.cl/articulos.html>
- Déley, A. 2010. Recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos procedentes

- del petróleo presentes en el campamento Sacha 161 utilizando la especie de hongo *P. ostreatus*. Ingeniero en Biotecnología Ambiental. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 111p.
- Dias, S., Solórzano, J., Afonso, C. y Gomes, S. (2008). Empleo de Fungos Filamentosos na Biorremediação de Solos Contaminados por Petróleo: Estado da Arte. *Série Tecnologia Ambiental*, 45. CETEM/MCT. Rio de Janeiro. 67p.
- Floriani, F. (2009). Biodegradação de 2,4-diclorofenol e 2,4,6-triclorofenol por fungos do gênero *Pleurotus*. Maestro en Ingeniería Procesos. Joinville. Brasil. Univille.
- Gadd, G. M. 2001. Reino Fungi en la Biorremediación. Cambridge University Press. Estados Unidos. 472p.
- Gaitán-Hernandez, R., Salmones, D., Perez, R. & Mata, G. 2006. Manual práctico del cultivo de setas: separación, desarrollo y producción. 1era. ed. Instituto de Ecología A.C. Xalapa. México. 56 p.
- Hatakka, A. 1990. Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation. *FEMS Microbiology Reviews*. 13:125–135.
- Hestbjerg H, Willumsen PA, Christensen M, Andersen O, Jacobsen CS. 2003. Bioaugmentation of tar-contaminated soils under field conditions using *Pleurotus ostreatus* refuse from commercial mushroom production. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 22: 692–698.
- Infante, C. (1998). Biorremediación de derrames de hidrocarburos en ambientes naturales. Memorias del IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente. Caracas, Venezuela, diciembre de 1997, colección simposio, volumen II. P 325-328. Compilador Roger Carrillo Castellanos. Editorial Equinoccio, Ediciones de la universidad Simón Bolívar, Caracas.
- Instituto Argentino de Petróleo y Gas. (1991). *ContamPetr*. Recuperado el 07 de 2021, ContamPetr:<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/ContamPetr.htm>
- Jeffries, TW. (1990). Biodegradation of lignin-carbohydrate complexes. *Biodegradation*. 1:163- 176
- Madigan, M. T., J. M. Martinko, y J. Parker. (1999). Brock: Biología de los Microorganismos. Prentice Hall. Octava Edición. 1064 p.
- Marquez-Rocha, F., Hernandez-Rodriguez, V. & Vásquez- Duhalt, R. 2000. Biodegradation of soil-adsorbed polycyclic aromatic hydrocarbons by the white rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *Biotechnology Letters* 22:469-472
- Martin Moreno, C., Gonzáles Becerra, A. y Blanco Santos, MJ. (2004). Métodos



- biológicos de suelos contaminados: contaminación por hidrocarburos. Aplicaciones de hongos en procesos de biorrecuperación. *Revista Iberoamericana de Micología*. 21: 103- 120
- Nápoles, J. y Ábalos, A. SF. (2008). Biorremediación de ecosistemas contaminados con componentes xenobióticos. Centro de estudios de biotecnología industrial. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
- Novotny, C., Svobodova, K., Erbanova P., Cajthaml, T., Kasinath, A., Lang, E. & Sasek, V. 2004. Ligninolytic fungi in bioremediation: extracellular enzyme production and degradation rate. *Soil Biology & Biochemistry* 36:1545–1551
- Ron, K. (2012). Determinación de residuos de hidrocarburos totales de petróleo (fracción diesel) en aguas de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, mediante la técnica de cromatografía de gases de detector de ionización de llama. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Sanchez-Vásquez, J. & Royse, D. 2001. *Biología y cultivo de Pleurotus spp.* 1a ed. Uteha– Ecosur, México. 290 p.
- Seiti W. (2010). Optimizaçãõ da produçãõ de inóculo fúngico de *Psilocybe castanella* CCB444 para bioremediaçãõ de solos. *Maestro em Biotecnologia*. São Paulo. Brazil. Universida de de São Paulo.
- Sepúlveda, T., & Velasco, J. (2002). Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), 64. Obtenido de Tecnologías de remediación para suelos contaminados: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/372.pdf>
- Sharma, V.P. & Kumar, S. 2011. Spawn Production Technology. En: *Mushrooms Cultivation, Marketing and Consumption*. Directorate of Mushroom Research (ICAR), India. 246
- Ballaminut , N. & Matheus, D. R.. 2007. Characterization of fungal inoculum used in soil bioremediation. *Brazilian Journal of Microbiology*. 38(2)
- Singh, H. (2006). *Mycoremediation: Fungal Biorremediation*. Estados Unidos. Wiley Interscience. 592 p.
- Soares, I., Flores, A., Mendonça, M., Barcelos, R. y Baroni, S. (2011). Fungos na biorremediaçãõ de áreas degradadas. *Arquivos do Instituto Biológico*. 78(2):341-350

# Valoración de Parámetros Físicos, Químicos en la Maduración Artificial de Papaya (*Carica papaya* L.) Variedad Hawaiana Usando Acetiluro de Calcio $\text{CaC}_2$ Como Agente de Maduración

Diego Armando Tuárez García , Liz Geanella Aspiazu Sánchez, Luis Humberto Vásquez Cortez , Jaime Fabián Vera Chang 

Vásquez, Luis Humberto  
Instituto de Posgrados  
Maestría en Agroindustria  
Universidad Técnica de Manabí  
Autor para correspondencia: lvasquez7265@utm.edu.ec

Tuárez, Diego Armando  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
dtuarez@uteq.edu.ec

Aspiazu, Liz Geanella  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
liz.aspiazu2016@uteq.edu.ec

Vera, Jaime Fabián  
Facultad de la Industria y Producción  
Profesor-Investigador en cultivo de cacao  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Doctorante en la Universidad Americana de Europa  
México, Cancún  
jverac@uteq.edu.ec

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo valorar los parámetros físicos, químicos en la maduración artificial de papaya (*Carica papaya* L.) variedad hawaiana, usando el acetiluro de calcio  $\text{CaC}_2$  como agente de maduración. Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial AxB. Para la determinación de diferencias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de probabilidad. Se analizaron variables fisicoquímicas (textura, pH, brix, acidez) y variables bromatológicas (humedad, cenizas, proteína, fibra, energía). Los resultados del análisis fisicoquímico demostraron que existieron diferencias significativas: en la variable textura la mejor respuesta fue el tratamiento T6 con (1.80 kg/f); el pH, con los tratamientos T1 (5.76), T4 (5.42) y T6

(5.54); brix, con los tratamientos T4 y T6 con 10.07 y 12.40 %; acidez, con el tratamiento T6 con el valor más bajo con 0.8 %; a nivel de humedad, el mejor tratamiento fue el T6 con 92.22 %; ceniza, el T1 con el valor más bajo 3.20 %; proteína, los tratamientos T5 y T6 con 4.34 y 5.34 %; fibra presenta una leve disminución, siendo su mejor tratamiento el T6 con 1.42 %, y energía, con el T6, 0.87 kcal. Los valores registrados en este estudio son comparables a otras investigaciones similares, ajustándose a los parámetros establecidos.

**Palabras clave:** fruta climática, acetileno, bromatológico, etileno

## Introducción

La papaya es una fruta cultivada en la mayor parte de países tropicales y, además, es una de la más comercializadas en el mundo. Con respecto a la distribución regional, se estima que en 2018 el 60 % se originó en Asia, el 29 % en América Latina y el 10 % en el continente africano, siendo India el mayor productor, seguido de Brasil y México (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018).

Los frutos carnosos son cultivos importantes en todo el mundo y representan una fracción sustancial de la producción agrícola mundial. La regulación de la maduración de la fruta es un desafío porque son productos vivos y, por lo tanto, percederos y si no se ejecutan de manera correcta las tecnologías de post-cosecha ocurrirían grandes pérdidas económicas (Jia et al., 2013).

La maduración de la papaya y de las demás frutas es una etapa del desarrollo causada por hormonas; el etileno es el principal responsable para inducir a mecanismos moleculares y acelerar la senescencia y los cambios propios de la madurez, como la textura, el color y la composición de los azúcares. Tales transformaciones ocurren rápidamente, haciendo que la fruta alcance su máxima calidad para el consumo (Gapper et al., 2013) fruit undergo numerous physiological, biochemical and structural alterations, making them more attractive to seed dispersal organisms. In addition, advanced or over-ripening and senescence, especially through tissue softening and eventual decay, render fruit susceptible to invasion by opportunistic pathogens. While ripening and senescence are often used interchangeably, the specific metabolic activities of each would suggest that ripening is a distinct process of fleshy fruits that precedes and may predispose the fruit to subsequent senescence. © 2013 Springer Science+Business Media Dordrecht (outside the USA).

Dado que los frutos de papaya maduran de manera desigual en el árbol y la maduración natural suele ser muy lenta e impredecible, para superar este tipo de problemas se utilizan agentes químicos de maduración; la fruta se expone brevemente a gases de forma exógena para iniciar el proceso de madurez. Las frutas maduras con acetiluro de calcio son blandas y tienen un buen desarrollo del color de la cáscara, pero son pobres en sabor (Chowdhury y Alam, 2008).

Los tratamientos con acetiluro de calcio se consideran peligrosos, ya que contiene impurezas de arsénico y cloruro de fósforo, componentes tóxicos para la salud humana. El acetileno se genera a partir del contacto con la humedad y actúan sobre la fruta provocando que maduren de manera similar (Kaur, 2017). Las principales razones

para justificar esta práctica por parte de los vendedores se debe a las posibles pérdidas durante el almacenamiento, la ausencia de legislación para controlar el uso, la facilidad de obtención y el bajo costo (Cissé et al., 2020) at the Laboratory of Food Biochemistry of University Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire, May 1, 2020.\r Methodology: Seventy uniform, mature green and healthy mangoes were bought from a local company and divided into five groups. The groups were divided into different calcium carbide levels as follows: 0 (control).

Aunque el acetiluro de calcio se usa metódicamente en otros países, en el Ecuador es utilizado de forma abierta, común e inapropiada para la maduración de frutos. Cuando se usa en dosis altas da como resultado un sabor pobre de la fruta y posiblemente tóxico, a diferencia de los países desarrollados, donde las frutas se maduran en cámaras tecnificadas para no tener riesgos en la salud y en la calidad de la fruta (Chowdhury y Alam, 2008).

El presente estudio tiene como objeto valorar los parámetros fisicoquímicos en la maduración artificial de papaya variedad hawaiana usando acetiluro de calcio y conocer qué concentración es la más apropiada para inducir una rápida maduración con bajos niveles de metales pesados.

## **Revisión teórica**

### **Maduración**

La maduración de los frutos es un proceso fisiológico complejo que involucra importantes cambios externos e internos, como fenómenos fenotípicos drásticos entre ellas, cambio de forma, color, aroma, degradaciones y síntesis de nuevos pigmentos (Corpas y Palma, 2018).

### **Maduración Artificial**

Son métodos practicados que afectan los procesos fisiológicos e inician el proceso de maduración de las frutas; los agentes de maduración comúnmente utilizados son carburo de calcio, etileno, propileno, etefón, glicol, etanol y algunos otros (Abhishek y Venkatesh, 2016).

### **Fruta Climatérica**

Son aquellos frutos que pueden madurar no solo adheridos a la planta, sino también después de la cosecha, cuando son cortados en la etapa preclimática. Este tipo de frutos alcanza más pronto la senescencia, en vista de que la respiración está acompañada por un aumento similar en los niveles de etileno, que coordina y sincroniza el proceso de maduración (Martínez et al., 2017).

### **Etileno**

Es una hormona vegetal gaseosa que desempeña una labor en muchas respuestas y procesos de desarrollo dentro de las plantas. El papel del etileno es la regulación de la maduración de frutas (Maduwanthi y Marapana, 2019).

## Acetiluro de Calcio

El acetiluro o carburo de calcio  $\text{CaC}_2$  es un compuesto químico. Es un material incoloro, pero la mayoría de las muestras van de un color negro o grisáceo. Se produce carburo de calcio industrialmente en un horno de arco eléctrico de una mezcla de cal y coque a  $2000\text{ }^\circ\text{C}$  (Asif, 2012).

La reacción de la interacción del óxido de calcio y carbono:

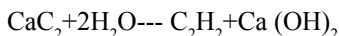
**Ecuación 1.** Reacción óxido de calcio y carbono.



## Gas acetileno

Es el resultado del carburo de calcio cuando se hidroliza. La reacción fue descubierta por Friedrich Wohler en 1862 (Asif, 2012).

**Ecuación 2.** Hidrólisis



## Métodos

### Localización

La investigación se desarrolló en distintas localidades, que se detallan a continuación.

**Tabla 1.** Localización de la investigación

INVESTIGACIÓN	LOCALIZACIÓN
<b>Recolección de frutos</b>	Parroquia Patricia Pilar, Km 55 vía Quevedo-Santo Domingo.
<b>Análisis físico-químicos y proximal</b>	Laboratorio de Bromatología, ubicado en el campus “La María” en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el km 7 de la vía Quevedo- El Empalme.

### Diseño de Investigación

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial  $A*B$  con seis tratamientos y tres repeticiones, conformado por los factores dosis (A) y tiempo de exposición (B). Los resultados se sometieron a la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p < 0,05$ ) para determinar diferencias entre ellos, los datos fueron analizados por medio del programa estadístico InfoStat.

## Esquema del ANDEVA

En la siguiente tabla, se muestra el esquema del ANDEVA.

**Tabla 2.** Esquema del ANDEVA

Fuente de variación		Grados de libertad
<b>Tratamiento</b>	(A*B-1)	5
<b>Factor A</b>	(a-1)	2
<b>Factor B</b>	(b-1)	1
<b>Interacción</b>	(a-1)(b-1)	2
<b>Error experimental</b>	(a*b)(r-1)	12
<b>Total</b>	a*b*r-1	17

## Factores de Estudio

En la siguiente tabla se detallan los factores planteados para la investigación.

**Tabla 3.** Factores de estudio.

Código	Factores	Niveles	
A	Dosis de acetiluro de calcio	0 g	a1
		5 g	a2
		10 g	a3
B	Tiempo	48 h	b1
		72 h	b2

Para la presente investigación, por cada tratamiento se utilizan 6 papayas, con un peso de 2220 kg. Serán tratadas con acetiluro de calcio, se pesará con una balanza de medición en concentraciones de 0 g/kg, 5 g/kg, 10 g/kg. Las frutas se empacarán de acuerdo al tratamiento y se almacenarán en una caja de madera para evitar la fuga de vapores. Se realizarán en dos tiempos de exposición, 48 y 72 horas, en condiciones de temperatura y HR monitoreados para acelerar y uniformizar la maduración de papaya variedad hawaiana.

Las dosis y tiempos establecidos se basan en referencias de investigaciones anteriores de Bawa et al., tomando valores bajos y con un tiempo de exposición corto para inducir una adecuada maduración y no provocar una sobremaduración por los tratamientos de acetiluro de calcio.

## Tratamientos de datos

En la tabla 4 se detalla la combinación de los factores y tiempos mencionados del experimento.

**Tabla 4.** Descripción de tratamientos.

Tratamiento	Código	Detalle
T1	a1b1	0 g de acetiluro + 48 horas de maduración
T2	a1b2	0 g de acetiluro + 72 horas de maduración
T3	a2b1	5 g de acetiluro + 48 horas de maduración
T4	a2b2	5 g de acetiluro + 72 horas de maduración
T5	a3b1	10 g de acetiluro + 48 horas de maduración
T6	a3b2	10 g de acetiluro + 72 horas de maduración

## Procedimiento Experimental

### Muestreo

El muestreo se realizó escogiendo al azar los frutos de papaya variedad hawaiana en estado de madurez fisiológica proveniente de la finca perteneciente al Sr. Rubén Demera, ubicada en la parroquia Patricia Pilar del cantón Buena Fe.

### Maduración

En el proceso de maduración inducida con acetiluro de calcio  $\text{CaC}_2$  se requiere de la utilización de cajas de madera; este proceso es llevado a cabo bajo condiciones de hermeticidad. Todos los frutos del experimento fueron sometidos a concentraciones de 5 y 10 g/kg, empacados en cajas de madera herméticamente selladas para evitar fugas por 48 y 72 horas, con monitorización de temperatura y humedad relativa para acelerar el proceso metabólico de los frutos y contribuir a una maduración uniforme.

### Preparación de las muestras

Para la ejecución de las determinaciones analíticas (composición proximal y fisicoquímico) en los frutos de papaya, se redujeron a un tamaño de partícula apropiado para ser trabajado mediante la trituración, mezclado, agitación o cualquier mecanismo físico que pudiese hacer la muestra lo más homogénea posible.

La manipulación de la muestra se realizó lo más rápido posible para evitar que perdiese o absorbiese humedad. Su identificación fue realizada de forma clara y precisa, escrita en etiquetas resistentes con marcadores insolubles en agua y guardadas en recipientes herméticos.

## Instrumentos de la Investigación

### Brix

El porcentaje de sólidos solubles se obtuvo de muestras de la pulpa de papaya, a través de un refractómetro digital de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 1842:2013. Esta técnica se fundamenta en la lectura directa del contenido de sólidos solubles en el refractómetro.

## **pH**

El pH de la papaya antes y después de la maduración se realizó mediante un muestreo por cada unidad experimental a través de un potenciómetro, de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 1842:2013.

## **Acidez**

Mediante muestras del jugo de la pulpa se realizó la titulación con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) y fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron en porcentaje de acidez total en base del ácido cítrico, método de ensayo NTE INEN-ISO 750:2013.

## **Textura**

La textura se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN 1909:2015, usando un texturómetro. Esta técnica mide las características mecánicas, propiedades físicas de los alimentos para proporcionar información relacionada con cómo se comporta el material.

## **Humedad**

El método de ensayo utilizado para determinación de humedad es de acuerdo a la norma INEN ISO 712/gravimetría; esta técnica consiste en someter la muestra a un secado térmico bajo condiciones específicas, la pérdida de peso se utiliza para calcular el contenido de humedad.

## **Cenizas**

De acuerdo a la norma INEN ISO 520/gravimetría, se realizó la determinación de cenizas en frutos de papaya. Consiste en el calentamiento para eliminar el agua presente, carbonizar la muestra completamente y, finalmente, incinerar a 55 °C en una mufla.

## **Proteína**

La determinación de proteínas se basó en el método de referencia INEN ISO 20483/Kjeldahl. Este método consiste en convertir la concentración de nitrógeno a una concentración de proteína mediante un factor de conversión; este procedimiento se realiza en tres pasos: digestión, neutralización y titulación.

## **Fibra**

El contenido de fibra se realizó de acuerdo al método de referencia INEN 522/gravimetría, se expresó en porcentaje. La fibra se determinó mediante el principio de separación de la fibra de otros componentes, a través del método de digestión ácida y alcalina, tratando la muestra con éter para eliminar la grasa presente y luego hirviéndola con ácido débil y un álcali.

## **Energía**

La determinación de poder calorímetro del fruto de papaya se llevó a cabo mediante el método calorímetro, que consiste en la estimación del contenido de EB de los alimentos. Esto se logra quemando la muestra en una bomba de calor y midiendo el aumento de temperatura del agua en el calorímetro.



## Valoración de los análisis fisicoquímicos

La investigación generó los siguientes resultados sometidos a la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

## Resultados y Discusión

### Textura

Los promedios de la variable textura se muestran en la Tabla 5. Los resultados obtenidos demuestran diferencias estadísticas significativas en el (factor A) destacando la dosis de 0 g de acetiluro de calcio con un promedio de 22.63 kg/F; en cuanto al factor B (tiempo) no se registraron diferencias significativas. De acuerdo al análisis de varianza, la interacción entre factores mostró diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con un coeficiente de variación de 12,18, siendo el mayor tratamiento  $T_2$  (0g de acetiluro de calcio a 72 horas) con un valor de 23.28 kg/F, le siguieron el  $T_1$ ,  $T_4$ ,  $T_3$ ,  $T_6$ ,  $T_5$  con valores de 21.98; 2.48; 1.90; 1.80; 1.40 kg/ F, respectivamente.

Según Bogantes y Mora (2013) la fruta de papaya en estado verde requiere una resistencia a la penetración de 2.40 kg/f, pero a medida que la maduración avanza llega a 1.0 kg/f. Mencionan que la pérdida de textura se debe a que existen modificaciones en la composición interna y una degradación de los compuestos de la pared celular, confiriendo una menor resistencia.

### Brix

Los promedios de los valores de Brix se describen en la Tabla 5, donde se observa que existen diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los factores de estudio; el factor A (dosis) destaca el tratamiento de 10 g de acetiluro de calcio, mientras que el factor B es notable el tiempo de 72 horas. Según el cuadro ANOVA la interacción entre factores presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con un coeficiente de variabilidad de 2.64 %, siendo los mejores tratamientos el  $T_6$  con un promedio de 12.40 y  $T_4$  con un valor de 10.07 %.

De acuerdo con las normas INEN 2337, los sólidos solubles de la pulpa de papaya varían entre 8-13°Bx y, según esta investigación, el mejor tratamiento coincide con los valores establecidos en la norma.

### pH

Se observa que el factor A (dosis) no presenta diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las dosis de acetiluro de calcio, esto significa que las dosis aplicadas no inciden en los valores de pH, mientras que el factor B (tiempo) presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) siendo superior el tiempo de exposición de 48 horas. De acuerdo al análisis de varianza, la interacción entre factores mostró diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) del testigo frente a los demás tratamientos, con un coeficiente de variación de 1.94 %, siendo los mejores tratamientos el  $T_1$ ,  $T_6$ ,  $T_4$  con valores de 5.76, 5.54 y 5.42, respectivamente.

Moreno (2011) manifiesta que la porción comestible del fruto de papaya tiene un pH entre 4.5 y 6.0; sin embargo, en esta investigación se aprecia un ligero incremento en

los valores, alcanzando un máximo de 6.63. Este aumento se produce en respuesta a una mayor acidez.

### Acidez

Para la variable acidez, el análisis de varianza registró que para ambos factores existen diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ); para el factor A (dosis) mostró una media de 1.78 correspondiente a la dosis de 5 g de acetiluro, y el factor B (tiempo) predomina la exposición de 48 horas. En cuanto a la interacción entre factores, se hallan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con un coeficiente de variación de 6.24 %. El tratamiento que presentó mayor promedio fue el T<sub>3</sub> con 2.70 %, seguido del T<sub>5</sub> con 2.20 %, mientras que el valor más bajo lo presentaron el T<sub>4</sub> y T<sub>6</sub> con medias de 0.87 y 0.80, respectivamente.

Según Alonso (2008), la acidez total de la pulpa de papaya varía de 0.12-0.15 %; sin embargo, en la caracterización realizada de los frutos utilizados en el presente estudio manifestaron un aumento en sus valores, lo que plantea que no están en conformidad con los patrones sugeridos. Otros autores (Miranda et al., 2014; Miranda et al., 2016) manifiestan que el aumento de acidez se debe probablemente a la formación del ácido galacturónico proveniente de la degradación de las pectinas; estas reacciones de liberación de ácidos conllevan el aumento de la acidez.

**Tabla 5.** Promedios registrados en las variables textura, brix, pH, acidez en la maduración artificial de papaya hawaiana

Factores	Textura kg/f	Brix %	pH	Acidez %
<b>Factor A: Dosis</b>				
0 g	22.63 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	6.09 <sup>a</sup>	1.78 <sup>a</sup>
5 g	2.19 <sup>b</sup>	5.63 <sup>b</sup>	6.05 <sup>a</sup>	1.78 <sup>a</sup>
10 g	1.60 <sup>b</sup>	1.30 <sup>c</sup>	6.02 <sup>a</sup>	1.50 <sup>b</sup>
<b>Factor B: Horas</b>				
48	9.19 <sup>a</sup>	7.93 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	2.23 <sup>a</sup>
72	8.43 <sup>a</sup>	1.36 <sup>b</sup>	5.77 <sup>b</sup>	1.74 <sup>b</sup>
<b>Interacción</b>				
T1 (0 g/kg acetiluro de calcio + 48 horas)	21.98 <sup>a</sup>	1.27 <sup>cd</sup>	5.76 <sup>b</sup>	1.80 <sup>c</sup>
T2 (0 g/kg acetiluro de calcio + 72 horas)	23.28 <sup>a</sup>	1.33 <sup>cd</sup>	6.34 <sup>a</sup>	1.77 <sup>c</sup>
T3 (5 g/kg acetiluro de calcio + 48 horas)	1.90 <sup>b</sup>	1.20 <sup>d</sup>	6.61 <sup>a</sup>	2.70 <sup>a</sup>
T4 (5 g/kg acetiluro de calcio + 72 horas)	2.48 <sup>b</sup>	10.07 <sup>b</sup>	5.42 <sup>c</sup>	0.87 <sup>d</sup>

T5 (10 g/kg acetiluro de calcio + 48 horas)	1.40 <sup>b</sup>	1.60 <sup>c</sup>	6.63 <sup>a</sup>	2.20 <sup>b</sup>
T6 (10 g/kg acetiluro de calcio + 72 horas)	1.80 <sup>b</sup>	12.40 <sup>a</sup>	5.54 <sup>bc</sup>	0.80 <sup>d</sup>
CV %	12.18	2.64	1.94	6.24

Letras iguales no son significativas según el test de Tukey ( $P < 0.05$ ).

## Humedad

De acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), se encontraron diferencias estadísticas significativas en los factores de estudio; el factor A (dosis) indica que la dosis de 10 g de acetiluro de calcio presenta el mayor promedio, con 90.33 %, mientras que el factor B lo presenta en el tiempo de 72 horas. Del mismo modo, existen diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 0.58 %, indicando el valor más alto al tratamiento T<sub>6</sub>, con un promedio de 92.22 %, mientras que los valores mínimos residen en el T<sub>3</sub>, con una media de 87.45 %.

Estos resultados se asemejan a los reportados por Selvaraj (2010), en los que el contenido en humedad varía entre 87 y 94 %, coincidiendo con los valores de la presente investigación. Con el aumento en la cantidad del acetiluro de calcio se debilita la fibra de la piel, de modo que la humedad se absorbe fácilmente.

## Ceniza

En la tabla 6, y de acuerdo al análisis de varianza, demuestra diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en los factores y tratamientos. El factor A destaca la dosis de 5g de acetiluro de calcio con una media de 4.68 % y el factor B el mayor promedio lo presenta las 72 horas de exposición del acetiluro. Los tratamientos demostraron un coeficiente de variación de 0.72 %, donde el mayor promedio lo presenta el tratamiento T<sub>4</sub> con un valor de 5.03 %, seguido del T<sub>6</sub> con 4.91 %.

Según los datos mencionados por Bharathi (2014) y Parni y Verma (2014), el contenido de cenizas en la pulpa de papaya está presente en un 0.49 %. Sin embargo, en esta investigación existe un aumento en su contenido; Tukur (2020) manifiesta que en concentraciones altas el contenido mineral de este compuesto se absorbe en la piel del fruto.

## Fibra

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos del análisis de fibra, donde se demuestra la presencia de diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el factor A, destacando la dosis de 10g de acetiluro con un valor de 1.42 %; el factor B destacó el tiempo de 72 horas. En conformidad con el cuadro de varianza, existen diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con un coeficiente de variabilidad de 1.49 %, teniendo el mayor promedio el tratamiento  $T_5$  con 1.43 %, seguido del tratamiento  $T_6$  con 1.42 %. Los valores mínimos residen en los tratamientos  $T_1$ ,  $T_4$  y  $T_3$  con 1.20 % cada uno.

Bharathi et al. (2020) y Parni y Verma (2014) presentan en sus estudio un contenido de fibra del 1.73 %; esto es similar al trabajo de Oloyede (2005), en el que demuestra que la pulpa de papaya tiene un 1.88 % de fibra cruda. También sugiere que, a medida que aumenta la madurez, su contenido de fibra será inferior. Es por esta razón que los valores actuales de la presente investigación son ligeramente inferiores a los registrados por ambos autores.

## Proteína

Acorde a los resultados de la tabla 6, tanto el factor A como el B demostraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ); el mayor resultado del factor A lo presenta la dosificación de 5 g de acetiluro de calcio y del factor B el mayor valor está en un tiempo de 72 horas. En cuanto a la interacción entre factores, presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con un coeficiente de variación de 0.23 %, donde se observó que el promedio más alto lo presenta el tratamiento  $T_4$  con 9.02 %. En cambio, el menor promedio se presentó en el tratamiento  $T_5$  con 4.34 %.

Según Mitiku (2017), el contenido de proteína en pulpa madura de papaya reporta un valor de 5.39 %. El mismo autor afirma que las proteínas aumentan durante el proceso de maduración.

## Energía

El análisis de varianza para la variable de energía encontró diferencias significativas entre factores y tratamientos; el factor A destaca la dosis de 5 g de acetiluro de calcio y el factor B, el tiempo de 72 horas. En cuanto a los tratamientos, presenta un coeficiente de variación de 0.23 %, donde se demuestra que el tratamiento  $T_4$  tiene el mayor valor proteico, con 9.02 %, y que el menor valor reside en el tratamiento  $T_5$  con 4.34 %.

Los datos obtenidos por Zerihun et al. (2020) muestran que la pulpa de papaya tiene un valor de 3.7 kcal. Esto se puede evidenciar en los resultados obtenidos de los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>.

**Tabla 6.** Promedios registrados en las variables humedad, cenizas, fibra, proteína y energía en la maduración artificial de papaya hawaiana

<b>Factores</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Energía (kcal)</b>
<b>Factor A: Dosis</b>					
0 g	90.27 <sup>a</sup>	3.35 <sup>c</sup>	1.26 <sup>b</sup>	5.99 <sup>b</sup>	0.31 <sup>c</sup>
5 g	89.42 <sup>b</sup>	4.68 <sup>a</sup>	1.20 <sup>c</sup>	7.50 <sup>a</sup>	0.68 <sup>b</sup>
10 g	90.33 <sup>a</sup>	4.56 <sup>b</sup>	1.42 <sup>a</sup>	4.84 <sup>c</sup>	0.73 <sup>a</sup>
<b>Factor B: Horas</b>					
48	88.28 <sup>b</sup>	4.01 <sup>b</sup>	1.27 <sup>b</sup>	5.46 <sup>b</sup>	0.52 <sup>b</sup>
72	91.28 <sup>a</sup>	4.38 <sup>a</sup>	1.31 <sup>a</sup>	6.76 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>
<b>Interacción</b>					
T1 (0 g/kg acetiluro de calcio + 48 horas)	90.30 <sup>b</sup>	3.50 <sup>e</sup>	1.20 <sup>c</sup>	6.07 <sup>b</sup>	0.33 <sup>e</sup>
T2 (0 g/kg acetiluro de calcio + 72 horas)	90.24 <sup>b</sup>	3.20 <sup>f</sup>	1.33 <sup>b</sup>	5.91 <sup>d</sup>	0.30 <sup>e</sup>
T3 (5 g/kg acetiluro de calcio + 48 horas)	87.45 <sup>c</sup>	4.33 <sup>c</sup>	1.20 <sup>c</sup>	5.97 <sup>c</sup>	0.65 <sup>c</sup>
T4 (5 g/kg acetiluro de calcio + 72 horas)	91.39 <sup>ab</sup>	5.03 <sup>a</sup>	1.20 <sup>c</sup>	9.02 <sup>a</sup>	0.71 <sup>b</sup>
T5 (10 g/kg acetiluro de calcio + 48 horas)	88.43 <sup>c</sup>	4.20 <sup>d</sup>	1.43 <sup>a</sup>	4.34 <sup>f</sup>	0.59 <sup>d</sup>
T6 (10 g/kg acetiluro de calcio + 72 horas)	92.22 <sup>a</sup>	4.91 <sup>b</sup>	1.42 <sup>a</sup>	5.35 <sup>e</sup>	0.87 <sup>a</sup>
CV %	0.58	0.72	1.49	0.23	2.46

Letras iguales no son significativas según el test de Tukey (P<0.05).

## Conclusiones

La maduración en el fruto de papaya variedad hawaiana en concentraciones de 10 g/kg otorga una maduración rápida, uniforme y efectiva en condiciones de temperatura de 19-25 °C y humedad relativa de entre el 90-95 %, con una exposición de 72 horas en ambientes herméticamente sellados.

Este estudio ha demostrado que la administración de acetiluro de calcio y el tiempo de exposición presentó cambios en el contenido de las variables fisicoquímicas evaluadas. En cuanto a la textura al 10 g/kg de acetiluro de calcio a 72 horas, obtuvo un valor de 1.80 a diferencia del testigo, que su valor fue de 21.98. De la misma manera, para °Brix 10 g/kg de acetiluro de calcio a 72 horas fue 12.40 g/kg, a diferencia del testigo, cuyo valor fue de 1.27 g/kg. En pH, su mayor porcentaje corresponde a 6.34 g/kg, y su acidez disminuyó a mayor inducción de acetiluro de calcio a las 72 horas, su valor porcentual de 0.80 g/kg con respecto al testigo de 1.80 g/kg.

En cuanto a los elementos proximales, presentaron incrementos en el contenido de cenizas y proteína y disminución del contenido de fibra y energía. A 10 g/kg de acetiluro de calcio a 72 horas fue el valor mas alto de humedad, a diferencia de su testigo cuyo valor fue de 92.22 g/kg. De la misma manera, tuvo el mismo comportamiento con respecto a cenizas, 4.91 g/kg. De fibra, el mejor tratamiento fue el T5, valor correspondiente de 1.43 g/kg, a mayor aplicación a 72 horas tuvo una disminución con respecto a la proteína de 5.35 g/kg, a diferencia del testigo que fue de 6.07 g/kg, seguido de energía, su valor aumentó de 0.33, siendo testigo a 0.87 g/kg.

## Referencias

- Abhishek, R. y Venkatesh, H. (2016). (PDF) Artificial ripening of fruits—misleading ripe and health risk. *Everyman's Science*, 6, 364–369.
- Alonso, M. (2008). Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo Solo, introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense: Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 169–175.
- Asif, M. (2012). Physico-chemical properties and toxic effect of fruit-ripening agent calcium carbide. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 5(3), 150. <https://doi.org/10.4103/1755-6783.98602>
- Chowdhury, F. R. y Alam, B. (2008). Artificial ripening : what we are eating. *J Medicine*, 9, 42–44. <https://doi.org/10.3329/jom.v9i1.1425>
- Cissé, M., Silue, Y., Cissé, M., Kouadio, A. D. S. y Nindjin, C. (2020). Effect of Calcium Carbide Treatment on Ripening Time and Physicochemical Properties of Mango (*Mangifera indica* L.) Variety “Kent”, Côte d'Ivoire. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(38), 24–30. <https://doi.org/10.9734/cjast/2020/v39i3831092>
- Corpas, F. J. y Palma, J. M. (2018). Nitric oxide on/off in fruit ripening. *Plant Biology*, 20(5), 805–807. <https://doi.org/10.1111/plb.12852>

FAO. (2018). *Análisis del mercado 2018*.

Gapper, N. E., McQuinn, R. P. y Giovannoni, J. J. (2013). Molecular and genetic regulation of fruit ripening. *Plant Molecular Biology*, 82(6), 575–591. <https://doi.org/10.1007/s11103-013-0050-3>

Jia, H., Wang, Y., Sun, M., Li, B., Han, Y., Zhao, Y., Li, X., Ding, N., Li, C., Ji, W. y Jia, W. (2013). Sucrose functions as a signal involved in the regulation of strawberry fruit development and ripening. *New Phytologist*, 198(2), 453–465. <https://doi.org/10.1111/nph.12176>

Kaur, S. (2017). Effect of different treatments of ethrel on ripening behaviour and post- harvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) during storage. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(1), 85–93. <https://doi.org/10.31018/jans.v9i1.1155>

Maduwanthi, S. D. T. y Marapana, R. A. U. J. (2019). Induced Ripening Agents and Their Effect on Fruit Quality of Banana. *International Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1155/2019/2520179>

Martinez, M., Balois, R., Alia, I., Cortes, M., Palomino, Y. y López, G. (2017). Poscosecha de frutos : maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 19, 4075–4087.

Miranda, A., Alvis, A. y Arrazola Paternina, G. (2016). Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (carica papaya) variedad tainung. *Temas Agrarios*, 19(1), 7–18. <https://doi.org/10.21897/rta.v19i1.721>

Mitiku, D. H. (2017). Effect of maturity stage analysis on post harvest physicochemical characteristics and mineral contents of papaya ( *Carica papaya* ) fruit grown in Horo Guduru Wollega Zone ,Ethiopia. *Food Science and Quality Management*, 62, 17–22.

Oloyede, O. (2005). papaya propiedades fisicoquim.pdf. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6.

Parni, B. y Verma, Y. (2014). Biochemical properties in peel, pulp and seeds of *Carica papaya*. *Plant Archives*, 14(1), 565–568.

Tukur, H. R. (2020). Proximate and elemental analysis of banana fruits ( *musa spp* ) ripened with various concentrations of calcium carbide . *Soc Nigeria*, 45, 648–665. <https://doi.org/10.46602/jcsn.v45i4.501>

# Citotoxicidad en Células Endoteliales por Degradación Hidrolítico de Biopolímeros de PLLGA

María José Valarezo Ulloa , Lazaro Ruiz Virgen 

Valarezo-Ulloa, María José  
Laboratorio de Análisis Químico  
Universidad Nacional de Loja-Ecuador  
Autor para correspondencia: [maría.jose.valarezo@unl.edu.ec](mailto:maría.jose.valarezo@unl.edu.ec)

Ruiz-Virgen, Lazaro  
Escuela de Ingeniería Química e Industrias Extractivas  
Instituto Politécnico Nacional-México  
[esiqie\\_posgrado@ipn.mx](mailto:esiqie_posgrado@ipn.mx)

## Resumen

Se analizó el efecto citotóxico del proceso de degradación que los copolímeros de poli ácido L-láctico-co-glicólico (PLLGA), sintetizados en tres proporciones 70:30, 80:20 y 90:10 %<sub>PL-LA</sub>:%<sub>PGA</sub>, tienen en el crecimiento de células adherente endoteliales para su futuro uso como dosificadores de fármacos. Para ello, se empleó el método de tinción con alamar azul y mediante espectroscopia de fluorescencia se obtuvo el porcentaje de supervivencia celular. La prueba se basó en la conversión del *resazurin* (tinte azul no fluorescente) a *resorufin* (rosa fluorescente) a través de la enzima mitocondrial de las células endoteliales. Dos análisis se llevaron por cada proporción de PLLGA durante 24 h. Como medio de cultivo se utilizó Fosfato de Dulbecco (DMEM). En el primer análisis, el medio de cultivo no se renovó por medio fresco a lo largo de todo el período de prueba y, en el segundo, el medio se renovó cada 3 h. A partir de los resultados, se pudo observar que el número de unidades relativas de fluorescencia fue mayor con respecto al blanco de referencia cuando el medio se renovó por medio fresco cada tres horas, observándose un mayor número de células endoteliales. También se observó que la supervivencia celular fue mayor cuando los porcentajes de ácido láctico fueron mayores, como en los copolímeros de proporciones 80:20 y 90:10 %<sub>PL-LA</sub>:%<sub>PGA</sub>; este hecho pudo deberse a que el proceso de degradación de estos copolímeros fue más lento, por lo que la acidificación del medio fue mucho menor. Por su parte, el copolímero con una proporción de ácido glicólico superior, como el copolímero 70:30 %<sub>PL-LA</sub>:%<sub>PGA</sub>, presentó un porcentaje de supervivencia celular menor, concluyendo que la acidificación del medio es un factor determinante para la supervivencia de células endoteliales adherentes durante el proceso de degradación del PLLGA y, además, que los productos de la degradación de las tres proporciones PLLGA estudiados no resultaron tóxicos para las mismas.

**Palabras clave:** PLLGA, degradación, citotoxicidad, células endoteliales



## Introducción

Con el fin de obtener un tratamiento médico más eficaz y generar una calidad de vida buena a los pacientes, ha surgido, desde hace varios años atrás, el creciente desarrollo de nuevos fármacos y medios de administración de los mismos. La meta general a alcanzar por parte de los investigadores es la entrega focalizada del fármaco al órgano o tejido dañado, evitando efectos secundarios, eliminando la necesidad de una intervención futura y disminuyendo sus periodos de dosificación (Avgoustakis, 1991a).

Los principales materiales utilizados dentro de la industria de los dosificadores de fármacos son los polímeros biodegradables, los cuales, al mismo tiempo que son absorbidos en el cuerpo, liberan agentes biológicos que llevan consigo en su interior, como péptidos, vacunas, hormonas, inmunosupresores, agentes tumorales, antibióticos, proteínas, genes y virus (Hirenkumar, 2011).

Los poliésteres han demostrado ser extremadamente útiles como materias para el diseño de sistemas dosificadores de fármacos, debido a su baja toxicidad, buena permeabilidad para ciertos fármacos —en especial, hidrofílicos— y biosorción. Los homopolímeros y copolímeros de ácido láctico y glicólico, junto a la caprolactona, se encuentran dentro del grupo de los poliésteres fundamentales para este fin (Park, 1994).

El PLGA o poli (ácido láctico-co-glicólico) es un copolímero que está formado por bloques de monómeros de poli (ácido láctico) PLA derivado del ácido láctico y poli (ácido glicólico) PGA derivado del ácido glicólico, a partir de reacciones de polimerización de apertura de anillo (Avgoustakis, 2005b). Se pueden formar tres tipos de copolímeros de PLGA: PLLGA, PDLGA, PDLLGA, al presentar alguno de los enantiómeros posibles de PLA o combinación de los mismos de tipo L, D o D-L, respectivamente (Jain, 2000). Para el diseño de dispositivos liberadores de fármacos los tipos L y D-L han sido los más aplicados, debido a un mejor control de su cinética de degradación, módulo de tensión y biocompatibilidad (Aguilar, 2013).

El PLLGA es un polímero biodegradable, físicamente fuerte, altamente biocompatible y capaz de transportar una gran variedad de biomoléculas, como péptidos, ADN, fármacos, proteínas y virus, entre otras (Hurrell, 1997). La aplicación de este copolímero ha demostrado un inmenso potencial como portador de administración de fármacos; es uno de los copolímeros más utilizados para este fin, debido a que es altamente reactivo a un proceso de degradación hidrolítica por la ruptura de sus cadenas éster de ácido láctico y ácido glicólico que lo conforman (Murthy y Wilson, 2015).

Para que un polímero pueda ser considerado como dosificador de fármacos debe poseer características que puedan ser controladas, como su cinética de degradación, módulo de tensión, biocompatibilidad, productos de degradación no tóxicos y cinética de liberación del fármaco. Estos aspectos se encuentran regulados, a su vez, por el tipo y proporción de monómero inicial ( $\%_{PLLA} : \%_{PGA}$ ) y condiciones de síntesis, que repercuten en otras propiedades: temperatura de transición vítrea, cristalinidad, peso molecular, etc. (Busatto, 2018).

El poli ácido L-láctico-co-glicólico PLLGA es uno de los polímeros más utilizados para este fin, debido a que su degradación se realiza por ruptura de las cadenas éster de ácido láctico y ácido glicólico que lo conforman al ser sometido a un ataque hidrolítico (Hyon, 2007).

Es conocido que durante su proceso de degradación del PLLGA, existe una liberación de ácidos de cadenas cortas procedentes de sus monómeros iniciadores al medio, por lo que promueve la disminución de pH, volviendo el medio hostil para la supervivencia celular (Xu et al., 2017); por ello, una de las pruebas necesarias para que el material pueda ser utilizado como dosificador de fármacos en áreas muy pequeñas es analizar cómo su proceso de degradación afecta a la supervivencia celular.

En la presente investigación se analiza el efecto que tienen las cadenas liberadas de ácido láctico y ácido glicólico durante el proceso de degradación de PLLGA para ver su posible uso como polímero para recubrimiento de stents dosificadores de fármacos.

## Revisión teórica

La tecnología de control de liberación de fármacos envuelve conocimientos científicos que permiten llevar a cabo dispositivos capaces de lograr la entrega sistematizada de un agente farmacéutico y mantenerlo a un nivel terapéutico en el cuerpo durante un periodo de tiempo determinado (Zhu y Braatz, 2014).

El poli (ácido láctico-co-glicólico) PLLGA ha ganado un exponencial interés en el campo de los dispositivos liberadores de fármacos. Una forma prometedora de llevar a cabo el control de la liberación del fármaco es mediante su incorporación dentro del polímero biodegradable, ya sea por inmersión o pulverización; así, este se va liberando a medida que la matriz polimérica se degrada (Sevim, 2018).

La liberación del fármaco de la matriz polimérica está controlada por mecanismo de difusión/erosión (Jerôme, 2008), para polímeros no erosionables el fenómeno está controlado por mecanismo de difusión solamente, el cual genera un efecto *burst* del fármaco que puede ser inevitable en algunos casos; para el PLLGA, tanto fenómenos de difusión como erosión controlan el proceso de liberación (Shen y Burgess, 2018).

El PLGA puede proporcionar una amplia viabilidad en el campo de la dosificación, pudiendo presentar una infinidad de combinaciones al variar la proporción de sus monómeros iniciales de lactida [LA] y glicólida [GA], lo que permite modificar sus propiedades fisicoquímicas en términos de peso molecular, cristalinidad y temperatura de transición vítrea. Así, este material se puede diseñar de tal manera que logre soportar una gran cantidad de carga farmacéutica y controlar su liberación a largo plazo bajo una velocidad deseada y con una integridad óptima, lo que resulta en la posible reducción de los efectos secundarios. Este hecho ha permitido que, además de servir como dispositivo dosificador, sirva para el recubrimiento de otros dispositivos, como stents (Kowalski et al., 2000).

De manera general, en el proceso de liberación de fármacos en copolímeros de PLLGA, dos factores podrían considerarse como principales y estos, a su vez, albergan una serie de subfactores. El primero es el proceso de degradación de la matriz polimérica y el segundo es el fármaco. Dentro del proceso de degradación de la matriz de PLLGA, se consideran estos factores: proporción de sus monómeros iniciales, peso molecular promedio ( $M_w$ ), temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ), cristalinidad, pH del medio, temperatura del medio, degradación in vivo e in vitro, tamaño de la matriz y tipo de

degradación (superficial o en masa). En cuanto al fármaco, se consideran propiedades fisicoquímicas, tales como pH, hidroflicidad, interacción con la matriz polimérica, carga farmacéutica, tipo del dispositivo, mecanismos de liberación, etc. (Hines y Kaplan, 2013).

El PLGA presenta un proceso de degradación complejo, al estar relacionado con factores fisicoquímicos del mismo material y el medio de degradación, como la proporción de sus monómeros iniciales, tamaño de partícula, cristalinidad, peso molecular, auto catálisis, temperatura de transición vítrea  $T_g$ , pH y temperatura del medio de degradación (Busatto et al., 2018).

La degradación de los copolímeros de PLGA se rige por hidrólisis de los enlaces éster, la proporción de sus monómeros iniciales y la variación de sus propiedades fisicoquímicas. Se ha reportado que copolímeros de PLGA con una proporción [50:50] %<sub>p[LA]</sub>:%<sub>p[GA]</sub> se degradan más rápido que sus homopolímeros, y su velocidad de degradación disminuye a medida que la proporción de [LA] aumenta de 50 a 100. Concentraciones de [LA] entre 25-70 % forman copolímeros amorfos e hidrolíticamente inestables (Liu et al., 2016).

Los homopolímeros de poli(ácido glicólico) PGA muestran una degradación rápida, lo que podría acelerar la acidificación del medio; este hecho influye en el tipo de escisión que podrían presentar las cadenas éster de PLLGA, ya que si el medio es básico, el rompimiento de las cadenas se realiza a partir de sus grupos ésteres terminales, mientras que si el pH del medio es neutro o ácido, la escisión de las cadenas éster se realiza a partir de la hidrólisis de ésteres terminales y no terminales (Kricheldorf y Kreiser-Saunders, 2000).

## Métodos

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general la elaboración de un dispositivo liberador de fármacos para recubrimiento para stents. Una parte de este estudio comprendió la síntesis y caracterización del copolímero y el estudio de citotoxicidad de los materiales sintetizados.

La investigación se inició con la síntesis de los dímeros cíclicos de los ácidos L-láctico y glicólico y su polimerización por apertura de anillo bajo condiciones de presión ambiental, seguido de la elaboración de sus mezclas y caracterización. Posteriormente, el estudio de citotoxicidad en células endoteliales adherentes durante el proceso de degradación de los copolímeros sintetizados y sus mezclas.

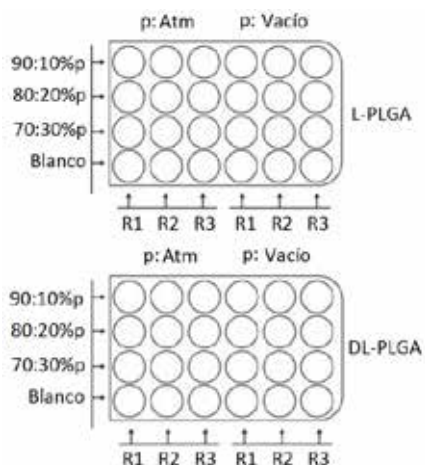
El poli ácido L-láctico-co-glicólico PLLGA se sintetizó por polimerización de apertura de anillo en tres proporciones 70:30, 80:20 y 90:10 (%<sub>pL-LA</sub>:%<sub>pGA</sub>). La polimerización de apertura de anillo se realizó en dos etapas. La primera etapa consistió en la condensación de los ácidos L-láctico y glicólico por separado, para producir oligómeros de bajo peso molecular. Posteriormente, se realizó la ciclación intermolecular de los oligómeros para la formación de los dímeros cíclicos de lactida y glicólida, mediante el aumento de la temperatura de reacción. El proceso se realizó durante 10 h a 145 °C y el agua condensada se removió del reactor.

Durante la segunda etapa de síntesis, se pesaron los dímeros cíclicos L-lactida y glicólida de acuerdo a las proporciones establecidas y se adicionó el iniciador, octoato de estaño en una proporción de 0.5 % del peso de mezcla de los dímeros cíclicos. La polimerización se realizó durante 14 h a 165 °C. Una vez adicionado el iniciador, la agitación y temperatura se mantuvieron constantes, evitando un aumento de temperatura que generaría la descomposición térmica del copolímero. Finalmente, los copolímeros obtenidos se precipitaron en metanol frío y se dejaron secar a vacío durante toda la noche. La copolimerización por apertura de anillo a vacío permitió el aumento del peso molecular promedio en copolímeros.

Los copolímeros se caracterizaron mediante difracción de rayos X, espectroscopia de masas Maldi-Tof, calorimetría diferencial de barrido y espectroscopia infrarroja. Los estudios *in vitro* de los procesos de degradación estática de los copolímeros de PLGA consistieron en la simulación de las condiciones del proceso *in vivo* de degradación de una matriz polimérica de un stent dosificador de fármaco.

Las pruebas de citotoxicidad en células permitieron analizar el nivel de toxicidad que un biomaterial presenta, luego de que estos hayan permanecido en contacto durante un tiempo determinado de incubación. La determinación de citotoxicidad de PLLGA se midió por el método de tinción. El ensayo se realizó en células endoteliales adherentes, usando alamar azul como agente de tinción para medir la actividad metabólica celular. Se realizaron tres repeticiones por cada análisis.

Las pruebas de citotoxicidad del PLLGA se llevaron a cabo mediante ensayos de fotometría de placas. Para ello, se utilizaron placas de 24 micropozos donde se colocaron los copolímeros de PLLGA en sus tres proporciones 70:30 y 90:10 %<sub>PL-LA</sub>:%<sub>pGA</sub> en su interior. Para una mejor manipulación del copolímero, se diseñaron discos de vidrio de 5 mm de diámetro en las que se colocó 0.01 g de cada proporción de PLLGA. Cada uno de los discos se colocó dentro de los micropozos y se esterilizó con etanol al 70 % durante dos horas. Se realizaron tres repeticiones por cada análisis (Figura 1).

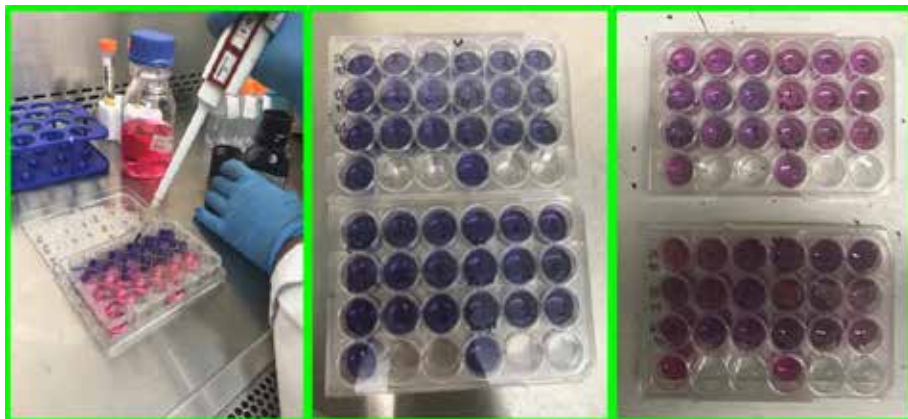


**Figura 1.** Esquema del análisis de citotoxicidad de los copolímeros 90:10%p, 80:20%p y 70:30%p L-PLGA y DL-PLGA

**Fuente.** Los autores

Posteriormente, se adicionaron en cada pozo las células endoteliales adherentes (150 000 células por pozo), dispersas en 1000  $\mu\text{L}$  de medio mínimo esencial modificado por Dulbecco (DMEM) y se incubaron durante 24 h a 37  $^{\circ}\text{C}$  y 5 % de atmósfera de  $\text{CO}_2$ . Se realizó un blanco por cada lote de copolímeros de PLLGA a analizar.

Finalizado el tiempo de incubación (24 h), se retiró el medio de cultivo y se adicionó medio fresco e indicador alamar azul (100 $\mu\text{L}$ ). Las muestras se incubaron nuevamente durante 5 h. El ensayo se basa en la capacidad de reducción que tienen las células cuando se encuentran metabólicamente activas y reducen el alamar azul. Cada uno de los ensayos se realiza por triplicado (Figura 2).



**Figura 2.** Adición de 100 $\mu\text{L}$  de alamar azul luego de transcurrir 24 h de incubación y su cambio de tonalidad al desdoblarse las enzimas presentes en el indicador

**Fuente:** Los autores

Ya que la degradación de PLLGA genera una disminución de pH en el medio de cultivo, se realizaron dos tipos de análisis: el primero consistió en cambiar el medio de cultivo cada tres horas por medio fresco para evitar un pH menor a 6.8, que es el mínimo al que las células sobreviven; el segundo consistió en que el medio de cultivo permaneciera constante durante las 24 h del ensayo para evaluar la citotoxicidad de los productos generados durante la degradación de los copolímeros de PLLGA.

## Resultados y Discusión

### Síntesis y caracterización de los copolímeros de PLGA

Los copolímeros de L-PLGA sintetizados a presión ambiente presentaron una variación en su peso molecular, temperatura de transición vítrea y cristalinidad. Este hecho pudo atribuirse al tipo de monómero inicial utilizado, proporción de monómeros iniciales y tipo de síntesis empleada.

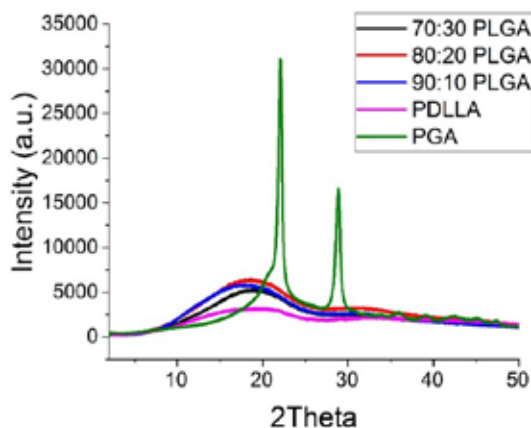
En la Tabla 1, se muestran los pesos moleculares de los polímeros sintetizados. Se pudo observar que el peso molecular fue aumentando a medida que la proporción de ácido láctico LA lo hizo. El PLA, al contener un carbono quiral, puede presentar dos enantiómeros, lo que brinda una distribución estereoquímica diferente para los copolímeros sintetizados, que repercute en las propiedades del biomaterial.

**Tabla 1.** Pesos moleculares promedio de los copolímeros sintetizados a presión ambiente de L-PLGA

Condiciones de síntesis Copolímeros	L-PLGA <sub>síntesis</sub> atmosférica
70:30%p	615.49
80:20%p	854.12
90:10%p	897.29

**Fuente.** Los autores

Los copolímeros del PLLGA sintetizados presentaron una estructura amorfa (Figura 3). Sin embargo, obtuvieron cierto porcentaje de cristalinidad que fue aumentando a medida que la proporción de ácido láctico disminuyó. Este hecho se puede atribuir a que el ácido glicólico es altamente cristalino, mientras que el poliácido L-láctico es semicristalino, con un porcentaje de cristalinidad entre 35 %.



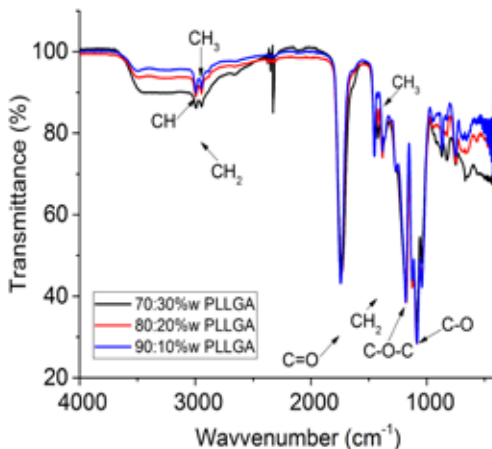
**Figura 3.** Difractograma de los copolímeros PLLGA 70:30%p, 80:20%p y 90:10%p sintetizados a presión ambiente

**Fuente:** Los autores

Para conocer si la polimerización se llevó a cabo, se utilizó espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier y se pudo observar en los copolímeros de L-PLGA sintetizados a vacío y presión ambiente (Figura 4), la formación de los enlaces  $\text{CH}_2 + \text{C-O-C}$  ( $1265\text{cm}^{-1}$ ),  $\text{CH}_3 + \text{C-O-C}$  ( $1186\text{cm}^{-1}$ ) y  $\text{C-O-C}$  ( $1080\text{cm}^{-1}$ ); estos enlaces no se

encuentran presentes en los monómeros iniciales de ácido L-láctico ( $C_3H_6O_3$ ) y ácido glicólico ( $C_2H_4O_3$ ), por lo que su formación se atribuye al proceso de polimerización.

El perfil del espectro observado para los seis copolímeros fue similar, mas la intensidad de sus bandas varió. La intensidad de la banda  $CH_3 + C-O-C$  correspondiente a la polimerización del ácido láctico fue mayor en los copolímeros con un contenido más elevado de ácido L-láctico, mientras que la banda correspondiente a la polimerización de ácido glicólico ( $CH_2 + C-O-C$ ) fue mayor en el copolímero 70:30%p. Se observó la misma intensidad en las bandas correspondientes a los enlaces  $C-O-C$  ( $1080\text{ cm}^{-1}$ ) y  $C=O$  ( $1739\text{ cm}^{-1}$ ) en todos los copolímeros que evidenció a la polimerización de las cadenas de PLLA y PGA.

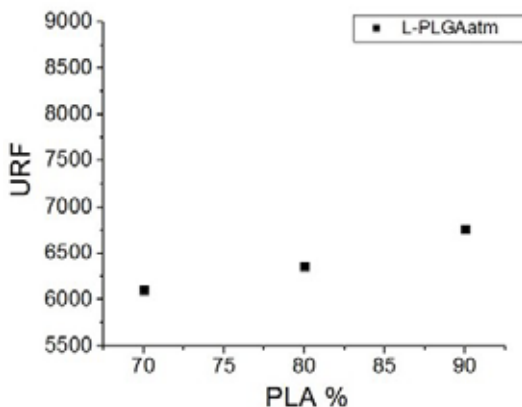


**Figura 4.** Espectro IR de los copolímeros DL-PLGA 70:30%p, 80:20%p y 90:10%p sintetizados a presión ambiente

**Fuente.** Los autores

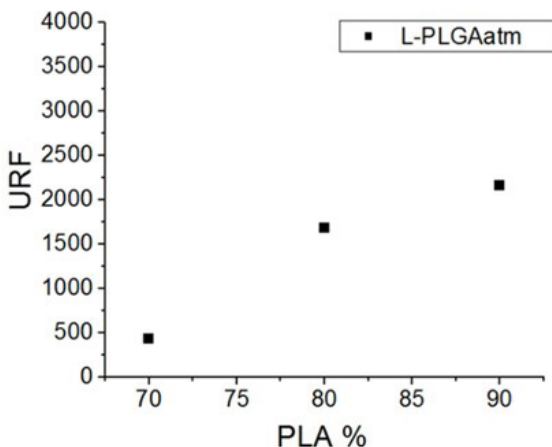
### Citotoxicidad de los copolímeros de PLLGA

Mediante los análisis de citotoxicidad de los copolímeros de PLLGA sobre el crecimiento de células endoteliales adherentes, se puso observar que el efecto citotóxico en células se presenta al disminuir la proporción de poli (ácido L-láctico) (PLLA) en los copolímeros. En las Figuras 5 y 6 se muestran las gráficas de unidades relativas de referencia (URF), en función al aumento de la concentración de ácido láctico. Se observa que el número de unidades relativas de fluorescencia fue mayor cuando el medio se cambió cada tres horas, observándose un mayor número de células endoteliales metabólicamente activas cuando los porcentajes de ácido láctico fueron mayores. Este hecho se debe a que la degradación del copolímero fue más lenta; por lo tanto, la acidificación del medio fue mucho menor.



**Figura 5.-** Unidades relativas de fluorescencia URF frente al incremento del porcentaje de ácido láctico, cuando el medio de cultivo no cambió durante 24 h

**Fuente.** Los autores



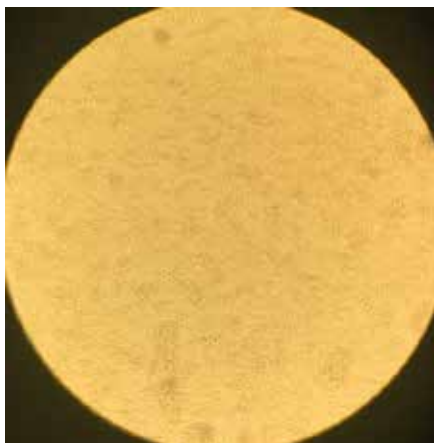
**Figura 6.** Unidades relativas de fluorescencia URF frente al incremento del porcentaje de ácido láctico de los copolímeros cuando el medio de cultivo varió cada 3 h, durante 24 h

**Fuente.** Los autores

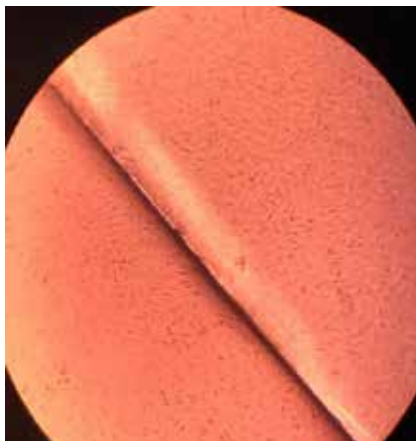
Cuando el medio de cultivo (DMEM) no se renovó durante las 24 h, el medio celular se volvió ácido, debido a la presencia de los productos de degradación de PLLGA. A pesar de esto, se observó un porcentaje de viabilidad celular superior al 50 % en los copolímeros de PLLGA 80:20 y 90:10  $\%_{\text{PL-LA}}:\%_{\text{PGA}}$ . Por su parte, el copolímero 70:30  $\%_{\text{PL-LA}}:\%_{\text{PGA}}$  obtuvo un porcentaje de supervivencia celular inferior al 50 % bajo las mismas condiciones, presentando un efecto citotóxico en las células endoteliales adherentes. Esto podría deberse a que el copolímero 70:30  $\%_{\text{PL-LA}}:\%_{\text{PGA}}$  presentó una velocidad de degradación más rápida y, por lo tanto, una disminución mayor de pH en el medio de cultivo durante las primeras 10 h de degradación.



Por lo tanto, se puede observar que la acidificación del medio afecta la viabilidad de las células endoteliales. Pero debe mencionarse que en un sistema *in vivo*, la circulación sanguínea evitaría este efecto. Este hecho se verificó con los resultados obtenidos en la segunda prueba, donde el medio de cultivo se renovó cada tres horas. El porcentaje de supervivencia promedio en función de la proporción de L-ácido láctico se muestra en la Figuras 7 y 8.



**Figura 7.** Micrografía 50x, del copolímero 90:10 %<sub>pL-LA</sub>, %<sub>pGA</sub>, cuando el medio de cultivo no cambió durante 24 h  
**Fuente:** Los autores



**Figura 8.** Micrografía 50x del copolímero 90:10 %<sub>pL-LA</sub>, %<sub>pGA</sub>, cuando el medio de cultivo cambió durante 24 h  
**Fuente:** Los autores

## Conclusiones

Se pudo concluir que la acidificación del medio generada por la degradación de los copolímeros de PLLGA depende de la proporción de poli (ácido láctico) PLA y poli (ácido glicólico) PGA, al observar que los copolímeros con procesos de degradación más lenta (80:20 y 90:10 %<sub>pL-LA</sub>, %<sub>pGA</sub>) presentaron un mayor porcentaje de viabilidad

celular con relación al copolímero 70:30 %<sub>PLLA</sub>:%<sub>PLGA</sub>, que presentó un proceso de degradación acelerado y porcentajes de viabilidad celular menor. Esto puede atribuirse a que los copolímeros de PLLGA con un mayor porcentaje de ácido glicólico son más susceptibles al hidrofílico de sus cadenas lábiles; por lo tanto, el medio se acidifica más rápidamente.

Mediante los análisis de citotoxicidad se pudo constatar que los copolímeros de PLLGA no resultan tóxicos para el crecimiento de células endoteliales. A través de los ensayos realizados se observa que el número de unidades relativas de fluorescencia fue mayor con respecto al blanco cuando el medio se cambió cada tres horas, observándose un mayor número de células cuando los porcentajes de ácido láctico fueron mayores. Este hecho se debe a que la degradación del copolímero fue más lenta; por lo tanto, la acidificación del medio fue mucho menor.

Cuando el medio permaneció constante durante las 24 h de estudio, el crecimiento celular fue menor debido a la acidificación del medio. Se pudo observar un número mayor de unidades relativas de fluorescencia respecto al blanco y solo en el caso de los copolímeros 70:30%p sintetizados a presión ambiente se observó una diferencia negativa con respecto al blanco. La diferencia en las unidades relativas de fluorescencia se debe a una degradación más rápida del material; por lo tanto, el medio se acidifica.

## Referencias

- Aguilar, Z. P. (2013). *Targeted Drug Delivery*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-385089-8.00005-4>
- Avgoustakis, K. (2005b) Polylactic-Co-Glycolic Acid (PLGA). *Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering* DOI: 10.1081/e-ebbe-120013950
- Avgoustakis, K.; Nixon, J.R. (1991a). *Biodegradable controlled release tablets 1: preparative variables affecting the properties of poly (lactide-coglycolide) copolymers as matrix forming material*. *Int. J. Pharm.* 70. 77–85.
- Busatto, C.; Pessoa, J.; Helbling, I.; Luna, J.; Estenoz, D. (2018). Effect of particle size, polydispersity and polymer degradation on progesterone release from PLGA microparticles: Experimental and mathematical modeling. *Int. J. Pharm.* 536 (1), 360–369. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2017.12.006>.
- Doppalapudi, S.; Jain, A.; Khan, W.; Domb, A. J. (2014) *Biodegradable polymers-an overview*. *Polym. Adv. Technol.* 2014, 25 (5), 427–435. <https://doi.org/10.1002/pat.3305>
- Hines, D.J.; Kaplan, D.L. (2013). *Poly(lactic-co-glycolic) acid-controlled-release systems: Experimental and modeling insights*. *Crit. Rev. Ther. Drug Carrier Syst*, 30 (3), 257–276. <https://doi.org/10.1615/CritRevTherDrugCarrierSyst.2013006475>

- Hirenkumar K. Makadia and Steven J. Singel. (2011) *Poly lactic-co-glycolic acid (PLGA) as biodegradable controlled drug delivery carrier*. *Polymers*. 3. 1377-1397.
- Hurrell, S. y Cameron, R. E (2002) *The effect of initial polymer morphology on the degradation and drug release from polyglycolide*. *Biomaterials*. 23. 2401-2409.
- Hyon, S.H.; Jamshidi, K.; Ikada, Y. (1997) *Synthesis of polylactides with different molecular weights*. *Biomaterials*. 18 (22). 1503–1508.
- Jain, R.A. (2000). *The manufacturing techniques of various drug loaded biodegradable poly (lactide-co-glycolide) (PLGA) devices*. *Biomaterials*. 21. 2475-2490
- Jerôme C., y Lecomte P. (2008). *Recent advances in the synthesis of aliphatic polyesters by ring-opening polymerization*. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 60.1056-1076.
- Kowalski, A.; Duda, A.; Penczek, S. (2000). *Kinetics and mechanism of cyclic esters polymerization initiated with tin (II) octoate*. 3. *Polymerization of L,L-dilactide*. *Macromolecules*. 33. 7359–7370.
- Kricheldorf, H.R.; Kreiser-Saunders, I. (2000) *Stricker; Polylactones 48. SnOct2-initiated polymerizations of lactide*. *Macromolecules*. 33. 702–709.
- Liu, R.; Wang, Y.; Ma, Y.; Wu, Y.; Guo, Y.; Xu, L. (2016). *Effects of the molecular weight of PLGA on degradation and drug release in vitro from an PEG-PLGA nanocarrier*. *Chem. Res. Chinese Univ*, 32 (5), 848–853. <https://doi.org/10.1007/s40242-016-6155>
- Murthy, N.; Wilson, S.; Sy, J. C. (2015) *Biodegradation of Polymers*. *Polym. Sci. A Compr. Ref. 10 Vol. Set 2012*, 9 547–560. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53349-4.00240-5>
- Park, T. G. controlled release (1994). *Degradation of poly (D,L-lactic acid) microspheres: effect of molecular weight*. *J. Control. Release*. 30, 161–173.
- Sevim, K.; Pan, J. (2018) *A model for hydrolytic degradation and erosion of biodegradable polymers*. *Acta Biomater*. 66, 192–199. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2017.11.023>
- Xu, Y.; Kim, C. S.; Saylor, D. M.; Koo, D. (2017). *Polymer degradation and drug delivery in PLGA-based drug–polymer applications: A review of experiments and theories*. *J. Biomed. Mater. Res. - Part B Appl. Biomater*; 105 (6), 1692–1716. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.33648>.
- Zhu, X.; Braatz, R. D. (2014) *Modeling and Analysis of Drug-Eluting Stents With Biodegradable PLGA Coating: Consequences on Intravascular Drug Delivery*. *J. Biomech. Eng*, 136 (11), 111004. <https://doi.org/10.1115/1.4028135>

# **Aislamiento de Consorcio Bacteriano de la Fuente Termal de Pucará, Perteneciente al Cantón Urcuquí-Imbabura para la Recuperación de Cobre**

César Arturo Arcos Ortiz



Arcos Ortiz, César Arturo  
Escuela Politécnica Nacional

Autor para correspondencia: cesar.arcos@epn.edu.ec

## **Resumen**

La actividad minera en el Ecuador es una de las actividades con más repercusiones negativas en el ambiente, a pesar de generar grandes ingresos para el país, por lo que la investigación tuvo como objetivo aislar una cepa nativa de las aguas termales del Pucará, en Urcuquí, Imbabura, capaz de lixiviar el cobre sin la necesidad de utilizar métodos convencionales. Se establecieron tres puntos de muestreo en las fuentes de agua termal, P1, P2 y P3, de las cuales se caracterizó pH, temperatura y concentración de cobre, con el fin de replicar las condiciones en el laboratorio; se obtuvo como resultado un pH de 5.9, una temperatura de 40 °C y una concentración de cobre de 3.2 ppm. Se aislaron los consorcios bacterianos en laboratorio utilizando cajas Petri con agar LB Merck, replicando las condiciones del medio, para caracterizar las cepas existentes por su tamaño, forma y color. Se encontraron 36 cepas diferentes, las cuales se pasaron a tubos de ensayo con caldo LB Invitrogen bajo condiciones extremas de 100 ppm de cobre, un pH de 3.3 y la misma temperatura; únicamente se encontraron 7 cepas resistentes. Para establecer estas condiciones se tomó en cuenta el límite máximo permisible establecido en el Acuerdo Ministerial 028, que es de 91 ppm de cobre en el sector industrial. Se realizaron mediciones de cantidad de cobre a las 24, 48 y 72 horas mediante la digestión ácida de aguas para el total de metales recuperables o disueltos, para su análisis mediante espectroscopía, siendo el tiempo de retención óptimo 48 horas, en el que dos cepas lixiviaron un máximo de 81 % y 78 %.

**Palabras clave:** agua, termal, minería, bacterias, cobre

## **Introducción**

Actualmente, la minería en el Ecuador es el foco principal de problemas sociales, legales, económicos y, sobre todo, ambientales, debido a la mala práctica artesanal o ilegal de la misma. Por otra parte, la minería legalizada es una gran fuente de empleo y dinero para el país, ya que se tiene estimado que proyectos como Mirador (Zamora), Cascabel (Imbabura), Llurimagua (Imbabura), Loma Larga y Río Blanco (Azuay), entre

otros, habrían aportado al Ecuador 10 000 millones de dólares hasta el 2021, lo que se estima en un 4 % del PIB ecuatoriano (Illesca, 2017). No obstante, la extracción minera con la aplicación de métodos tradicionales tiene una eficiencia que varía entre el 75 % y el 85 % (Algucil, 1998) y el remanente minero o relave tiene concentraciones significativas de metales pesados, lo que puede ocasionar problemas ambientales, como el deterioro de la biodiversidad del suelo, del agua y de los ecosistemas completos.

Los problemas de impacto ambiental y los costos que implica la operatividad de una mina pueden ser reducidos, a la par, mediante la aplicación de tecnologías limpias como la biolixiviación, la cual es una alternativa eficaz para el tratamiento y recuperación de minerales sulfurados, principalmente el cobre (Gonzaga, 2011). La creciente demanda mundial de metales como el cobre exige a la industria optimizar procesos o bien extraer cobre de los relaves mediante biolixiviación para tener una mejor productividad, perdiendo lo mínimo posible y contribuyendo a que no se dañen los ecosistemas.

La biolixiviación como tal es aplicada a gran escala en países como China, Perú y Chile, mediante el uso de las bacterias *Acidithiobacillus ferroxidans* y *Acidithiobacillus thiooxidans*, bacterias extremófilas que resisten ambientes extremos de temperatura y acidez, así como niveles altos de cobre (Huarachi et al., 2017). Por tal motivo, esta investigación tiene como objetivo aislar un consorcio bacteriano de aguas termales, debido a las condiciones que el medio presenta para poder evaluar la capacidad de lixiviar cobre en un medio líquido.

Utilizar consorcios bacterianos geotermales puede ser muy importante, ya que el agua proveniente de estas vertientes está en constante contacto con rocas que poseen altas concentraciones de hierro, cobre y azufre, principalmente. Debido a esto, encontrar microorganismos termófilos y acidófilos es muy factible, así como su utilización en procesos de remediación, recuperación y lixiviación de minerales.

## Revisión teórica

### Biolixiviación

La lixiviación bacteriana es un fenómeno conocido desde hace algún tiempo; sin embargo, es aplicada como una tecnología nueva o práctica minera limpia. Esta consiste básicamente en extraer metales que están inmersos en diferentes tipos de minerales, gracias a la acción de microorganismos específicos. La biolixiviación es un proceso que puede ser tomado como una opción alterna a los procesos químicos habituales, ya sea en procesos netamente extractivos o en procesos de remediación ambiental, aplicándolo en desechos provenientes de la actividad minera con un alto contenido de metales o minerales de baja ley, como el cobre (Rohwerder et al., 2003). El proceso de disolución puede verse acelerado por acción de microorganismos capaces de oxidar el metal, al igual que un catalizador químico.

El principal microorganismo estudiado es *Thiobacillus ferroxidans*, que puede catalizar la oxidación de sulfuros inorgánicos que son difíciles de disolver a sulfatos inorgánicos solubles, de la misma manera que otros compuestos reducidos del azufre y hierro, respectivamente. La energía que necesita la bacteria para poder satisfacer sus necesidades metabólicas la obtiene de las reacciones de oxidación de los compuestos

existentes en el relave minero (Porro et al., 1988).

La mayoría de los microorganismos que están implicados en el proceso de biolixiviación se diferencian por desarrollarse quimiolitotróficamente en ambientes que presentan un pH menor a 3, por tener la capacidad de utilizar los compuestos reducidos del ion ferroso o azufre como fuente principal de energía y, sobre todo, por tener una alta concentración de iones metálicos (Rawlings, 1998; Watling, 2006).

## Proyectos Mineros en el Ecuador

En Ecuador continúa el desarrollo del sector minero; según el Ministerio de Minería (2018), se registraron al menos 17 proyectos mineros en el país, de los cuales ocho poseen una reserva de cobre. Sin embargo, se encuentran suficientemente avanzados para merecer el estatus de proyecto estratégico solamente a dos: el primero es Mirador y el segundo San Carlos Panantza. Los demás se encuentran más retrasados en los estudios, como es el caso de Cascabel, Warintza, Ruta del Cobre, Río Zarza, Cangrejos y La Bonita. En el Catálogo Minero del año 2018, los proyectos estratégicos desarrollados en el país guardan una reserva aproximada de 10 millones de toneladas de cobre.

## Caracterización Biológica de Fuentes Geotermales

Existen trabajos de investigación que determinaron y compararon los microorganismos autóctonos y alóctonos de las aguas termales de Guapante, cantón Píllaro, provincia de Tungurahua, mediante el análisis microbiológico. Se procedió a recolectar muestras de agua de la fuente termal en envases estériles, su cultivo se hizo mediante la técnica de Petrifilm, realizando diluciones de concentración de cepas para tener cepas específicas; este método se denomina de agotamiento debido a que, al diluir la muestra, se obtiene una cepa pura que posteriormente se estudia. Bajo un proceso de recuento, se obtuvo una cantidad superior a 365 unidades formadoras de colonias por mililitro; sin embargo, luego de la dilución, las muestras llegaron a tener un promedio de 4.5 unidades formadoras de colonias por mililitro, lo que facilitó realizar el análisis microbiológico.

Entre los microorganismos identificados se tuvo:

- *Bacillus subtili*
- *Enterobacter cloacae*
- *Citrobacter amalonaticus*
- *Alcaligenes faecalis* y otros.

Estos son considerados de origen autóctono, debido a que su existencia en un medio libre no se puede dar. Por otra parte, también se encontraron bacterias de origen alóctono, entre las cuales se puede mencionar:

- *Escherichia coli*
- *Leminorella grimont*
- *Afipia clevelandensi*
- *Rahnella aquatilis*
- *Staphylococcus aureus*

Estas bacterias, con alta tasa de patogenicidad, pueden llegar a afectar la salud de las personas que visitan los balnearios de la zona, pues, a pesar de existir una alta temperatura, estas bacterias lograron adaptarse con facilidad. La investigación desarrollada concluye que los balnearios de aguas termales en Guapante contienen cepas bacterianas patógenas, pero en muy bajas concentraciones, lo cual incentiva a implementar una planta de tratamiento para un adecuado uso de estos balnearios y para el cuidado de la integridad de los turistas (Cruz, 2015).

## **Aplicación de Bacterias Termofílicas**

En el Instituto Tecnológico de Veracruz se aislaron 15 cepas bacterianas de las aguas termales de El Carrizal. Sus características termofílicas ayudaron a identificar bacilos Gram negativos, cuyo medio de reproducción corresponde entre los 45 °C y 75 °C y tienen un óptimo crecimiento sobre los 55 °C, creciendo a un pH que oscila entre 7 y 8, pues El Carrizal es una fuente mesotérmica.

Teniendo en cuenta que ciertas cepas presentan plásmidos con más de 200 000 pares de bases, se pueden establecer conversiones genéticas y tratar ciertos contaminantes en fuentes hídricas y edáficas. Por ende, el agua de El Carrizal es considerada una fuente fiable de microorganismos termófilos, pues las propiedades fisicoquímicas de esta fuente y las características de las cepas que fueron aisladas presentan una buena opción como candidatas hacia bioprospección sobre problemas ambientales. En esta investigación se toma en cuenta la utilización de los microorganismos termófilos como una alternativa de solución ante los derrames de petróleo y su recuperación mejorada, debido a que es una opción de remediación más económica, específica, segura y efectiva que otros procesos fisicoquímicos que usualmente se emplean. Se puede decir que, en base a esta investigación, los microorganismos más eficaces en procesos de remediación o exposición a agentes contaminantes son aquellos que se desarrollan en ecosistemas extremos. En este caso, el objetivo general de esta investigación fue aislar bacterias termófilas de la región de Veracruz y estudiar su posible aplicación en procesos de recuperación mejorada del petróleo (Rodríguez et al., 1999).

Así mismo, se han desarrollado varios ensayos por parte de investigadores brasileños en los que se puede mejorar el uso de consorcios bacterianos tanto mesofílicos como 16 termofílicos, los cuales se desarrollan en ambientes moderados y extremos; esto es de vital importancia para la utilización de los mismos en procesos de lixiviación de un concentrado específico de sulfuro de cobre, contenido en un 30 % aproximadamente en bornita ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ) y con una concentración de 70 % de calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ), para la obtención de cobre.

Se tenía como objetivo principal evaluar la efectividad de los microorganismos para poder descomponer los materiales sulfurados y lixiviar el mineral de interés, teniendo en cuenta la variación específica de ciertos parámetros, como la naturaleza de la solución lixiviante, la presencia de alimento para las bacterias en estudio —como componentes sulfurados (sulfato ferroso)— y la inoculación de las cepas. Es importante conocer que, para poder garantizar las mejores condiciones para la activación y actuación de los microorganismos sobre compuestos mineros sulfurados, se deben controlar los valores de pH, velocidad de agitación de la muestra y temperatura adecuada para la proliferación tanto de bacterias mesófilas como termófilas.

En esta investigación se obtuvo como resultado que, mediante la acción microbiana y el uso de fertilizantes de uso agrícola con altos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio como medio nutritivo, la extracción de cobre alcanzó un porcentaje superior al 85 % de la extracción por medios convencionales (De Barros et al., 2012).

El proceso de biolixiviación, como vienen recalcando autores anteriores, funciona sobre componentes sulfurados, de los cuales se puede obtener algún mineral de interés, como el oro, cobre o uranio. Este proceso representa un rédito alto para las concesiones mineras que lo aplican en su proceso metalúrgico; permite lograr una alta eficiencia y, sobre todo, sin generar impactos sobre el ambiente, si se lo comparara con otros métodos convencionales. Para este proceso de lixiviación biológica, el microorganismo más estudiado es *Acidithiobacillus ferrooxidans*, el cual ha alcanzado una gran adaptabilidad a temperaturas y acidez extremas para lixiviar el metal de interés. Si bien es cierto que existen muy pocos estudios sobre explotación de minerales de bajo valor, especialmente aquellos que no son sulfurados, sino con alto contenido de arsénico, como la arsenopirita (FeAsS), la eliminación de arsénico en los procesos de lixiviación permitiría dar una pureza mayor al cobre, oro o uranio que se extraiga de las minas, las cuales, al no trabajar adecuadamente, son subexplotadas (Makita, 2004).

Esta investigación se divide en dos etapas, que están dirigidas a analizar la reducción de la cantidad de arsénico en concentrados complejos tanto de galena como de calcopirita, así como a generar información preliminar que permita estudios futuros sobre los procesos de biolixiviación de estos minerales.

En la primera etapa, dirigida a determinar cómo influyen ciertos factores que son importantes durante el proceso de la biolixiviación del arsénico a partir de concentrados de plomo y cobre, los factores más influyentes fueron: el área superficial sobre la que se trabaja, la densidad de la pulpa, el burbujeo continuo de dióxido de carbono y aire por separado, adición de medio de cultivo 9K —el cual contiene 3.0 g de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 0.5 g de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0.1 g de KCl, 0.5 g de  $\text{K}_2\text{PO}_4$  y 0.01 g de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  por litro de agua destilada—, aumento de FeCl<sub>3</sub> y dos diferentes concentraciones de la cepa 18 *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

La segunda etapa se basó en los datos de la primera con el fin de diseñar un flujo continuo de biolixiviación, donde se incentivan los procesos de fermentación incrementando la productividad y disminuyendo aún más los costos de operación; se usó el mismo equipo para biolixiviar arsénico a partir de compuestos minerales complejos de plomo y cobre, de manera continua y no hasta que la cepa se termine el medio nutritivo, sino más bien haciendo una recirculación sobre los nuevos concentrados minerales extraídos (Makita, 2004).

Existen investigaciones de este proceso llevadas a cabo en Chile por Huarachi et al. (2017), con el propósito de recuperar cobre a partir de mineral cuarzo-pirita por biolixiviación y lixiviación química usando reactores de columna por gravedad. Para ello, cultivaron cepas de *Acidithiobacillus ferrooxidans* reduciendo las concentraciones de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  del 100 %, 75 %, 50 %, 25 % y 12.5 % al 0 % para la biolixiviación. Realizaron mediciones de pH, potencial redox, crecimiento de *A. ferrooxidans*, concentración de Cu y Fe total. Al finalizar la biolixiviación se recuperó el 86 % del cobre en 24 días, frente a una recuperación del 54 % de cobre en la lixiviación química. Los investigadores consideran que este procedimiento da mejores resultados cuando el tamaño de grano del mineral es menor.



## Métodos

Para el aislamiento del consorcio bacteriano, se identificaron tres puntos significativos en las vertientes de aguas termales en las piscinas comunitarias de Timbuyacu, en el sector Pucará, cantón Urcuquí. Estos puntos fueron analizados con ayuda de potenciómetros y termómetros eléctricos, a fin de replicar las condiciones de campo en el laboratorio y poder aislar las bacterias de interés. En dichos puntos, se midió la temperatura, pH y conductividad, respectivamente.

En el laboratorio, se analizaron por medio de espectrofotometría y colorimetría los niveles de hierro, sulfatos y cobre, para conocer si las muestras contenían los componentes principales de un relave minero.

El aislamiento de bacterias se realizó en tubos con caldo LB (Luria Bertani), el cual es utilizado para el desarrollo de organismos auxotróficos (Novachem Ecuador, 2018). Primeramente, se colocó 1 ml de agua termal en 9 ml caldo LB, libre de cobre, a una temperatura de 40 °C por 24 horas. Posteriormente, se tomó una muestra de cada tubo, aislando en cajas Petri con agar LB enriquecido con 25 mg.l<sup>-1</sup> de cobre y un pH de 5.2, incubándolo a 40 °C por 24 horas, donde se llevó a cabo una identificación visual, por tamaño, forma y color. Al finalizar la identificación, se aislaron nuevamente las cepas resistentes en tubos de ensayo con agar LB enriquecidos con 100 mg.l<sup>-1</sup> de cobre, un pH de 3.3 y una temperatura de 40 °C durante 72 horas, con agitación constante de 30 r.p.m.; esto se realizó de acuerdo con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 028 del año 2015, en el que se considera 91 mg.l<sup>-1</sup> de cobre en el suelo para el sector industrial.

Para la caracterización biológica, se realizó la preparación del consorcio obtenido, así como el lavado y la elución de ADN para poder amplificar del gen ADNr 16s mediante una reacción en cadena de polimerasa (PCR) (Pedrosa, 1999). Se realizó una desnaturalización inicial a 94 °C por 5 minutos; luego, 35 ciclos de desnaturalización a 94 °C durante 30 segundos y, posteriormente, un alineamiento a 55.6 °C por 45 segundos y una elongación a 72 °C por 90 segundos. Después, se realizó otro proceso de desnaturalización a 94 °C durante 30 segundos, seguido de un alineamiento a 55.6 °C por 45 segundos. Como último paso, se realizó una extensión final a 72 °C por 90 segundos, para finalmente ser separadas por electroforesis en gel de agarosa al 2 %.

El proceso de lixiviación de cobre fue monitoreado mediante la utilización del método de digestión ácida de las aguas para el total de metales recuperables o disueltos para su análisis por espectroscopía (APHA, 1992), y el crecimiento bacteriano por espectrofotometría de microplacas (BioTek® Instruments, Inc., 2012), ambos procesos en periodos de 12, 24, 48 y 72 horas, registrando la adaptabilidad de estos al medio.

## Resultados y Discusión

Al finalizar los respectivos análisis se obtuvieron los siguientes resultados.

### Resultados fisicoquímicos de las muestras

**Tabla 1.** Resultados de los análisis fisicoquímicos de las muestras

Parámetro	Método	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Temperatura	CP-PEETM005	°C	41.4	33.4	38.9
pH	CP-PEE-A042	pH	5.90	6.32	6.24
Conductividad Eléctrica	CP-PEE-A033	mS.cm <sup>-1</sup>	5.90	5.06	5.33
Sulfatos (SO4)	CP-PEE-A035	mg.l <sup>-1</sup>	210	120	122
Hierro	CP-PEE-A010	mg.l <sup>-1</sup>	3.79	3.68	1.165
Cobre	CP-PEE-A010	mg.l <sup>-1</sup>	0.91	5.23	2.78

Fuente. El autor

En estudios realizados en Chachimbiro, Imbabura, se muestra que las aguas termales provenientes del sector contienen concentraciones menores a 0.05 mg.l<sup>-1</sup> de cobre, 1.6 mg.l<sup>-1</sup> de hierro y 44.2 mg.l<sup>-1</sup> de sulfatos, a temperaturas que rodean los 58 °C y con pH de 7.5 en promedio (Maposita, F., 2017). Otros estudios en Aguas Hediondas, Carchi, igualmente muestran concentraciones menores a 0.05 mg.l<sup>-1</sup> de cobre, 0.53 mg.l<sup>-1</sup> de hierro y 744.8 mg.l<sup>-1</sup> de sulfatos, a temperaturas que rodean los 53 °C y con un pH de 5.6 en promedio (Rivas, 2017).

Al comparar el presente estudio con los dos ya nombrados, se tiene en cuenta que, dentro del sector de Pucará, existen concentraciones superiores de cobre disueltas en las aguas termales, teniendo como mínimo 0.91 mg.l<sup>-1</sup> y un máximo de 5.23 mg.l<sup>-1</sup>; así mismo, en concentraciones de hierro, se tiene registro de concentraciones superiores, desde 1.16 mg.l<sup>-1</sup> hasta 3.79 y, finalmente, una concentración de sulfatos mayor que Chachimbiro pero menor que Aguas Hediondas, con una media de 150.6 mg.l<sup>-1</sup>. Estos resultados indican que el medio contiene microorganismos que resisten la presencia de metales pesados en altas concentraciones; como también mencionan Huarachi et al. (2017), la presencia de hierro y cobre dentro de un mismo sistema facilita la lixiviación biológica, al oxidarse el hierro presente en el medio para liberar cobre; por ende, las concentraciones altas de hierro son adecuadas para que las bacterias autóctonas de aguas termales funcionen como lixivadoras de cobre.

A partir de los tres puntos de muestreo de aguas termales, se lograron aislar e identificar siete cepas bacterianas resistentes a cobre —superior a 2 mg.l<sup>-1</sup>, límite bactericida según

la OMS (2006)—, las cuales fueron sometidas a pruebas de tolerancia de 100 ppm de cobre, excediendo por 9 mg.l<sup>-1</sup> el límite máximo permisible de cobre en zonas industriales (Acuerdo Ministerial 028). Se aislaron las cepas resistentes en caldo LB en una solución de cobre de 100 mg.l<sup>-1</sup> de concentración y una temperatura constante de 40 °C, como fuentes de energía y a la vez limitantes de crecimiento para cepas ordinarias. En este periodo se identificaron 36 cepas diferentes de manera visual, mediante características de tamaño, forma y color, tal como se muestra en la Figura 1, de las cuales únicamente 7 cepas lograron resistir las concentraciones establecidas. Este proceso se llevó a cabo con la finalidad de conocer los efectos que puede tener el cobre sobre el crecimiento bacteriano y el potencial de recuperación de cobre que poseen las cepas bacterianas a escala laboratorio.



**Figura 1.** Clasificación de cepas por forma, tamaño y color  
**Fuente.** Autor

De las siete cepas resistentes a la concentración de cobre, pH y temperatura, se seleccionó el rendimiento de recuperación de cobre, así como su crecimiento; únicamente tres mostraron una recuperación significativa después de un periodo de incubación de 48 horas.

### **Resultados experimentales con bacterias**

A continuación, en la Figura 2, se muestran los resultados de crecimiento celular correspondientes a las tres mejores cepas, con respecto al rendimiento lixivante de cobre. Debido a la carga bacteriana y formación de consorcios bacterianos al recuperar el cobre, se decidió estudiar el crecimiento por absorbancia espectrofotométrica para los tiempos de 0, 12, 24, 48 y 72 horas, respectivamente.



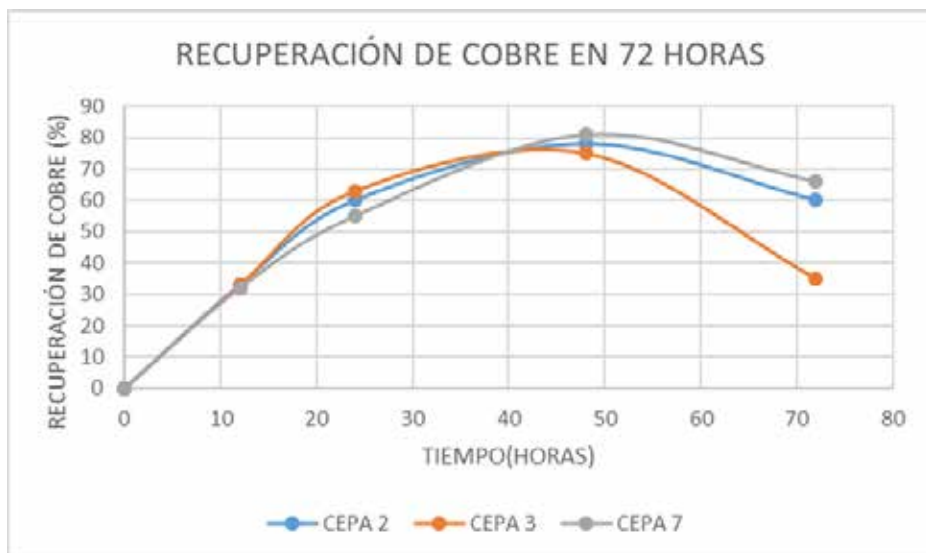
**Figura 2.** Curva de crecimiento de las bacterias en 72 horas de incubación  
**Fuente.** Autor

El crecimiento bacteriano depende de diversos factores, entre ellos, la concentración de los compuestos en el medio, los elementos adicionales o, inclusive, si el medio se presenta de manera sólida o líquida. En la presente investigación, se muestra claramente que en un periodo de 48 horas de incubación, se llega a un máximo crecimiento celular; en las tres cepas estudiadas, pasado este tiempo, empieza a decrecer, debido a la saturación del metal pesado en el interior de las células y a la falta de nutrientes. En lo que respecta a las cepas 2 y 3 (Figura 2), luego de llegar al máximo número de células en el medio, empiezan a disminuir rápidamente. Por otra parte, la cepa 7 tiene un crecimiento lento y no numeroso; sin embargo, es más resistente ante la presencia de cobre y no se ve afectado en la disminución celular. Se debe tener en cuenta que en esta investigación se trabaja en un medio totalmente líquido, con una concentración igual de cobre para las tres cepas de  $100 \text{ mg.l}^{-1}$ , un pH de 3.3 y una temperatura constante de  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , a diferencia del estudio realizado por Huarachi et al. (2017). En esa investigación, se estudia el crecimiento celular en un medio sólido, analizando el crecimiento acorde con el tamaño de partícula, en un medio más ácido aún de 2.3 o menor, compuestos de hierro y sulfuros y concentraciones desde  $0 \text{ mg.l}^{-1}$  hasta  $100\,000 \text{ mg.l}^{-1}$ ; se utilizan bacterias autóctonas de relaves mineros como *Acidithiobacillus ferroxidans* y *Acidithiobacillus thiooxidans*, las cuales tienen un crecimiento continuo en medios con partículas de 9.5 mm y 19.05 mm —el óptimo es el de 9.5 mm—, pero el de 12.5 mm llega a su máximo crecimiento celular a los 12 días y después de ese momento empieza a decrecer.

Se deben tener en cuenta varios factores que influyen en el crecimiento celular y en la recuperación de cobre, como el pH, que, para tener una óptima biolixiviación, según Misari (2016), debe estar entre 2.3 y 2.5 para extraer cobre de calcopirita, covelita, sulfuro de zinc y hierro II. Así mismo, respecto al manejo de temperatura, se tiene

una extracción óptima de cobre a una temperatura de 35 °C. También se debe tener en cuenta que la interacción con hierro y azufre es muy importante, según Fowler y Crundell (1998). Para tener una lixiviación exitosa de minerales sulfurados, el hierro juega un papel muy importante en la biolixiviación, ya que este, en su estado de oxidación III, genera cobre y hierro II, lo cual incrementa la productividad en extracción de cobre. Es importante tener en cuenta que la presencia de hierro II como fuente de energía para los microorganismos se oxida, generando hierro III. En la etapa final de la lixiviación biológica, la disolución de los minerales se puede inhibir por el aumento de concentración de hierro III, formado por la continua oxidación de los microorganismos (Zhou et al., 2009).

De las tres cepas estudiadas, se evaluó el rendimiento en cuanto a recuperación de cobre. Se obtuvieron los siguientes resultados, ilustrados en la Figura 3.



**Figura 3.** Curva de porcentaje de recuperación de cobre en un periodo de 72 horas  
**Fuente.** Autor.

En la presente investigación, el crecimiento bacteriano no necesariamente es directamente proporcional a la recuperación de cobre: las cepas 2 y 3 no recuperaron el cobre suficiente en el periodo de 48 horas, el cual coincide con la tasa de mayor crecimiento, mientras que la cepa 7, a pesar de tener menor cantidad de bacterias por mililitro de caldo de cultivo, pudo recuperar un máximo de 81 % de cobre, a diferencia de las otras cepas, que recuperaron 78 % y 75 %, respectivamente. Todo ello teniendo en cuenta que el medio se mantuvo a una temperatura constante de 40 °C a 30 r.p.m., un pH de 3.3, constante y únicamente enriquecido con cobre.

En el caso de Misari (2016), se tiene una recuperación de hasta un 86.7 % con la ayuda de *Thiobacillus ferrooxidans*, cultivadas en medio de cultivo 9K enriquecido con hierro

II, un pH de 2 a una temperatura constante de 35 °C y con agitación constante para que el medio pueda oxigenarse, teniendo en cuenta que se trabaja en periodos de 365 días. Así mismo, Castro (2016), mediante la utilización de *A. copahuensis*, pudo recuperar hasta un 84.4 %, 83.7 %, y 70.6 % en los cultivos suplementados con tetratiónato de potasio, con tetratiónato de potasio- hierro (II) y con hierro (II), respectivamente, con un pH de 2.5 y 1.5 a una temperatura de 65 °C con agitación constante de 150 r.p.m., en un periodo de 120 días.

## Reflexión de hallazgos

Los resultados de la presente investigación incentivan a buscar alternativas en procesos extractivos u optimizar el proceso de extracción de minerales como el cobre, usando recursos biológicos y minimizando la generación de desechos peligrosos que pueden alterar el equilibrio ambiental.

Estos hallazgos pueden aplicarse en actividades industriales, extractivistas y otras que pierdan materia prima en los residuos, para recuperarlos y minimizar el impacto ambiental que estos puedan generar.

## Conclusiones

Se logró aislar un consorcio bacteriano de las aguas termales provenientes de Pucará, cantón Urcuquí, provincia de Imbabura, para la lixiviación de cobre; se encontraron 7 cepas lixiviantes y, de ellas, tres con un rendimiento óptimo de hasta un 81 % (cepa 7), 78 % (cepa 2) y 75 % (cepa 3), aislados en un medio líquido con caldo LB enriquecido con 100 mg.l<sup>-1</sup> de cobre, un pH de 3.3 y una temperatura constante de 40 °C.

Se puede tener un mejor rendimiento de las bacterias si el caldo es enriquecido con hierro II y sulfatos, debido a que estas actúan sobre el metabolismo de las bacterias, haciendo que aumente la facilidad de captar el cobre.

La agitación es un factor muy importante en procesos de lixiviación *ex situ*, debido a que se oxigena el medio y evita que se formen biofilms, actuando directamente sobre el crecimiento y recuperación del mineral de interés.

La aplicación en un medio líquido o con partícula de suelo muy fina puede generar buenos resultados en el menor tiempo posible; si bien es cierto que se puede superar la recuperación de cobre a más de 86 % con bacterias autóctonas de relaves mineros, una bacteria alóctona pudo adaptarse en un medio con 20, 50 y hasta 100 veces más su concentración inicial de cobre y proceder a recuperarlo.

Se pueden realizar trabajos de biolixiviación en el Ecuador, con menor inversión y mejores resultados, sin dañar al ambiente con los residuos tóxicos que deja la minería actualmente en el país.

## Referencias

- Acuerdo Ministerial 028. (2015). *Sustitución del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155123.pdf>
- Alguacil, F. J. (1998). *La recuperación de cobre mediante lixiviación-extracción con disolventes- electrólisis: hacia el siglo XXI*. *Revista de Metalurgia*. 32 (6), 400 – 407. doi: 10.3989/revmetalm.1996.v32.i6.888
- APHA, (1992). *Método 305, Digestión ácida de las aguas para el total de metales recuperables o disueltos para su análisis por flaa o icp espectroscopía*. Estados Unidos.
- Castro C. (2016). *Interacción de una arquea termófila con la superficie mineral y su influencia en la biolixiviación de minerales*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de la Plata. Argentina
- Cruz Calero, V. M. (2015). Estudio microbiológico de las aguas termales de Guapante ubicado en la parroquia de San Andrés perteneciente al cantón Santiago de Pillaro Tungurahua. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.
- De Barros, R., Ferreira, S., Silva, G., Cesario, I. y Gonzaga, L. (2012). Bio-Lixiviación De Concentrado De Flotación De Sulfuros De Cobre En Sistema De Reacción En Barcada Utilizando Microorganismos Mesófilos y Termófilos. *DYNA*, 79 (172), 1-9.
- Fowler, T.A, Crundwell, F.K. (1998). *Lixiviación de sulfuro de zinc por Thiobacillus ferrooxidans. Los experimentos con un potencial redox controlado no indican un mecanismo bacteriano directo*. *Appl. Environ. Microbiol.* 64 (10), 3570-3575.
- Gonzaga L. et al. (2011). *Procesos biohidrometalúrgicos: un enfoque práctico*. Centro de tecnología mineral - CETEM, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. – MCTI. Rio de Janeiro, Brasil.
- Huarachi, R., Dueñas, A., Yapo, U., Manuel, D., Lazarte, A., Mogrovejo, G., Taco, H., Esparza, M. (2017). *Biolixiviación de mineral cuarzo por Acidithiobacillus ferrooxidans en reactor de columna por gravedad*. *Revista de Metalurgia*. 53(2): e096. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/revmetalm.096>
- Illesca, R. (2017). *Perspectivas del sector minero del Ecuador*. Ministerio de Minería del Ecuador.

- Makita Aguilar, M. A. (2004). Biolixiviación de Metales en Minerales con Arsenopirita Mediante Cepas de *Acidithiobacillus ferrooxidans* en Cultivo Continuo. (Tesis doctoral). Centro de Investigación en Materiales Avanzados. Chiguagua, México. Recuperado de: [https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/58/1/Tesis Mario Antonio Makita Aguilar .pdf](https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/58/1/Tesis%20Mario%20Antonio%20Makita%20Aguilar.pdf)
- Ministerio de Minería. (2018). Ecuador Catálogo Minero. República del Ecuador. Quito.
- Misari, F., (2016). *BIOLIXIVIACIÓN*, Tecnología de la Lixiviación Bacteriana de Minerales. IAKOB Comunicadores y Editores S.A.C. Lima. Perú. 89-101
- Novachem Ecuador. (2018). *Agar Luria Bertani Miller*. Novachem del Ecuador. Recuperado de: <http://www.novachem.com.ec/producto/agar-luria-bertani-miller/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). *Guía de Calidad del Agua Potable*. Recuperado de: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf)
- Pedrosa, A., (1999). *Reacción en cadena de Polimerasa*. Revista Scielo. 3(2). Versión Online ISSN 1025-0255. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02551999000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02551999000200011)
- Porro, S., Boiardi, J., y Tedesco, P. (1988). Biolixiviación de minerales argentinos de cobre. *Revista de Metalurgia (Madrid)*, 24.
- Rawlings, D. E. (1998). Industrial practice and the biology of leaching of metals from ores The 1997 Pan Labs Lecture. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 20(5), 268- 274. doi:10.1038/sj.jim.2900522
- Rodríguez, C., Alfaro, G. y Oliart, R. (1999). Aislamiento y caracterización parcial de microorganismos de aguas termales del Carrizal y su aplicación potencial en la recuperación mejorada del petróleo.
- Rohwerder, T., Gehrke, T., Kinzler, K. y Sand, W. (2003). Bioleaching review Part A: Progress in bioleaching: fundamentals and mechanisms of bacterial metal sulfide oxidation. *Microbiología Aplicada y Ambiental*. 63 (3), 239–248.
- Watling, H. (2006). The bioleaching of sulphide minerals with emphasis on copper sulphides — A review. *Hydrometallurgy*, 84(1), 81-108. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2006.05.001>
- Zhou, H.B., Zeng, W.M., Yang, Z.F., Xie, Y.J., Qiu, G.Z. (2009). *Biolixiviación de concentrado de calcopirita mediante un cultivo moderadamente termofílico en un reactor de tanque agitado*. *Bioresour. Tech.* 100 (2), 515–520. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.06.033>



# Codigestión del Estiércol de Ganado Vacuno con Residuos de Paja de Trigo para la Producción de Metano

Orlando Meneses Quelal , Norka Vidaurre Alanes

Meneses Quelal, Orlando  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador  
Autor para correspondencia: orlando.meneses@upec.edu.ec

Vidaurre Alanes, Norka  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador  
norka-luzv@hotmail.com

## Resumen

La gestión inadecuada de residuos de la agricultura y la ganadería se han convertido en un problema desafiante, ya que la producción de estos residuos ha aumentado rápidamente en todo el mundo, generando problemas ambientales. Por otro lado, estos residuos están infravalorados y no están siendo aprovechados, pues su uso podría generar la producción de bioenergía limpia y renovable. Este estudio investigó la viabilidad de la codigestión anaeróbica de estiércol de ganado vacuno con paja de trigo, empleando lodo de aguas residuales como inóculo para arrancar la biometanización. En un primer momento, se evaluó la influencia del inóculo, para lo cual se diseñaron tres ensayos en los que se emplearon tres relaciones inóculo sustrato (1:1, 1:2 y 2:1). En un segundo momento, se evaluó la codigestión mediante tres mezclas entre el sustrato y el cosustrato (25:50, 50:50 y 75:25), en las que se determinaron las mejoras y las pérdidas de metano respecto a la monodigestión de estiércol de ganado vacuno. Se demostró que el aumento de inóculo en la relación 2:1 tiene una influencia positiva en el proceso anaerobio, ya que aumentó hasta un 25 % la producción de metano. De igual manera, se demostró que la codigestión produce efectos sinérgicos, mejorando la producción de metano hasta un 20 % en comparación con la monodigestión del estiércol de ganado vacuno. La mayor cantidad de metano se obtuvo para la mezcla de CM:SW(50:50) con 331.74 mlCH<sub>4</sub>/gVS. Los resultados obtenidos de la codigestión fueron muy similares a los registrados en la literatura. Finalmente, los resultados obtenidos en este estudio se pueden clasificar como rangos bajos y medios, ya que oscilaron entre 150 y 450 mlCH<sub>4</sub>/gVS.

**Palabras clave:** codigestión, estiércol, biogás, metano, digestión anaerobia

## Introducción

El agotamiento de los combustibles fósiles y las nuevas exigencias de cumplimiento ambiental en cuanto a la reducción de los gases de efecto invernadero son un imperativo moral para desarrollar alternativas energéticas más amigables con el ambiente (Rashidi et al., 2022; Mullo et al., 2018). Además, el incremento excesivo en la acumulación

de desechos orgánicos agrícolas, especialmente el estiércol de ganado vacuno, se ha convertido en una fuente de contaminación perjudicial para el ambiente (Meneses et al., 2021). En este contexto, hay mucho interés en buscar alternativas para reducir la generación de residuos y, sobre todo, en buscar alternativas que aprovechen el potencial energético de los residuos generados en la agricultura. Una propuesta bioenergética no convencional para reducir la contaminación ambiental es la producción de biogás por digestión anaeróbica (AD) a partir de residuos orgánicos (Song y Zhang, 2015).

El estiércol de ganado vacuno (CM) tiene un potencial energético desconocido, lo que ha hecho que este residuo sean un recurso infravalorado (Mullo et al., 2018). Pese a los esfuerzos realizados en los últimos años para optimizar la producción de biogás a partir de residuos de ganado vacuno, aún sigue siendo tema de investigación, debido al elevado número de publicaciones científicas en esta temática (Chowdhury et al., 2020). Sin embargo, estos estudios se han centrado principalmente en la tecnología, en temas como los efectos de los parámetros operativos en el rendimiento del biogás y la optimización de las proporciones del sustrato para aumentar la eficiencia de la digestión. Se dispone de poca información sobre el desempeño de la digestión entre dos o más sustratos; especialmente, sobre la relación entre el sustrato y el cosustrato, así como la relación entre el sustrato y el inóculo (Cho et al., 2013). De esta manera, la codigestión de CM con un residuo agrícola, como los cereales, potenciaría el incremento de la producción de biogás (Teghammar et al., 2013). Uno de los residuos más abundantes, generado en el cultivo de los cereales, es la paja de trigo (WS); esta es rica en polisacáridos biodegradables de celulosa (aprox. 35 %) y hemicelulosa (aprox. 25 %), características fundamentales para incrementar la producción de biogás (Victorin et al., 2020).

Determinar la proporción óptima de estiércol de CM en los biodigestores no es fácil, ya que la materia prima varía su composición de sólidos volátiles en función de la dieta del ganado (Parralejo et al., 2019). De manera similar, en la relación inóculo/sustrato (I/S) también resulta difícil determinar su relación adecuada, pues existen diferentes tipos de inóculos cuyas caracterizaciones suelen tener una composición específica de sólidos volátiles, celulosa y hemicelulosa. De esta forma, estandarizar una relación sustrato/cosustrato (S/coS), al igual que una relación I/S, resulta complejo, ya que su estandarización dependerá del lugar donde se realice la investigación. Por otro lado, la influencia del inóculo en el rendimiento del biogás depende de la naturaleza de la biomasa y de la relación I/S, entre otros factores (Owamah et al., 2021). En este sentido, la relación I/S se considera un parámetro muy importante en la codigestión anaeróbica, especialmente en biodigestores batch (Li et al., 2018). Una adecuada relación inóculo/sustrato permite regular la cantidad de ácidos grasos volátiles (AGV), impidiendo incrementar la toxicidad en el proceso de digestión (Lavagnolo et al., 2018).

Los objetivos de este estudio se basan en lo siguiente: por un lado, se pretende evaluar el efecto de los lodos de aguas residuales empleados como inóculo en la producción de metano en biodigestores batch; por otro lado, se pretende evaluar la codigestión de residuos de estiércol de ganado vacuno con paja de trigo para determinar los efectos sinérgicos y antagonísticos de las mezclas entre el sustrato y cosustrato.

## Revisión teórica

La digestión anaeróbica se basa en una serie de reacciones bioquímicas sucesivas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, realizadas en condiciones anaeróbicas estrictas (Atelge et al., 2021). Estas reacciones constituyen un proceso para la producción de una mezcla de gases conocida como gas de digestión o biogás. Tiene muchos componentes, aunque el principal es el metano, independientemente de los sustratos y sustratos empleados. Por esta razón, el término “biogás” es un término inexacto e impreciso, porque el gas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) producido por la descomposición aeróbica también es “biogás” en cierto sentido; al igual que otros componentes del biogás, es el resultado de la biodegradación (Atelge et al., 2020). Sin embargo, el término “biogás” se usa específicamente para referirse a la mezcla de combustible producida por la descomposición anaeróbica de materia orgánica (Deublein y Steinhauser, 2011). Este biogás se compone de un 45 a 75 % de metano ( $\text{CH}_4$ ), siendo el resto principalmente  $\text{CO}_2$ , entre 20 y 55 %, con trazas de otros compuestos gaseosos (impurezas) como sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y otros (Demirbas et al., 2016).

Hasta la actualidad se han realizado muchísimos estudios sobre biogás. Sin embargo, la diversidad de materias primas, condiciones ambientales y parámetros operacionales ha hecho que siga siendo tema de interés e investigación. La evidencia histórica sobre el empleo del biogás se remonta a la época del siglo X a.C. Los asirios y persas empleaban el biogás para calentar el agua con la que se bañaban (Lusk, 1998). En la Edad Media, Jean Baptiste van Helmont observó la producción de gas combustible a partir de la descomposición de la materia orgánica en los lagos (Lyu et al., 2018). Posteriormente, Alessandro Volta realizó una serie de experimentos con gas combustible que se recolectaba de los sedimentos de los pantanos, observando una correlación directa entre la materia orgánica degradada y la producción de gas (Ferry, 2012). En 1808, Humphry Davy descubrió que el estiércol de ganado digerido anaeróbicamente producía metano, lo que despertó la posibilidad de producir gas combustible a partir del estiércol (Meegoda et al., 2018).

En el proceso histórico de la producción de biogás se ha ido mejorando su optimización mediante la incorporación de nuevas tecnologías y pretratamientos de las materias primas. Sin embargo, la aparición de nuevas materias primas (residuos orgánicos) implica una caracterización física y química de las mismas para determinar su potencial energético (Oviedo-Salazar et al., 2015), caracterización en la cual se determina su porcentaje de sólidos volátiles, sólidos totales, pH, composición elemental (N, C, S, O, P, H), lignina, celulosa y hemicelulosa. Por otro lado, la generación de residuos orgánicos en los últimos años se ha incrementado exponencialmente respecto al siglo pasado (Silva y Correa, 2009), incrementos muy relacionados con la ganadería y la agricultura. Muchas prácticas agrícolas hacen que estos residuos no sean gestionados adecuadamente, ya que muchas veces son vertidos a ríos o son quemados, lo cual lleva consigo contaminación ambiental, pérdida de la productividad agrícola y degradación de los suelos (van Beek et al., 2010). En este contexto, hay muchos esfuerzos para subsanar estos problemas mediante diversas tecnologías de aprovechamiento energético de residuos. Una de las tecnologías más empleadas es la digestión anaerobia porque a través de ella se puede producir biogás, que contribuye a eliminar la pobreza energética (Gallardo et al., 2019).

Entre los residuos ganaderos más abundantes está la generación de residuos de estiércol de ganado vacuno, debido al incremento del consumo de carne (Güngör y Demirer, 2004). El estiércol del ganado causa la mayoría de los problemas ambientales: gases de efecto invernadero, problemas de olores, amoníaco en el aire, altos recuentos de bacterias coliformes fecales y patógenos, roedores, insectos, moscas y otras plagas, liberación de patógenos animales, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, deterioro de la estructura biológica de la tierra y derrames catastróficos (Neves et al., 2009). De manera similar, los residuos de la agricultura también son causantes de contaminación ambiental. No obstante, muchos residuos agrícolas pueden contarse potencialmente como recursos beneficiosos si se gestionan de forma sostenible. La base de la materia prima es diversa, ya que los tallos, la paja, las hojas, las raíces, las cáscaras y las cáscaras de semillas son aprovechables. Las propiedades de estas fuentes de biomasa varían dentro de un amplio rango. La diferencia más significativa se da entre aquellos residuos que son predominantemente secos (como la paja) y más adecuados para rutas de conversión termoquímica (por ejemplo, combustión, gasificación, pirólisis) (Heiermann y Plochl, 2006).

Por otro lado, para conseguir mejores resultados en la producción de biogás a partir de residuos orgánicos, la codigestión anaerobia es una alternativa importante en el sector agroalimentario, ya que representa una tecnología atractiva en el marco de la economía circular. Es una tecnología de bajo costo y bien establecida para el tratamiento de residuos orgánicos. La codigestión anaeróbica es una técnica prometedora para producir biocombustibles debido a la obtención de biogás como energía limpia y lodos de depuradora estabilizados. Con el biogás se puede obtener energía eléctrica o térmica que puede ser aprovechada en la propia industria agroalimentaria y con la aplicación de biosólidos al suelo se consigue la recuperación de componentes minerales y orgánicos; así, se pueden mejorar los cultivos agrícolas y reducir, o incluso sustituir, el uso de fertilizantes químicos. Este círculo energético se adapta al concepto de economía circular, cerrando así el ciclo entre el consumo de energía, la producción de alimentos y la posterior eliminación de residuos (Salazar, 2013).

## **Métodos**

### **Sustrato e Inóculo**

Las muestras de paja de trigo (SW) y el estiércol de ganado vacuno (CM) se recolectaron de las granjas de la Universidad Estatal de Bolívar (Guaranda, Ecuador). Se clasificaron y almacenaron correctamente antes de su uso (Alibardi y Cossu, 2015). Posteriormente, las muestras se trituraron con un molinillo de alimentos en tamaños homogéneos de 3 mm antes de usarlas como sustrato para pruebas a escala de laboratorio. Como inóculo se empleó lodo granular del digestor anaerobio de una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la ciudad de Ibarra. De acuerdo con Holliger et al. (2016), el inóculo se aclimató y se mantuvo a unos 25 °C durante 3 días, antes de la digestión, para reducir la producción de biogás endógeno.

Las muestras de SW, CM y lodo se caracterizaron según los siguientes parámetros: sólidos totales (TS), sólidos volátiles (VS), humedad y relación C/N (Tabla 1).

**Tabla 1.** Caracterización de los sustratos e inóculo

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>CM</b>	<b>SW</b>	<b>I</b>
TS	(%)	15.10	88.20	3.90
VS	(%, TS)	80.20	75.50	58.50
C/N	-	20.60	13.30	7.40

Nota: SW (paja de trigo), CM (estiércol de ganado vacuno), I (inóculo)

Los sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV) de CM, SW, se determinaron de acuerdo con las normas estándar UNE-EN 14774-2 y UNE-EN 15148, respectivamente. La composición elemental de carbono y nitrógeno se determinó de acuerdo con la norma estándar UNE-EN 15104.

## Pruebas por Lotes de Digestión Anaerobia

Los digestores empleados en la digestión anaerobia tuvieron un volumen total de 311 mL. Sin embargo, el volumen útil (volumen de trabajo) ocupado por el sustrato e inóculo fue del 60 % del volumen total. El proceso de fermentación se realizó en condiciones mesofílicas, es decir, a una temperatura de 38 °C. Todos los ensayos se realizaron por triplicado. En la Tabla 2 se muestran los tres tipos de relaciones I:S empleadas; además, se muestran las cinco relaciones empleadas entre S y coS. Las relaciones I:S y S:coS se determinaron en función de los VS determinados previamente; en este sentido, cada uno de los digestores se diseñó con una carga inicial de 18g-SV/L. También se usaron tres biodigestores (blancos) cargados únicamente con inóculo y agua destilada para validar la generación de biogás y metano producidos en la codigestión del S y coS. Finalmente, todos los digestores se agitaron a 150 r.p.m. por 1 minuto antes de ser incubados en una incubadora.

**Tabla 2.** Diseño experimental de lo biodigestores batch empleados en la digestión anaerobia

<b>Relación I:S</b>	<b>Relación S:coS</b>
2:1	CM: SW (0:100)
	CM: SW (25:75)
	CM: SW (50:50)
	CM: SW (75:25)
	CM: SW (100:0)
1:1	CM: SW (0:100)
	CM: SW (25:75)
	CM: SW (50:50)
	CM: SW (75:25)

	CM: SW (100:0)
	CM: SW (0:100)
	CM: SW (25:75)
1:2	CM: SW (50:50)
	CM: SW (75:25)
	CM: SW (100:0)

La producción diaria de biogás fue calculada por la diferencia de presión entre el digester y la presión atmosférica usando un manómetro-termómetro HD2124.2 y una sonda de 1 bar antes de liberar el biogás en el reactor. Para determinar el volumen de biogás diario se empleó la ecuación (1) (Meneses et al, 2021). La finalización del experimento se dio en el día n (n= día en el que la generación de biogás fue inferior al 3 % de la generación acumuladas hasta el día n-1). La composición del biogás (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S y O) fue medida diariamente usando el equipo Biogás 5000 Gas Analyser; la muestra fue inyectada en el analizador usando una jeringa graduada de 300 mL.

$$V_{\text{BIOGÁS}}(\text{STP}) = \frac{\Delta P V_G T_{\text{STP}}}{P_{\text{STP}} T_1} \quad (1)$$

Donde:

$V_{\text{BIOGÁS}}(\text{STP})$ : Biogás calculado a P=1 atm y T=25 °C.

$\Delta P$ : Representa la diferencia entre la presión diaria que ejerce el biogás en el biodigestor y la presión posterior a la liberación del gas el día anterior (atm).

$V_G$ : Volumen molar de un gas a presión y temperatura estándar (22,41 L/mol).

$P_{\text{STP}}$ : Presión en condiciones estándar (1 atm).

$T_1$ : Temperatura de trabajo (condiciones mesofilicas de 38 °C).

## Resultados y Discusión

### Influencia del inóculo en la producción de metano

Los resultados del rendimiento acumulado de metano en las diferentes relaciones I:S revelan que la adición de una dosis adecuada de inóculo ayuda a activar las actividades microbianas en la fase de latencia en los biodigestores. En los ensayos realizados se experimentaron tres relaciones I:S (1:1, 1:2 y 2:1). Los resultados evidenciaron que una relación I:S 1:1 produce cantidades de metano entre 244 y 281 mLCH<sub>4</sub>/gVS, resultados que se consideran de rendimiento bajo de acuerdo con la clasificación realizada por Velázquez et al. (2018). Sin embargo, los resultados demostraron que, a medida que disminuye la cantidad de inóculo en los biodigestores, la producción de metano también disminuye. Así, para una relación I:S de 1:2 la monodigestión de la paja de trigo y estiércol de ganado vacuno disminuyeron en 38 % y 5 % respectivamente, respecto a

la relación I:S 1:1. Además, se demostró que los ensayos con compuestos con el 25 % de estiércol de ganado vacuno y 75 % de paja de trigo disminuyeron 10 % respecto a la relación I:S 1:1.

**Tabla 3.** Producción de metano

I:S	S:coS					Lodo
	R 0:100	R 25:75	R 50:50	R 75:25	R 100:0	
1:1	272.77	253.81	244.38	281.01	247.42	8.18
1:2	169.07	229.74	257.28	291.08	234.25	2.00
2:1	300.46	313.91	331.74	302.73	276.37	25.54

Por otro lado, el incremento de inóculo de una relación I:S 1:1 a una relación I:S 1:2 aumentó considerablemente la producción de metano acumulado en los biodigestores. Así, la monodigestión de la paja de trigo y de estiércol de ganado vacuno aumentaron un 10 % y 12 %, respectivamente. Sin embargo, el aumento más notorio se produjo en la codigestión de 50:50 y 25:75, ya que en estos casos se tuvo aumentos del 36 % y 24 %.

El hecho de que en las relaciones I:S más bajas la producción de metano disminuyera puede atribuirse al consiguiente aumento de la población de metanógeno activo ocasionado por el aumento de la carga orgánica (Owamah et al., 2021). En este sentido, el aumento de la carga orgánica del sustrato y cosustrato podría haber reducido la duración de la multiplicación de los metanógenos a la población requerida para la producción de metano (Li et al., 2014). Según Raposo et al. (2009), la adición de inóculo al sustrato mejora la producción de biogás. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la mejora y la optimización en la producción de metano también están influenciadas por el tipo de sustratos y cosustratos empleados y el tipo de inóculo utilizado. En la producción de metano, determinar la proporción óptima de inóculo a sustrato para las operaciones de digestión anaeróbica, es un imperativo, especialmente en los sistemas batch y los sistemas a gran escala.

Los resultados obtenidos en este artículo son coherentes con otros resultados de la literatura, en los que se manifiesta que el aumento de inóculo mejora la producción de metano de algunos sustratos. Así, Xu y Li (2012) informaron, a través de una investigación sobre la influencia de la relación I:S en el contenido de metano del biogás producido a partir de la codigestión anaeróbica de alimento para perros caducado y paja de maíz, que existía una relación positiva entre las relaciones I:S y la máxima producción de biogás y porcentaje de metano. Del mismo modo, Raposo et al. (2009) mostraron un resultado positivo sobre la influencia de la relación I:S en el rendimiento de metano a partir de residuos sólidos municipales. En la misma línea, la codigestión de heno con residuos de procesamiento de soja arrojó una relación positiva, con un aumento en la relación I:S (Zhu et al., 2014).

### **Codigestión en la producción de metano**

Este estudio examinó la viabilidad de la codigestión anaeróbica de estiércol de ganado vacuno (CM) con paja de trigo (SW) en tres proporciones CM:SW (25:75), CM:SW (50:50) y M:SW (75:25). Además, se realizó por separado la monodigestión de CM y

SW para determinar los efectos sinérgicos que puedan producirse en la influencia de la codigestión. El enfoque principal fue evaluar el efecto de las diferentes composiciones y características del sustrato y cosustrato en el rendimiento de la codigestión y la viabilidad de las materias primas.

De acuerdo con la Figura 1, se observa que la monodigestión de paja de trigo produce más cantidad de metano, 272.77 mlCH<sub>4</sub>/gVS, en comparación con la monodigestión de estiércol de ganado vacuno, 247.42 mlCH<sub>4</sub>/gVS. En la literatura, el valor promedio de la producción de metano del estiércol de ganado vacuno es de 238 mlCH<sub>4</sub>/gVS (Meneses y Velázquez, 2020a). De manera similar, el valor obtenido de metano de la paja trigo en este estudio fue muy parecido a los hallazgos obtenidos por Mancini et al. (2018), quienes obtuvieron valores de 274 mlCH<sub>4</sub>/gVS. Respecto a la codigestión, se pudo comprobar que en la relación I:S 1:1 la relación óptima entre el sustrato y el cosustrato es la CM:SW (75:25), pues en este caso se obtuvieron incrementos de metano del 14 % respecto a la monodigestión de CM. Sin embargo, en las relaciones CM:SW (50:50) y CM:SW (25:75) no hubo grandes cambios, ya que la producción de metano varió entre -2 % y 2 %.

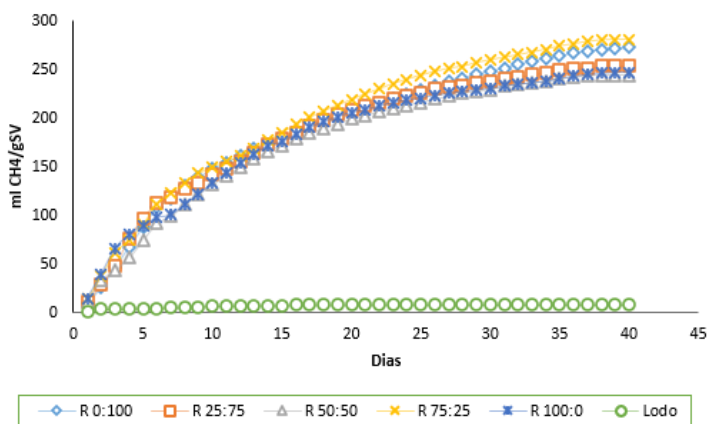
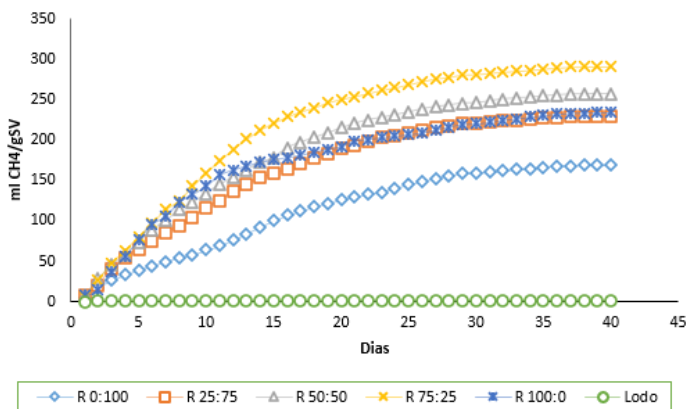


Figura 5. Generación de metano para la relación I:S (1:1)

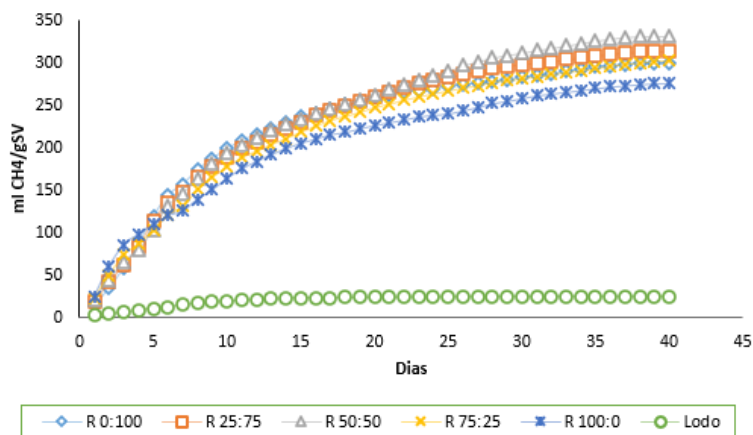
En la Figura 2 se presentan los datos de la monodigestión y codigestión de CM y SW para una relación I:S 1:2. En este caso, como ya se dijo en la anterior sección, todos los resultados disminuyeron la producción de metano debido a la poca cantidad de inóculo en los biodigestores. No obstante, el comportamiento en la codigestión fue similar a los datos obtenidos en la relación 1:1. Así, para los ensayos de CM:SW (75:25), la producción de metano se incrementó un 25 % respecto a la monodigestión de CM. Por otro lado, los biodigestores compuestos por CM:SW (50:50) aumentaron un 10 % la producción, mientras que los biodigestores alimentados por CM:SW (25:75) disminuyeron un 2 % la producción respecto a los biodigestores de CM.





**Figura 6.** Generación de metano para la relación I:S (1:2)

En la Figura 3 se muestra la producción de metano para la monodigestión y codigestión de CM y SW para una relación I:S 2:1. En este ensayo se obtuvieron los mejores resultados, que oscilaron entre 276 y 232 mlCH<sub>4</sub>/gVS. De acuerdo con Velázquez-Martí et al. (2018), estos valores corresponden a una producción media de metano, ya que son valores que están comprendidos entre 300 y 450 mlCH<sub>4</sub>/gVS. Para los biodigestores alimentados con CM:SW (50:50), se obtuvo un incremento del 20 % en la producción respecto a la monodigestión de CM. Igualmente, para los biodigestores de CM:SW (25:75), los incrementos fueron del 14 %. Finalmente, en los biodigestores de CM:SW (75:25), las mejoras en la producción de metano fueron del 10 %. En este ensayo, el comportamiento en la producción de metano debido a la influencia de la codigestión rompe el paradigma de los dos casos anteriores (relación I:S 1:1 y 1:2), ya que el aumento de SW en 50 % y 75 % en la composición de los biodigestores mejora la actividad microbiana en la generación de metano. En los dos casos anteriores se comprobó que el incremento excesivo de SW en los biodigestores inhibe el proceso de metanización, haciendo que disminuya la producción de metano.



**Figura 7.** Generación de metano para la relación I:S (2:1)

En todos los ensayos el tiempo de digestión se estimó en 40 días, ya que fue el tiempo en el que la producción metano del último día fue inferior al 3 % de la generación acumulada. Según Mao et al. (2015), el tiempo de digestión se podría considerar de 30 días, aproximadamente. Los tiempos más cortos permiten una mayor eficiencia del proceso y una disminución de los costos de capital, aunque los tiempos de digestión más largos son necesarios para la digestión de los desechos lignocelulósicos. En este caso se empleó paja de trigo, que tiene un alto componente lignocelulósico, lo que hizo que el tiempo de digestión fuese más largo. Esto hace que muchas veces, después de los análisis de costo-beneficio, el mayor beneficio se encuentre en los digestores que operan con una tasa de carga baja y unos tiempos de digestión altos (Meegoda et al., 2018).

Ma allá del tiempo empleado en la digestión anaerobia, es necesario considerar que la codigestión es ventajosa sobre la monodigestión para un rendimiento eficiente y estable. En este estudio se demostró que una proporción adecuada entre sustrato y cosustrato mejora la producción de metano. Sin embargo, la biodegradabilidad de la SW se incrementa cuando se aumenta la cantidad de inóculo y la cantidad de CM, todo ello sin exceder la cantidad de estiércol, ya que a un 75 % de CM el proceso comienza a inhibirse. En este sentido, es claro que la codigestión puede ser beneficiosa para mejorar la viabilidad del proceso y estabilidad, al equilibrar la relación C/N de la materia prima, remediando la deficiencia de elementos traza, mejorando la capacidad de amortiguación y diluyendo los compuestos inhibidores (Khalid et al., 2011). Además, ese estudio evidenció que la codigestión de CM y SW puede alcanzar mejoras de hasta el 25 %. El hecho de que las mejoras no hayan sido mucho mayores es debido a que el CM, en general, se biodegrada más lentamente que otros desechos orgánicos a causa de los materiales de heno (Budiyo et al., 2010).

Una manera de mejorar la codigestión en los procesos de fermentación anaerobia es la adición de materias primas que puedan mejorar la biodegradabilidad y el incremento de VS en los biodigestores anaerobios. En ese caso, se considera que la adición de desechos de alimentos, desechos de frutas o vegetales, desechos orgánicos industriales o lodos

de depuradora, mejoraría aún más la producción de metano, ya que estos residuos son mucho más biodegradables, haciendo que se generen efectos sinérgicos en la actividad microbiana al momento de entrar en contacto con residuos de cereales, como SW (Zhu et al., 2014).

En este estudio se evidenció que el CM tiene mucha cantidad de N, lo que hace que, en general, su relación C/N sea baja (20.60). Una cantidad elevada de N produce toxicidad del amoníaco, haciendo que se ralentice el proceso de fermentación (Gelegenis et al., 2007). La relación C/N adecuada para la digestión anaeróbica está entre 20 y 35 (Abbasi et al., 2011). En este caso, la relación C/N estuvo en los valores mínimos, lo que hizo que no se disponga de los nutrientes óptimos para la proliferación de las bacterias metanogénicas. Por otro lado, el cosustrato empleado también tuvo una baja relación C/N (13.30). La relación C/N es un factor relevante en la producción de metano. Sin embargo, otros autores han reportado valores diferentes para la relación C/N, dependiendo del sustrato. Así, por ejemplo, para la codigestión de jugo de cebolla y lodos de aguas residuales, se ha sugerido que la relación C/N sea 15 (Romano y Zhang, 2008). En este contexto, los valores obtenidos de la codigestión de CM y SW fueron muy similares a los reportados en la literatura, ya que influyen muchos factores y depende del tipo de sustrato empleado y de las condiciones ambientales.

En una revisión realizada por González y Jurado (2017), se comprueba que la codigestión de más de dos cosustratos beneficiaría el proceso de digestión anaerobia. Según Sillero et al. (2022), el empleo de más de dos cosustratos puede obtener muchas ventajas sobre la monodigestión anaeróbica. Algunas de estas ventajas serían: mejor rendimiento y producción de biogás, mayor reducción de sólidos volátiles, mayor biodegradabilidad de la materia orgánica, mejor dilución y estabilización de metales pesados y otras toxinas, equilibrio de nutrientes y, por tanto, una adecuada relación C/N. En este contexto, para mejorar la producción de metano, sería recomendable buscar muchos cosustratos, pues a través de ellos se podría equilibrar la relación C/N y además incrementar la actividad microbiana mediante la incorporación de nuevos nutrientes, debido a la variabilidad de la materia prima. Por otro lado, en este estudio no se realizó ningún pretratamiento para adecuar los sustratos y cosustratos al proceso de digestión anaerobia. Al inicio de la digestión, en la fase de hidrólisis, las materias primas tienen una ralentización en la degradación de la materia lignocelulósica, por lo que es necesario realizar un pretratamiento, ya sea físico, químico, biológico o combinado, para vencer este cuello de botella en el arranque del proceso (Orlando y Borja, 2020). En este sentido, para obtener un mayor incremento en la producción de metano, sería recomendable abordar algún pretratamiento previo antes iniciar la puesta en marcha de la fermentación, sobre todo en aquellas materias primas que contienen mayor cantidad de lignina.

## Conclusiones

En esta investigación se estudió la viabilidad de la codigestión anaeróbica de CM con SW; se examinó en diferentes proporciones de mezcla de sustrato, cosustrato e inóculo en pruebas de potencial bioquímico de metano por lotes. Se demostró claramente

que las características y composiciones de la mezcla de sustrato tenían una influencia significativa en el rendimiento de la biometanización. El incremento de lodo de aguas residuales, empleado como inóculo, mejoró positivamente tanto el rendimiento como la tasa de producción de metano, mientras que las mezclas de codigestión entre el CM y SW mostraron una producción de metano comparable o superior a la monodigestión de CM. Aunque no se observó un aumento sinérgico en el rendimiento de metano con porcentajes de 75 % de SW en las mezclas, la codigestión mejoró significativamente la velocidad de reacción sin pérdida sustancial de potencial bioquímico de metano. Entre las mezclas de codigestión, la relación CM:SW (50:50) mostró la mayor cantidad de metano en términos de 331.74 mlCH<sub>4</sub>/gVS para una relación entre inóculo y sustrato de 2:1. Se demostró que la relación I:S1:2 mejora la producción de metano entre un 7 y un 35 % la relación I:S1:1. Mientras que en la relación I:S1:2 se produjo una interacción antagónica, haciendo que disminuya la producción de metano debido a la disminución de inóculo. Finalmente, si se desea mejorar la producción de metano en procesos de codigestión anaerobia es necesario incrementar más de un cosustrato y, a la vez, realizar pretratamientos en las materias primas con el fin de acelerar el proceso de biodegradación del material recalcitrante y lignocelulósico.

## Referencias

- Abbasi, T., Tauseef, S. M. y Abbasi, S. A. (2011). *Biogas Energy (SpringerBriefs in Environmental Science)*. <http://www.springer.com/series/8868>
- Alibardi, L. y Cossu, R. (2015). Composition variability of the organic fraction of municipal solid waste and effects on hydrogen and methane production potentials. *Waste Management*, 36, 147–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.11.019>
- Atelge, M. R., Krisa, D., Gopalakrishnan Kumar, ·, Cigdem Eskicioglu, ·, Dinh, ·, Nguyen, D., Soon, ·, Chang, W., Atabani, · A E, Al-Muhtaseb, A. H. y Unalan, · S. (2020). *Biogas Production from Organic Waste: Recent Progress and Perspectives. 11*, 1019–1040. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-00546-0>
- Atelge, M. R., Senol, H., Djaafri, M., Hansu, T. A., Krisa, D., Atabani, A., Eskicioglu, C., Muratçobano, H., Glu, ·, Unalan, S., Kalloum, S., Azbar, N., Kivrak, H. D. y Tr, A. A. (2021). *sustainability A Critical Overview of the State-of-the-Art Methods for Biogas Purification and Utilization Processes*. <https://doi.org/10.3390/su132011515>
- Budiyono, Widiasa, I. N., Johari, S. y Sunarso. (2010). *The Kinetic of Biogas Production Rate from Cattle Manure in Batch Mode*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1074968>
- Cho, S.-K., Im, W.-T., Kim, D.-H., Kim, M.-H., Shin, H.-S. y Oh, S.-E. (2013). Dry anaerobic digestion of food waste under mesophilic conditions: Performance and methanogenic community analysis. *Bioresource Technology*, 131, 210–217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.12.100>

- Chowdhury, T., Chowdhury, H., Hossain, N., Ahmed, A., Hossen, M. S., Chowdhury, P., Thirugnanasambandam, M. y Saidur, R. (2020). Latest advancements on livestock waste management and biogas production: Bangladesh's perspective. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122818. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122818>
- Demirbas, A., Taylan, O. y Kaya, D. (2016). Biogas production from municipal sewage sludge (MSS). *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 38(20), 3027–3033. <https://doi.org/10.1080/15567036.2015.1124944>
- Deublein, D. y Steinhauser, A. (2011). *Biogas from waste and renewable resources: an introduction*. John Wiley & Sons.
- Ferry, J. G. (2012). *Methanogenesis: ecology, physiology, biochemistry & genetics*. Springer Science & Business Media.
- Gallardo Izquierdo, A., Colomer Mendoza, F. J., Campos Rodríguez, R. y Arias-Aguilar, D. (2019). *Aprovechamiento energético de residuos sólidos*.
- Gelegenis, J., Georgakakis, D., Angelidaki, I. y Mavris, V. (2007). Optimization of biogas production by co-digesting whey with diluted poultry manure. *Renewable Energy*, 32(13), 2147–2160. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.11.015>
- González, E. T. y Jurado, P. C. (2017). Sustratos y producción de biogás en biodigestores. Una revisión sistemática. *Ingeciencia*, 2(1), 44–64.
- Güngör-Demirci, G. y Demirel, G. N. (2004). Effect of initial COD concentration, nutrient addition, temperature and microbial acclimation on anaerobic treatability of broiler and cattle manure. *Bioresource Technology*, 93(2), 109–117. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.019>
- Heiermann, M. y Plochl, M. (2006). Biogas farming in central and northern Europe: A strategy for developing countries. *CIGR J*, 8(8).
- Holliger, C., Alves, M., Andrade, D., Angelidaki, I., Astals, S., Baier, U., Bougrier, C., Buffière, P., Carballa, M., de Wilde, V., Ebertseder, F., Fernández, B., Ficara, E., Fotidis, I., Frigon, J. C., de Lacroix, H. F., Ghasimi, D. S. M., Hack, G., Hartel, M., ... Wierinck, I. (2016). Towards a standardization of biomethane potential tests. *Water Science and Technology*, 74(11), 2515–2522. <https://doi.org/10.2166/wst.2016.336>
- Khalid, A., Arshad, M., Anjum, M., Mahmood, T. y Dawson, L. (2011). The anaerobic digestion of solid organic waste. *Waste Management*, 31(8), 1737–1744. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.03.021>
- Lavagnolo, M. C., Giroto, F., Rafeenia, R., Danieli, L. y Alibardi, L. (2018). Two-stage anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste – Effects of process conditions during batch tests. *Renewable Energy*, 126, 14–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.039>

- Li, L., Gao, X. y Zhou, Q. (2018). Absence of fear renewal and functional connections between prefrontal cortex and hippocampus in infant mice. *Neurobiology of Learning and Memory*, 152, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nlm.2018.04.011>
- Li, Y., Zhang, R., He, Y., Zhang, C., Liu, X., Chen, C. y Liu, G. (2014). Anaerobic co-digestion of chicken manure and corn stover in batch and continuously stirred tank reactor (CSTR). *Bioresource Technology*, 156, 342–347. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.054>
- Lusk, P. (1998). *Methane recovery from animal manures the current opportunities casebook*. National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).
- Lyu, Z., Shao, N., Akinyemi, T. y Whitman, W. B. (2018). Methanogenesis. *Current Biology*, 28(13), R727–R732.
- Mancini, G., Papirio, S., Lens, P. N. L. y Esposito, G. (2018). Increased biogas production from wheat straw by chemical pretreatments. *Renewable Energy*, 119, 608–614. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.045>
- Mao, C., Feng, Y., Wang, X. y Ren, G. (2015). Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 540–555. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.032>
- Meegoda, J. N., Li, B., Patel, K. y Wang, L. B. (2018). *A Review of the Processes, Parameters, and Optimization of Anaerobic Digestion*. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102224>
- Meneses-Quelal, W. O., Velázquez-Martí, B., Gaibor-Chávez, J. y Niño-Ruiz, Z. (2021). Biochemical potential of methane (BMP) of camelid waste and the Andean region agricultural crops. *Renewable Energy*, 168, 406–415. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.12.071>
- Meneses-Quelal, W. O., Velázquez-Martí, B., Gaibor-Chávez, J., Niño-Ruiz, Z. y Ferrer-Gisbert, A. (2021). Anaerobic Co-digestion of Slaughter Residues with Agricultural Waste of Amaranth Quinoa and Wheat. *BioEnergy Research*. <https://doi.org/10.1007/s12155-021-10350-9>
- Mullo, A. S., Sanchez, W. E., Salazar, F. W., Chacha, J. M. y Flores, A. (2018). Implementation of a cattle manure biodigester for the production of gas for single family use. *E3S Web Conf.*, 57.
- Neves, L., Oliveira, R. y Alves, M. M. (2009). Co-digestion of cow manure, food waste and intermittent input of fat. *Bioresource Technology*, 100(6), 1957–1962. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.10.030>
- Orlando, M.-Q., & Borja, V.-M. (2020). *Pretreatment of Animal Manure Biomass to Improve Biogas Production: A Review*. <https://doi.org/10.3390/en13143573>
- Oviedo-Salazar, J. L., Badii, M. H., Guillen, A. y Serrato, O. L. (2015). Historia y uso

de energías renovables history and use of renewable energies. *Daena Int. J. Good Conscience*, 10(1), 1–18.

- Owamah, H. I., Ikpeseni, S. C., Alfa, M. I., Oyebisi, S. O., Gopikumar, S., David Samuel, O. y Ilabor, S. C. (2021). Influence of inoculum/substrate ratio on biogas yield and kinetics from the anaerobic co-digestion of food waste and maize husk. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 16, 100558. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100558>
- Parralejo, A. I., Royano, L., González, J. y González, J. (2019). Small scale biogas production with animal excrement and agricultural residues. *Industrial Crops and Products*, 131, 307–314. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.01.059>
- Raposo, F., Borja, R., Martín, M. A., Martín, A., de la Rubia, M. A. y Rincón, B. (2009). Influence of inoculum–substrate ratio on the anaerobic digestion of sunflower oil cake in batch mode: Process stability and kinetic evaluation. *Chemical Engineering Journal*, 149(1), 70–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cej.2008.10.001>
- Rashidi, N. A., Chai, Y. H. y Yusup, S. (2022). Biomass Energy in Malaysia: Current Scenario, Policies, and Implementation Challenges. *BioEnergy Research*. <https://doi.org/10.1007/s12155-022-10392-7>
- Romano, R. T. y Zhang, R. (2008). Co-digestion of onion juice and wastewater sludge using an anaerobic mixed biofilm reactor. *Bioresource Technology*, 99(3), 631–637. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.12.043>
- Salazar Briones, C. (2013). *Estudio para la reducción, reutilización y disposición final de los lodos residuales de una planta de tratamiento de aguas residuales en Mexicali*.
- Sillero, L., Solera, R. y Perez, M. (2022). Improvement of the anaerobic digestion of sewage sludge by co-digestion with wine vinasse and poultry manure: Effect of different hydraulic retention times. *Fuel*, 321, 124104. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124104>
- Silva Arroyave, S. M. y Correa Restrepo, F. J. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre Económico*, 12(23), 13–34.
- Song, Z. y Zhang, C. (2015). Anaerobic codigestion of pretreated wheat straw with cattle manure and analysis of the microbial community. *Bioresource Technology*, 186, 128–135. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.03.028>
- Teghammar, A., Castillo, M. del P., Ascue, J., Niklasson, C. y Sárvári Horváth, I. (2013). Improved Anaerobic Digestion by the Addition of Paper Tube Residuals: Pretreatment, Stabilizing, and Synergetic Effects. *Energy & Fuels*, 27(1), 277–284. <https://doi.org/10.1021/ef301633x>
- Van Beek, C. L., Meerburg, B. G., Schils, R. L. M., Verhagen, J. y Kuikman, P. J. (2010). Feeding the world's increasing population while limiting climate change

impacts: linking N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emissions from agriculture to population growth. *Environmental Science & Policy*, 13(2), 89–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.11.001>

Velázquez-Martí, B., Gaibor-Chavez, J. y Banu, Z. N.-R. E.-J. R. (2018). Review of Mathematical Models for the Anaerobic Digestion Process. In O. W. Meneses-Quelal (Ed.), *Anaerobic Digestion* (p. Ch. 4). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.80815>

Victorin, M., Davidsson, Å. y Wallberg, O. (2020). Characterization of Mechanically Pretreated Wheat Straw for Biogas Production. *BioEnergy Research*, 13(3), 833–844. <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10126-7>

Xu, F. y Li, Y. (2012). Solid-state co-digestion of expired dog food and corn stover for methane production. *Bioresource Technology*, 118, 219–226. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.04.102>

Zhu, J., Zheng, Y., Xu, F. y Li, Y. (2014). Solid-state anaerobic co-digestion of hay and soybean processing waste for biogas production. *Bioresource Technology*, 154, 240–247. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.12.045>



# Estudio de la Significancia de Temperaturas y Tiempos en los Tratamientos Térmicos para la Carburación del Acero AISI 1020 mediante Diseño de Experimentos

Walter Intriago , Leonidas Ramírez , Isaac Simbaña , Cristian Guilcaso 

Intriago, Walter  
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador  
Autor para correspondencia: eintriagop@est.ups.edu.ec

Ramírez, Leonidas  
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador  
lramirezg@ups.edu.ec

Simbaña, Isaac  
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador  
asimbanag2@est.ups.edu.ec

Guilcaso, Cristian  
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador  
cguilcaso6706@uta.edu.ec

## Resumen

En esta investigación se ha estudiado la significancia de temperaturas y tiempos en los tratamientos térmicos para la carburación del acero AISI 1020 mediante diseño de experimentos. Se realizó un procedimiento experimental en el mecanizado de las probetas de acero para tratarlas térmicamente y realizar mediciones de dureza superficial según la norma ASTM E18. Los tratamientos térmicos tuvieron tres etapas, la carburación, el temple en aceite y el revenido, para analizar el efecto y significancia de cada factor en el incremento de la dureza superficial del acero. Se utilizó un *software* estadístico para la generación de una matriz de arreglo ortogonal para cuatro niveles, tiempo y temperatura de carburación, temperaturas de temple y revenido, cada factor con dos niveles diferentes. La dureza superficial promedio para los 16 experimentos realizados fue de 54.5 HRC, alcanzando 61.47 HRC como valor más alto en el experimento 15, a temperatura y tiempo de carburación de 950 °C y 8 horas, y temperaturas de temple y revenido de 770 y 150 °C, respectivamente. Mediante un análisis de varianza, se determinó que la temperatura de carburación fue el factor de mayor significancia sobre la dureza superficial, con un 92.6 %, mientras que las temperaturas de revenido y temple no presentaron una significancia apreciable.

**Palabras clave:** tratamientos térmicos, carburación, AISI 1020, ANOVA, dureza superficial

## **Introducción**

El acero AISI 1020 es utilizado ampliamente tanto en el sector de la construcción como en la manufactura de elementos de máquina. Este acero es económicamente accesible, precisamente por su comercialización, y también presenta una composición simple, con un bajo contenido de carbono. Debido a ello, Marulanda et al. (2017) afirman que las investigaciones y avances tecnológicos de la ciencia de materiales están direccionados a mejorar las propiedades mecánicas de este acero. Principalmente, se utilizan tratamientos térmicos y químicos, como el temple, carburación y nitrurado, entre otros, mediante procedimientos realizados, en su mayoría, de manera empírica.

En ciertos elementos de máquina, como ejes y piñones, entre otros, la deformación o fractura puede ocasionar daños en la máquina e incluso una parada de la producción. Por esta razón, se requiere que el material tenga las propiedades adecuadas; sin embargo, aceros especiales u otros materiales no ferrosos apropiados para estas aplicaciones son más caros. Entonces, las propiedades mecánicas de un acero de bajo carbono, como el AISI 1020, pueden incrementarse mediante tratamientos térmicos para obtener un material con las propiedades y características requeridas.

El propósito de esta investigación es presentar los parámetros adecuados para obtener la máxima dureza superficial al realizar la carburación, temple y revenido en un acero de bajo carbono, en este caso, el AISI 1020. Mediante un diseño de experimentos y considerando los factores más influyentes, así como los niveles establecidos por el fabricante, es posible conocer la significancia de cada uno de estos factores sobre la dureza superficial del acero. De esta manera, se busca dar a conocer los tiempos y temperaturas ideales para obtener la máxima dureza superficial, acelerando los procesos productivos en los que se requiere este acero tratado térmicamente. Este documento está distribuido de la siguiente manera: la sección de métodos detalla los procedimientos para la ejecución experimental de los ensayos y el análisis a utilizar para el estudio de los datos; en el apartado de resultados y discusión, se muestran las mediciones de dureza superficial, así como las figuras más relevantes para la interpretación estadística de estas; por último, las conclusiones presentan los parámetros óptimos en la realización de los tratamientos térmicos.

## **Revisión teórica**

Ciertas investigaciones analizan la influencia de los tratamientos térmicos en diferentes parámetros de respuesta. El efecto de los tratamientos térmicos en la microestructura y las propiedades mecánicas de la aleación Inconel 625 fue evaluado por Safarzade et al. (2020). Un carburo de niobio y titanio fue utilizado como solución para mejorar la composición de la aleación mediante un tratamiento térmico a 1000 °C por 24 horas. Este procedimiento incrementó la dureza superficial y disminuyó la elongación, aunque no tuviese gran significancia en la resistencia a la tracción. Zhao et al. (2020) analizaron el efecto del tratamiento térmico en las propiedades mecánicas de la aleación Inconel 718 mediante calentamiento láser. El estudio sistemático consideró dos parámetros, 980 y 1080 °C durante 1 hora y un calentamiento prolongado por 8 horas a 720 °C. Las probetas tratadas a 980 °C resultaron más frágiles, mientras que el otro grupo incrementó el límite plástico y la reducción de esfuerzos internos.

El endurecimiento del acero AISI 1020 mediante láser en una atmósfera controlada de gas fue analizado por Maharjana et al. (2020). El láser funciona con aire, para lo que se utilizó una atmósfera de argón, dióxido de carbono y propano para variar la microestructura del acero AISI 1020. El alto contenido de carbono en el propano fue el factor más significativo en la dureza superficial, mientras que el argón tuvo baja significancia en la medición de dureza superficial. Los autores concluyen que la profundidad de penetración del tratamiento térmico debe estudiarse a futuro, ya que, después de quitar la capa visible de recubrimiento, la dureza superficial disminuye, pero sigue siendo mayor a la dureza en estado de suministro.

Zurita-Hurtado et al. (2017) analizaron el efecto de la dureza y rugosidad superficial en las propiedades mecánicas del acero AISI 1020 recocido. El esfuerzo del límite elástico es directamente proporcional a la dureza, debido a la concentración de esfuerzos generada después de los tratamientos térmicos, presentando un aproximado de 145 MPa. Los autores concluyen que, a medida que la dureza superficial aumenta, la ductilidad se reduce. Liu et al. (2020) observaron la evolución de la microestructura de una aleación de titanio durante tratamientos térmicos. La aleación se calentó a 1240 °C desde 1 a 7 horas, para templarse posteriormente en agua. La evolución de la microestructura depende principalmente del tiempo del tratamiento térmico, incrementando su tamaño proporcionalmente. Sin embargo, el espesor y espaciado lamelar mínimo fue de 1.3 micras luego de 2 horas y la dureza superficial Vickers en el mismo tiempo fue de 440 HV.

La carburación es un procedimiento que capta el interés de diferentes investigadores, que utilizan diversos tipos de materiales para analizar la influencia de este. La evolución de la microestructura y dureza superficial de un acero carburizado utilizando un tratamiento térmico fue estudiado por Su et al. (2020). Los resultados mostraron que, a mayor contenido de niobio, el proceso de calentamiento es mayor, debido a la descomposición de martensita, con austenita retenida. Después de la carburación, el acero presentó carburos esféricos refinando la microestructura de martensita de alto carbono. Es importante indicar que la dureza superficial del acero después de la carburación aumentó en aproximadamente 600 HV.

Yin et al. (2019) realizaron una predicción para la caracterización de un acero inoxidable cromo, cobalto, molibdeno mediante carburación a baja presión. La medición de las fases se realizó con un analizador de carbono y sulfuro. La profundidad del recubrimiento fue de 0.0084 mm y la zona de transición fue de apenas 1.65 %; la concentración de carbono aumentó debido al efecto de carburos. Un análisis numérico en el tratamiento de carburación sobre los esfuerzos residuales de aceros al carbono y aleados fue presentado por Pavan et al. (2020). Se realizó la carburación por gas y diferentes grupos de aceros fueron enfriados al aire ambiente y, otros, templados en aceite. Estos últimos ensayos de temple presentaron martensita alta y baja, así como austenita retenida. La resistencia a la tensión en la superficie se incrementó, así como la resistencia a la compresión en el núcleo, al incrementar la temperatura de la martensita en la zona de bajo carbono. Los aceros formaron perlita, presentando una resistencia a la tensión muy inferior a los aceros que se templaron.

El tratamiento térmico principal utilizado para el endurecimiento superficial es el temple; se calienta el acero a la temperatura de austenización para luego enfriarlo súbitamente en agua, solución o aceites. Dodo et al. (2020) investigaron las propiedades

mecánicas y la microestructura del acero AISI 1070 templado en aceite de semilla de algodón. La dureza superficial se incrementó en un 83.29 %, llegando a alcanzar un valor de 746 HV, mientras que la martensita pudo llegar a alcanzar un 95 %. El medio principal de enfriamiento para realizar un temple es aceite, por lo que Hajek et al. (2021) han realizado una revisión del estado del arte acerca de la comparativa de aceites industriales para temple. El parámetro principal para mejorar la dureza en un temple es el área debajo de la curva de enfriamiento, teniendo que enfriar los principales aceros estructurales luego de calentarlos entre 300 a 600 °C, dependiendo de la composición. Los autores recomiendan trabajar térmicamente con elementos no mayores a 50 mm de diámetro, debido a que la dureza que se presenta en el núcleo de estos es difícil de predecir y puede generar fallas operacionales.

La optimización de parámetros en el temple utilizando aceite de semillas de caoba mediante el método Taguchi fue presentada por Dodo et al. (2020). El aceite tuvo una composición con metano y catalizador a 60 °C y el enfriamiento fue con agitación a 300 r.p.m. El análisis estadístico demostró que los parámetros óptimos fueron una relación 9:1 de metanol con aceite de semillas de caoba; este fue el factor de mayor significancia. El error de predicción fue de 1.108 % y los autores han concluido que un aceite como el SAE40 puede analizarse en futuras investigaciones.

Materiales no ferrosos que necesitan mejorar sus propiedades también pueden someterse a tratamientos térmicos. Adekunle et al. (2020) estudiaron la efectividad de aceites biodegradables para el temple de aluminio comerciales. Se utilizaron aceites de palma, jatrofa y karité para comparar los resultados obtenidos con los aceites minerales comúnmente utilizados. Los autores afirman que la severidad del temple depende de la conductividad térmica del aceite, alcanzando una máxima dureza superficial de 116.7 HV y mínima de 91.1 HV con el aceite de palma y mineral, respectivamente. Para estos dos aceites, la resistencia a la tensión fue de 100.86 y 84.35 MPa, respectivamente. Indicaron que es recomendable utilizar un aceite biodegradable cuando se requiere un aluminio de alta ductilidad.

El revenido es un tratamiento térmico aplicable a los aceros templados con la finalidad de reducir la fragilidad y aliviar esfuerzos internos. La influencia de la temperatura del revenido en la resistencia al impacto de un acero de medio contenido de carbono, templado y revenido fue analizada por Sun et al. (2018). El acero templado tuvo una alta dureza, pero baja resistencia al impacto, debido a la obtención de martensita. El temple fue realizado a 830 °C enfriando en agua y los revenidos a 570, 625 y 700 °C, por una hora. Al realizar el revenido a una temperatura intercrítica de 665 °C, se obtuvo la mayor resistencia al impacto, debido a la formación de austenita enriquecida entre la martensita. La temperatura crítica de 700 °C para el revenido generó la formación únicamente de martensita, disminuyendo aún más la resistencia al impacto.

Su et al. (2021) analizaron el efecto del revenido profundo en la microestructura y dureza superficial de un acero para cojinetes de alta velocidad. El procedimiento para mejorar las propiedades del material consistió en realizar una carburación, seguida de un temple y, finalmente, un revenido a alta temperatura. Al realizar el revenido a temperaturas de 460 y 480 °C, se evidenció un incremento en la dureza superficial, pero al seguir incrementando esta temperatura a 500 °C, la dureza empezó a disminuir. Los autores recomiendan realizar el revenido hasta cinco veces, con una disminución de temperatura, para eliminar vacío de dureza superficial por debajo del recubrimiento de carburación.

## Métodos

La Figura 1 detalla el procedimiento requerido para desarrollar esta investigación de tipo experimental, mediante un diagrama de flujo.

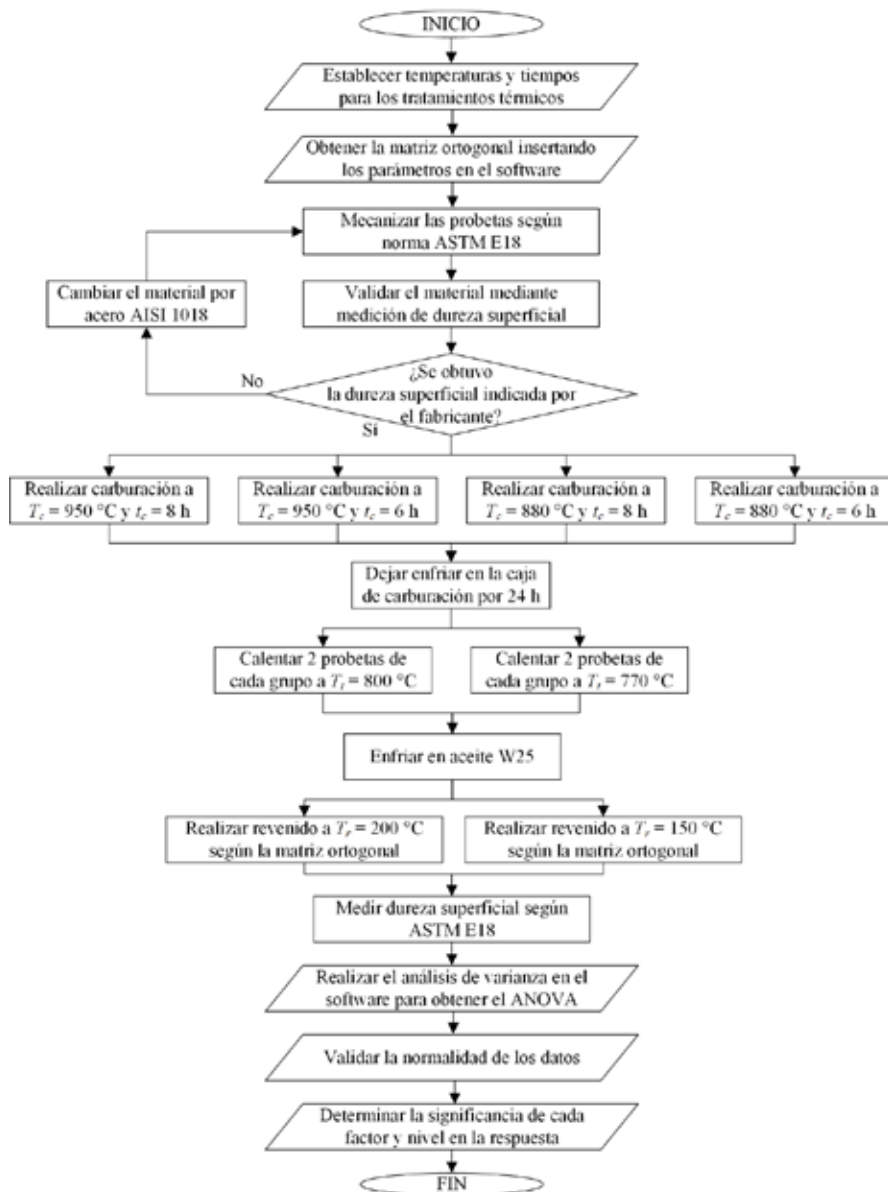


Figura 8. Diagrama de flujo para la realización de la investigación  
Fuente. Elaboración propia

El procedimiento experimental ha considerado como factores y niveles a los valores indicados por el fabricante del acero AISI 1020 en estado de suministro (Böhler, 2021). La Tabla 1 presenta los parámetros considerados como factores, cada uno con dos niveles. Esta información se ha ingresado a un *software* de análisis estadístico para la generación de una matriz de arreglo ortogonal, mediante la que se establecieron la cantidad de experimentos.

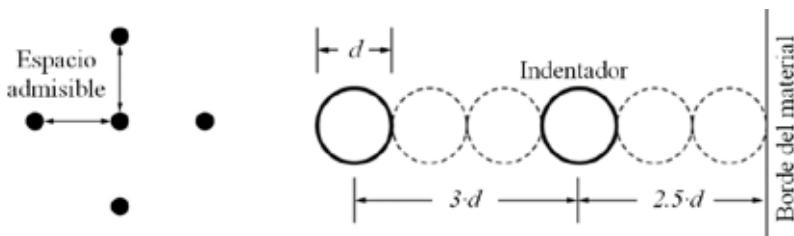
**Tabla 1.** Factores y niveles

Factores	Niveles	
$T_{\text{carburación}}$	880 °C	950 °C
$t_{\text{carburación}}$	6 h	8 h
$T_{\text{temple}}$	770 °C	800 °C
$T_{\text{revenido}}$	150 °C	200 °C

**Nota.**  $T$  es temperatura y  $t$  es tiempo

**Fuente.** Elaboración propia

Para realizar los experimentos, se requirió de probetas para medición de dureza superficial según la norma ASTM Internacional E18 (2018). Estas probetas deben tener un espesor entre 6 y 16 mm, un diámetro menor o igual a 55 mm y una rugosidad superficial menor a 0.4  $\mu\text{m}$  en el área donde se realicen las mediciones. La Figura 2 muestra la disposición para realizar las mediciones de dureza superficial sobre las probetas, donde  $d$  es el diámetro del indentador.



**Figura 9.** Patrón para la toma de mediciones de dureza superficial.

**Fuente.** ASTM Internacional (2018).

El incremento de dureza superficial para el acero AISI 1020 se realizó mediante tres tratamientos térmicos diferentes. Se inició con una carburación, que consiste en colocar las probetas en una caja de acero y cubrirlas completamente con carbón para, posteriormente, sellar la caja con su tapa. Esta caja fue colocada dentro de un horno para tratamientos térmicos, donde debe ser calentada por encima de la temperatura de austenización del acero AISI 1020. En este proceso, el carbón emana gases, principalmente  $\text{CO}_2$ , creando una atmósfera que empieza a penetrar la estructura de las probetas y es absorbida con el incremento de temperatura. Los diferentes grupos de probetas fueron calentados a 880 y 950 °C durante 6 y 8 horas, para después dejarlos enfriar por 24 horas a temperatura ambiente.

La carburación, principalmente, incrementa el contenido de carbono en el acero, pero es necesario aumentar la dureza superficial. Para ello, el tratamiento térmico más utilizado es el temple, que consiste en calentar el acero aproximadamente a su temperatura de austenización, para luego enfriarlo rápidamente al sumergirlo en un fluido. Los diferentes grupos de probetas se calentaron a 770 y 800 °C, se retiraron del horno y se realizó un temple en aceite Durixol W25. Mediante el temple, la dureza superficial aumenta; sin embargo, el material se vuelve frágil, por lo que es necesario un tratamiento final para solucionar este inconveniente.

El revenido es un tratamiento térmico de calentamiento de un acero templado por períodos de tiempo prolongados, pero a baja temperatura. Con el revenido, se alivian los esfuerzos concentrados en la microestructura del acero, incrementado la resistencia y tenacidad, pero reduciendo la dureza superficial. Las probetas fueron tratadas con revenido a 150 y 200 °C para, posteriormente, dejarlas enfriar en el interior del horno de revenido por 24 horas. El durómetro utilizado permite realizar mediciones de dureza superficial en escala Rockwell A y C (HRA y HRC) mediante un indentador con punta de diamante a 120 °, aplicando una carga de 60 y 150 kg, respectivamente, mientras que los hornos utilizados funcionan con electricidad, monofásicos a 220 V. La Tabla 2 contiene la información técnica de los equipos utilizados para realizar los tratamientos térmicos y la medición de dureza superficial.

**Tabla 2.** Información técnica de los equipos utilizados

<b>Equipo</b>	<b>Durómetro</b>	<b>Horno de tratamientos tér- micos</b>	<b>Horno de revenido</b>
Marca	Phase II	Nabertherm	Nabertherm
Modelo	900 – 365	N7 / H	N15 / 65 HA
Rango	HRA, HRC, HRV	$T_{max} = 1250 \text{ °C}$	$T_{max} = 650 \text{ °C}$
Información adicional	Indentador diamante, carga 150 kg	$V_{cámara} = 7 \text{ L}$	$V_{cámara} = 15 \text{ L}$

**Nota.**  $T$  es temperatura y  $V$  es volumen

**Fuente.** Elaboración propia

Para determinar cuáles son los factores que intervienen en la dureza superficial y su significancia al realizar la carburación del acero AISI 1020, fue necesario realizar un análisis de varianza (ANOVA). Según (Montgomery, 2017), la técnica para un diseño factorial requiere descomponer las desviaciones estándar ( $SC$ ) de cada factor relacionadas con la variación total:

$$SC_{total} = SC_A + SC_B + SC_C + SC_{AB} + SC_{AC} + SC_{BC} + SC_{ABC} + SC_{error} \quad (1)$$

## Resultados y Discusión

La Tabla 3 presenta la matriz de arreglo ortogonal generada en el *software* de análisis estadístico utilizado, considerando los factores y niveles por analizar. Además, contiene el promedio de las mediciones de dureza superficial para cada experimento.

La Figura 3 muestra las probetas utilizadas en los ensayos experimentales en estado de suministro, así como después de la carburación, el temple y el revenido.

Se realizaron cinco mediciones de dureza superficial para cada experimento, la primera en el centro y las cuatro restantes en los extremos, en sentido de cruz. El acero AISI 1020 presenta una dureza superficial inicial de 7 HRC, aproximadamente (53 HRA), como se muestra en la Figura 4a, mientras que el valor después de los diferentes tratamientos térmicos realizados fue de 54.5 HRC, en promedio, para los 16 experimentos. La Figura 4b presenta una de las mediciones de dureza superficial para el ensayo 11, con un valor 54.6 HRC, próximo al promedio obtenido.

**Tabla 3.** Matriz de arreglo ortogonal con los resultados de dureza superficial promedio

Experimento	$T_{\text{carburación}}$ [°C]	$T_{\text{temple}}$ [°C]	$T_{\text{revenido}}$ [°C]	$t_{\text{carburación}}$ [h]	Dureza [HRC]
1	950	800	150	6	58.59
2	880	800	150	6	46.87
3	880	800	150	8	51.32
4	880	800	200	8	57.40
5	880	770	150	8	53.12
6	950	770	150	6	52.87
7	950	800	200	8	59.90
8	880	770	200	6	51.94
9	950	770	200	8	59.60
10	880	800	200	6	49.22
11	950	800	200	6	56.23
12	880	770	200	8	51.93
13	880	770	150	6	49.13
14	950	800	150	8	56.01
15	950	770	150	8	61.47
16	950	770	200	6	56.35



**Nota.** Dureza superficial promedio de las cinco mediciones en cada experimento.

**Fuente.** Elaboración propia.



**Figura 10.** Probetas a) material de suministro, b) después de la carburación, c) después del temple, d) después del revenido

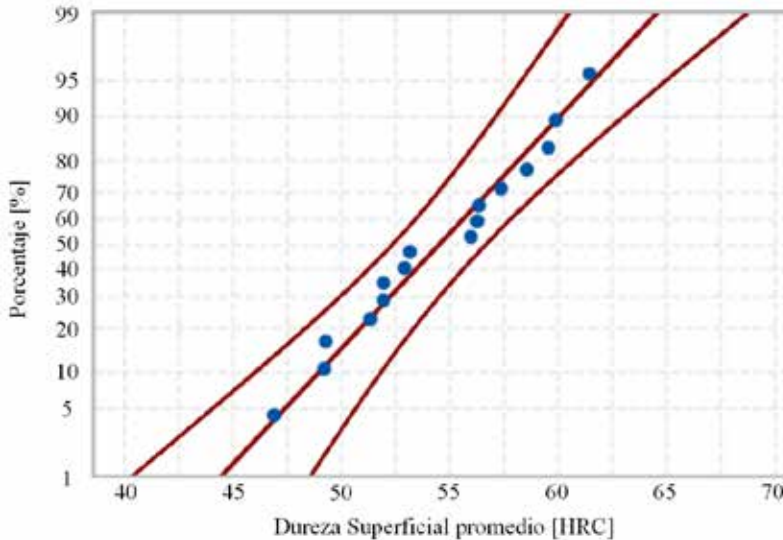
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 11.** Medición de la dureza superficial a) estado de suministro, b) experimento 11

**Fuente.** Durómetro Phase II

La Figura 5 muestra la validación de las mediciones de dureza superficial para los 16 experimentos. Para una prueba de normalidad con valor de confianza del 95 %, donde la dureza superficial promedio es de 59.3 HRC, se puede apreciar que todos los valores de dureza están dentro del rango admisible de una distribución normal. Por tanto, mediante este análisis es posible afirmar que los valores se han medido correctamente.



**Figura 12.** Validación de la probabilidad de dureza superficial  
**Fuente.** Software Minitab

La Figura 6 permite conocer los efectos principales a través de las diferencias significativas existentes para cada factor entre sus niveles. Se puede observar que la temperatura de carburación tiene una mayor extensión, con un rango de 51 a 58 HRC, entre los valores promedios. Un caso similar sucede con el tiempo de carburación, con una diferencia de 5 HRC, aproximadamente, entre la dureza promedio a 6 y 8 horas, respectivamente. La temperatura de revenido tuvo un valor promedio alrededor de 54 HRC a 150 °C y llegó a incrementarse en un 2.7 % a los 200 °C. La temperatura de temple es el factor menos influyente, ya que presentó un valor de 54.5 HRC para los dos niveles seleccionados, de 770 y 800 °C.

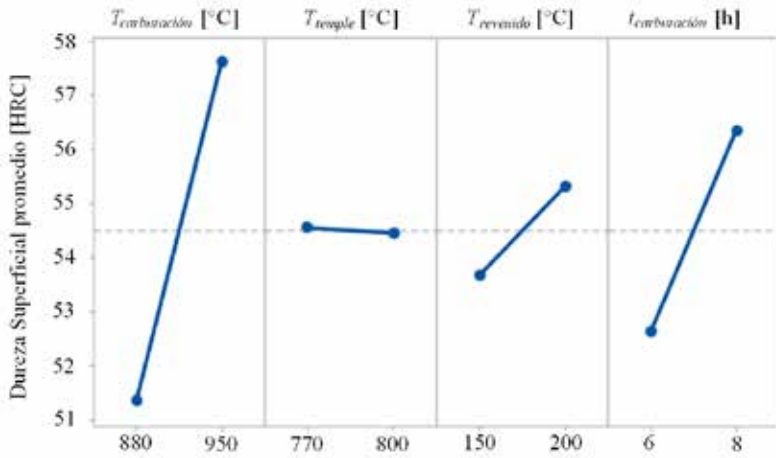


Figura 13. Efectos principales de factores y niveles en la dureza superficial

Fuente. Software Minitab

La Figura 7 muestra la interacción entre los factores y niveles analizados; se puede observar la exactitud entre medidas de dureza superficial a diferentes niveles, así como la diferencia entre el máximo y el mínimo para cada factor. La temperatura de carburación presenta la mayor diferencia entre valores promedios, 58 y 51 HRC como máximo y mínimo, respectivamente. El tiempo de carburación es el otro factor que visualmente presenta diferencias significativas, teniendo una diferencia de 7.01 % entre el valor mínimo y máximo a 6 y 8 horas, respectivamente.

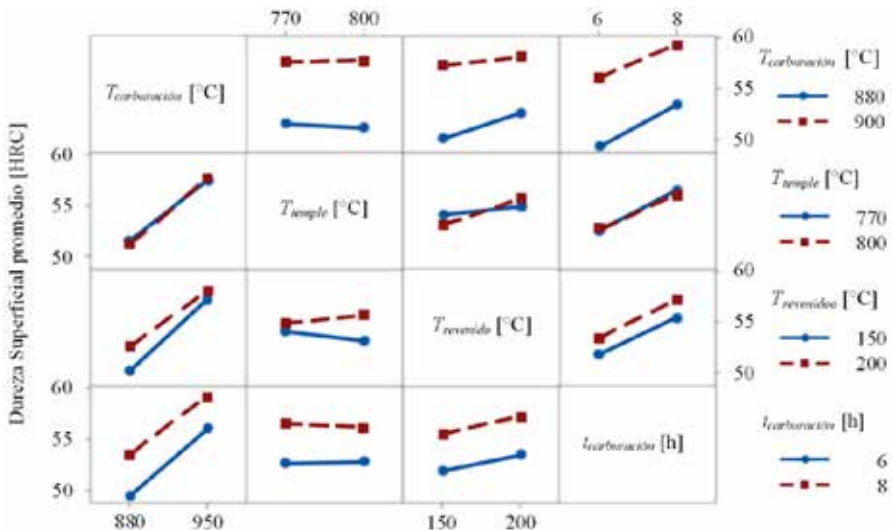
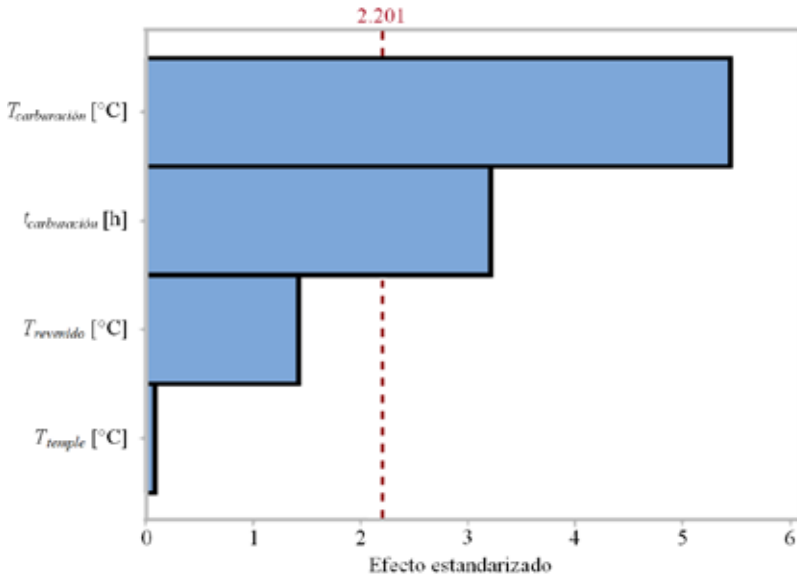


Figura 14. Interacción de factores y niveles en la dureza superficial

Fuente. Software Minitab

La Figura 8 presenta un diagrama de Pareto para identificar los factores influyentes en la dureza superficial mediante un análisis de efecto estandarizado. Los valores que sobrepasaron el 20 % de causa fueron la temperatura y el tiempo de carburación, mientras que las temperaturas de revenido y temple no presentaron significancia en la variable de dureza, en este caso, en la dureza superficial.



**Figura 15.** Pareto de los efectos para la dureza superficial  
**Fuente.** Software Minitab

El análisis de varianza (ANOVA) se desarrolló mediante una prueba de Fisher, para determinar qué factor tenía significancia en la dureza superficial. La Tabla 4 resume los resultados del ANOVA para esta investigación; se obtuvo que la temperatura de temple, con valor  $F$  de 0.01 y una significancia de 92.6 %, es el factor más significativo en la dureza superficial en la carburación del acero AISI 1020.

**Tabla 4.** Resumen ANOVA

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor $F$	Valor $p$
Modelo	4	222.309	55.577	10.53	0.001
Lineal	4	222.309	55.577	10.53	0.001
$T_{\text{carburación}} [^{\circ}\text{C}]$	1	156.813	156.813	29.72	0.000
$T_{\text{temple}} [^{\circ}\text{C}]$	1	0.047	0.047	0.01	0.926

$T_{\text{revenido}}$ [°C]	1	10.874	10.874	2.06	0.179
$t_{\text{carburación}}$ [h]	1	54.575	54.575	10.34	0.008
Error	11	58.040	5.276		
Total	15	280.349			

**Nota.** *GL* son grados de libertad, *SC* es desviación estándar, *MC* es suma de cuadrados medios

**Fuente.** *Software Minitab*

Finalmente, el software estadístico brinda como solución una ecuación de regresión para determinar la dureza superficial en función de los factores en estudio:

$$\text{Dureza} = 54.497 + 3.131 \cdot T_{\text{carburación}} - 0.054 \cdot T_{\text{temple}} + 0.824 \cdot T_{\text{revenido}} + 1.847 \cdot t_{\text{carburación}} \quad (2)$$

## Conclusiones

Se evaluó estadísticamente la significancia de temperaturas y tiempos en los tratamientos térmicos para la carburación del acero AISI 1020 mediante diseño de experimentos. Al considerar los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones.

El acero AISI 1020 en estado de suministro presenta una baja dureza superficial, 7 HRC; sin embargo, al realizar los tratamientos térmicos de carburación, temple y revenido, se logró alcanzar una dureza superficial máxima de 61.47 HRC. No obstante, también se presentaron valores bajos; la menor dureza superficial fue de 46.87 HRC, mientras que el valor promedio para los 16 experimentos fue de 54.50 HRC. Esta diferencia de 15 HRC, aproximadamente, entre el valor máximo y mínimo, está influenciada por diferentes factores, por lo que fue necesario desarrollar un análisis de varianza para determinar cuál es el factor de mayor influencia en la respuesta.

La investigación se centró en el proceso de carburación de un acero de bajo contenido de carbono, por lo que los principales factores a analizar fueron el tiempo y temperatura de carburación. Además, el temple es el tratamiento térmico que genera el incremento de dureza superficial, mientras que el revenido fue necesario para transformar el acero templado en un material más tenaz. Las temperaturas de temple y revenido presentaron una significancia despreciable, por lo que no influyen en la dureza superficial. Por otra parte, la temperatura de cementado fue el factor que alcanzó la significancia más alta, con un 92.6 % sobre la dureza superficial, seguida del tiempo de carburación, que tuvo una significancia de 17.9 %.


## Referencias

Adekunle, A., Adeleke, A., Ikubanni, P., Adebisi, K. y Adewuyi, O. (2020). Effectiveness of biodegradable oils as quenching media for commercial aluminium. *Materiali in tehnologije / Materials and technology*, 54(5), 607–612. <http://dx.doi.org/10.17222/mit.2019.186>.

- ASTM International. (2018). *ASTM E18 - Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials*. Recuperado el 11 de Marzo de 2022, de <https://www.astm.org/Standards/E18.htm>.
- Böhler. (2021). *Acero de Transmisión AISI 1018-1020*. Recuperado el 05 de Febrero de 2022, de <https://www.bohlerperu.com/app/uploads/sites/138/2019/09/TRANSMISION.pdf>.
- Dodo, R., Ause, T., Dauda, E., Shehu, U. y Popoola, A. (2020). Multi-response optimization of transesterification parameters of mahogany seed oil using grey relational analysis in Taguchi method for quenching application. *Heliyon*, 5, e02167. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02167>.
- Dodo, R., Ause, T., Dauda, E., Shehu, U., Gaminana, J., Popoola, A. y Mudiare, E. (2020). Mechanical properties and microstructures data of AISI 1070 steel quenched in epoxidized transesterified cotton seed oil. *Data in Brief*, 32, 106100. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106100>.
- Hajek, J., Dluoha, Z. y Prucha, V. (2021). Comparison of Industrial Quenching Oils. *Metals*, 50, 1-12. <https://doi.org/10.3390/met11020250>.
- Liu, Y., Xue, X., Fang, H., Tan, Y., Chen, R., Gui, H. y Guo, J. (2020). In-situ observation microstructure evolution and growth kinetics of lamellar phases in Ti44Al alloy during heat treatment. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(6), 12157–12166. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.08.061>.
- Maharjana, N., Zhou, W. y Wu, N. (2020). Direct laser hardening of AISI 1020 steel under controlled gas atmosphere. *Surface & Coatings Technology*, 385, 125399. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2020.125399>.
- Marulanda-Cardona, D., Wongsangam, J., Jimenez, H. y Langdon, T. (2017). Effects on hardness and microstructure of AISI 1020 low-carbon steel processed by high-pressure torsion. *Journal of Material Research and Technology*, 6(4), 355-360. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2017.05.002>.
- Montgomery, D. (2017). *Design and Analysis of Experiments*. Danvers: John Wiley & Sons, Inc.
- Pavan, H., Sathyashankar, S., Gowrishankar, M., Manjunath, S. y Gurumurthy, B. (2020). Effect of post carburizing treatments on residual stress distribution in plain carbon and alloy steels – a numerical analysis. *Journal of Material Research and Technology*, 9(4), 8439–8450. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.05.104>.
- Safarzade, A., Sharifitabar, M. y Shafie, M. (2020). Effects of heat treatment on microstructure and mechanical properties of Inconel 625 alloy fabricated by wire arc additive manufacturing process. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 30, 3016–3030. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(20\)65439-5](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(20)65439-5).
- Su, S., Wang, L., Song, R., Wang, Y., Li, J. y Chen, C. (2020). Gradient microstructure evolution and hardening mechanism of carburized steel under novel heat treatment. *Materials Letters*, 280, 128486. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2020.128486>.

- Su, Y., Wang, J., Yu, X., Wang, S., Xia, Y., Liu, L. y Liu, J. (2021). Effect of deep tempering on microstructure and hardness of carburized M50NiL steel. *Journal of Materials Research and Technology*, 14, 1080-1088. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.06.108>.
- Sun, C., Liu, S., Misra, R., Li, Q. y Li, D. (2018). Influence of intercritical tempering temperature on impact toughness of a quenched and tempered medium-Mn steel: Intercritical tempering versus traditional tempering. *Materials Science & Engineering A*, 711, 484-491. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2017.11.072>.
- Yin, L., Ma, X., Tang, G., Fu, Z., Yang, S., Wag, T. y Li, L. (2019). Characterization of carburized 14Cr14Co13Mo4 stainless steel by low pressure carburizing. *Surface & Coatings Technology*, 358, 654-660. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2018.11.090>.
- Zhao, Y., Guan, K., Yang, Z., Hu, Z., Qian, Z., Wuang, H. y Ma, Z. (2020). The effect of subsequent heat treatment on the evolution behavior of second phase particles and mechanical properties of the Inconel 718 superalloy manufactured by selective laser melting. *Materials Science & Engineering A*, 794, 139931. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.139931>.
- Zurita-Hurtado, O., Di Graci-Tiralongo, V. y Capace-Aguirre, M. (2017). Effect of surface hardness and roughness produced by turning on the torsion mechanical properties of annealed AISI 1020 steel. *Revista Facultad de Ingeniería - Universidad de Antioquia*, 84, 55-59. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.n84a07>.

# Uso de un Biosorbente en el Tratamiento de Agua Contaminada con Mercurio

Jessica Pamela Rodríguez Tamba, Rubén del Toro Déniz 

Rodríguez Tamba, Jessica Pamela

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra

Del Toro Déniz, Rubén

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra

## Resumen

En el trabajo se muestra el uso de residuos de cáscara de plátano fruta (*Musa paradisiaca*) preparados convenientemente como biosorbente para la separación de mercurio (II) de aguas modelos (contaminadas), con la finalidad de emplearlos en el tratamiento de aguas de la industria minera y en la extracción de oro. Se empleó para ello un diseño factorial  $2^2$ , para seleccionar el mejor comportamiento en el proceso de adsorción. Se determinó la capacidad de adsorción del sorbente, que estuvo en un rango de 24.71  $\mu\text{g/L}$  y 42.59  $\mu\text{g/L}$  para la muestra de 5 g del sorbente, así como su comportamiento acorde a la isoterma de Langmuir, con una linealidad de 0.999. Se fundamenta el comportamiento del proceso de adsorción a partir de los espectros IR, que muestran la presencia de grupos funcionales orgánicos capaces de interactuar con el mercurio en la matriz del biosorbente, resultados obtenidos por FTIR. La prueba de jarras confirma la debilidad que presenta el biosorbente para ser empleado como floculante, debido a la gran dispersión observada en el seno del líquido, que implicaría el uso de reactivos aglutinantes u otros servicios para compactar la masa del biosorbente, con las implicaciones de costos que tendría el proceso. No obstante, el biosorbente puede ser empleado para la reducción significativa de la concentración de mercurio en agua. La determinación de  $\text{Hg}^{2+}$  se realizó por espectrometría de absorción atómica, empleando la técnica de vapor frío, con generación de hidruros a una longitud de onda de 253.7 nm.

**Palabras clave:** mercurio, biosorbente, contaminación

## Introducción

El problema de la contaminación por metales pesados ocupa el pensamiento y la acción de científicos ambientalistas, debido al nocivo impacto —incluso en bajas concentraciones— que tienen estas sustancias sobre la salud humana, por su presencia significativa en diversos procesos para el confort y el desarrollo de la sociedad. Ambos aspectos no deben contraponerse si el desarrollo está acompañado por la sustentabilidad en los ámbitos de la industria química, el uso de agroquímicos, la minería y la electrónica, entre otros.



## Revisión teórica

La gran cantidad de desechos orgánicos que generan los países en vías de desarrollo hace que se desarrollen ideas dentro del ámbito científico y las instituciones científicas acerca de cómo abordar, con los criterios de la economía circular y las producciones más limpias, el uso de los residuos orgánicos.

Una opción importante para estos países es la transformación de los residuos para procesos de sorción y eliminación de metales tóxicos, que, en comparación con los métodos fisicoquímicos de tratamiento, resultan significativamente más económicos, sobre todo para el tratamiento de aguas residuales industriales, incluyendo la minería.

En esta dirección, se reportan trabajos sobre la valorización de residuos agrícolas para la remoción de cromo hexavalente, empleando como biosorbente *Musa paradisíaca* (residuos de plátano fruta) (Villanueva, 2019). La penca del maguey ha sido empleada con buenos resultados para la remoción de  $\text{Co}^{2+}$  y  $\text{Ni}^{2+}$  (Sánchez, 2018).

Asimismo, se han desarrollado estudios con residuos vegetales de varios tipos para la eliminación de  $\text{Cu}^{2+}$  en aguas, empleando la técnica de biosorción (Dionisio, 2012).

La cáscara de naranja ha sido evaluada como biosorbente para metales pesados — $\text{Pb(II)}$  y  $\text{Zn(II)}$ — en aguas contaminadas (Cardona et al., 2013). La biomasa de los cladodios de la tuna (*Opuntia ficus indica*) fue empleada para la biosorción de  $\text{Pb}^{2+}$  en solución acuosa, con relativo éxito (Lavado-Mesa et al., 2020).

La biosorción con residuos agroindustriales no solamente ha sido empleada para metales pesados, sino también para el tratamiento de residuos de fármacos de uso común en aguas contaminadas (Peñafiel, 2021).

Las posibilidades que brinda el uso de biosorbentes de residuos agrícolas abren una extensa perspectiva de aplicación en la solución de problemas ambientales que, por largo tiempo, perturban el pensamiento y la actividad del ser humano.

## Métodos

Después de ser preparada convenientemente la masa de plátano fruta seca, fue molida y tamizada para obtener tres fracciones de partículas de diferentes tamaños: 0.1 mm, 0.28 mm y 0.6 mm, que fueron empleadas para el estudio del proceso de adsorción. De acuerdo a su comportamiento, se eligieron dos, 0.28 mm y 0.6 mm, dando forma al diseño factorial previsto ( $2^2$ ). Las concentraciones asumidas como máximo y como mínimo fueron: 7400  $\mu\text{g/L}$  y 3400  $\mu\text{g/L}$ , con la finalidad de que tanto el proceso de adsorción como las mediciones de la concentración de  $\text{Hg}^{2+}$  estuvieran en un rango que permitiera el desarrollo del proceso sin interrupciones.

En el estudio de la biosorción del mercurio, para cada uno de los tamaños de partícula con las concentraciones seleccionadas, se realizaron tres repeticiones a diferentes velocidades de agitación (20, 40, 100 r.p.m. y dos horas de agitación) y se seleccionó la de mejor resultado en el proceso de adsorción (parámetro controlado 40 r.p.m.). La masa de sorbente empleada fue de 5 g y 20 g para cada tamaño de partícula seleccionado. Con

esta estructura optimizada se procedió a desarrollar el modelo factorial en un bloque y tres repeticiones:

**Tabla 1.** Esquema del diseño factorial

	<b>BLOCK</b>	<b>Ads (g)</b>	<b>Hg (µg/L)</b>	<b>Limpieza (µg/L)</b>
1	1	20.0	3400.0	607.4
2	1	5.0	7100.0	851.7
3	1	5.0	3400.0	494.3
4	1	20.0	7100.0	801.9

Fuente. Programa Statgrafic

El modelo de regresión lineal arroja la siguiente ecuación:

$Limpieza = 270.899 + 2.11 * Ads + 0.0745811 * Hg$ , con una linealidad del 92.1 %, lo cual permite que sea empleada para la predicción del proceso de eliminación de mercurio (limpieza), bajo estas condiciones.

La determinación del  $Hg^{2+}$  se realizó por espectrometría de absorción atómica, técnica de vapor frío y generación de hidruros: sistema de generación de hidruros HG 3000, espectrómetro SensAA Scientific Equipment. La longitud de onda de 253.7 nm.

Los análisis FTIR (Infrarrojo con Transformadas de Fourier) se realizaron con el equipo IR Jasco FT/IR- 6200.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos para las condiciones seleccionadas en el proceso de biosorción de mercurio (40 r.p.m., 2 horas de agitación, concentración de Hg máxima 7100 µg/L y mínima 3400 µg/L) muestran lo siguiente:

**Tabla 2.** Datos con el tamaño de partícula 20 g concentración 3400 µg/L

<b>Repetición</b>	<b>Concentración Hg (µg/L)</b>			<b>Promedio</b>
1	883.3	842.3	896.6	874.0
2	559.3	522.2	528.9	536.8
3	423.3	399.6	411.1	411.3
	<b>Promedio</b>			607.4

Fuente. Resultados obtenidos

**Tabla 3.** Datos con el tamaño de partícula 20 g concentración 7100 µg/L

<b>Repetición</b>	<b>Concentración Hg (µg/L)</b>			<b>Promedio</b>
<b>1</b>	757.7	729.3	744.5	743.8
<b>2</b>	783.7	807.9	806.1	799.2
<b>3</b>	869.4	895.2	826.3	863.6
	<b>Promedio</b>			801.9

**Tabla 4.** Datos con el tamaño de partícula 5 g concentración 3400 µg/L

<b>Repetición</b>	<b>Concentración Hg (µg/L)</b>			<b>Promedio</b>
<b>1</b>	484.6	496.8	498.6	493.3
<b>2</b>	485.6	492.6	503.5	493.9
<b>3</b>	475.3	505.1	507.2	495.8
	<b>Promedio</b>			494.3

**Tabla 5.** Datos con el tamaño de partícula 5 g concentración 7100 µg/L

<b>Repetición</b>	<b>Concentración Hg (µg/L)</b>			<b>Promedio</b>
<b>1</b>	732.9	765.3	822.8	773.6
<b>2</b>	796.1	823.8	900.8	840.2
<b>3</b>	810.8	955.7	1057.4	941.3
	<b>Promedio</b>			851.7

Como se observa en los resultados de los experimentos, acorde con el modelo, los mejores valores se reportan para las condiciones de 5 g de adsorbente, con una capacidad de adsorción media entre 24.72 µg/L de sorbente (con la eficacia del 85.5 % de remoción) y 42.59 µg/L de sorbente (con la eficacia del 88.0 % de remoción).

A partir de los mejores resultados del proceso de adsorción, se estudió el comportamiento con respecto a los criterios de Langmuir (isoterma de Langmuir), las propiedades de decantación y otros aspectos importantes derivados del análisis FTIR.

En la mayoría de los casos, la baja capacidad de adsorción que presentan algunos sorbentes supone aumentar la masa de estos para mejorar el proceso.

### Isoterma de Langmuir

Para la construcción de la isoterma de Langmuir, se empleó la ecuación linealizada:

$$Ca/qa=1/QK+ Ca/Q \quad (1)$$

Q= Masa del adsorbato contenida en el adsorbente (máxima).

K= Constante de afinidad.

qa = capacidad de adsorción  $\mu\text{g/L}$ .

Ca= Concentración de equilibrio.

Ceq/qa	Ceq
9.31	1080.3
6.54	837.6
5.92	777.6
5.4	723.3
5.62	746.1

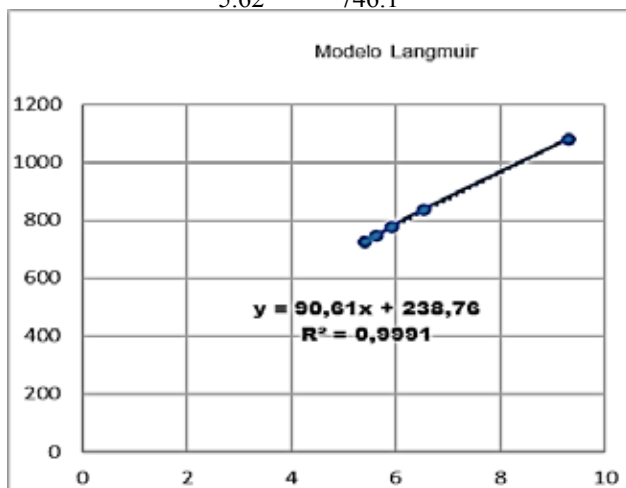


Figura 1. Isoterma del modelo Langmuir

Se observa que cumplir la linealidad de los datos experimentales con el modelo teórico (de Langmuir) asegura que la distribución del mercurio entre el adsorbente y la disolución presuponga el cumplimiento de las bases que sustentan estos procesos en cuanto a su rendimiento.

## Curva de decantación

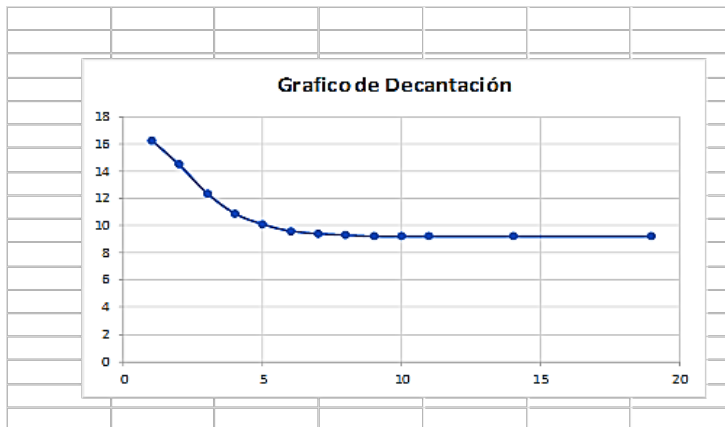


Figura 2. Curva de decantación construida con los resultados del experimento

---

### CURVA DE DECANTACIÓN

---

PERIODO DE TIEMPO DE TOMA DE DATOS: 1 min, 3 min y 5 min

---

TAMAÑO DE PARTICULA DE BIOMASA: 0.28 mm

---

GRAMOS DE BIOMASA: 5

---

CONCENTRACION DE Hg INICIAL: 3400 µg/L

---

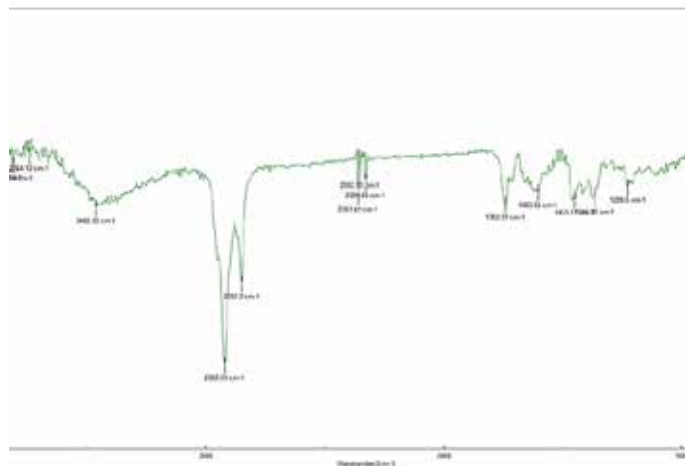
CONCENTRACION DE Hg FINAL: 2416.4 µg/L

---

En la prueba de decantación se observaron (Figura 2) varios factores negativos en el uso del biosorbente como coagulante, dentro de ellos: un bajo poder de aglutinar las partículas para un residuo compacto y una alta turbidez y coloración del sobrenadante. En la curva de decantación se ve que la altura del sobrenadante no supera los 10 cm, en un experimento en el que su altura total fue de 16 cm, por lo que el coagulante queda disperso en el espacio de 6 cm. La altura del residual permaneció estable por 2/3 del tiempo que duró la prueba.

Un coagulante con estas características requiere, para su uso efectivo, el montaje de filtros-prensas, que encarecen el proceso, o la adición de productos químicos floculantes para hacer más efectiva la compactación del lodo.

### Espectro IR del biosorbente



**Figura 3.** Espectro infrarrojo del adsorbente

**Fuente.** Autores

**Tabla 6.** Las zonas de absorción se encuentran representadas de la siguiente manera (Barraza-Garza et al., 2013)

Tipos de sustancias	Estructuras de absorción IR	Zonas de absorción $\text{cm}^{-1}$	
Proteínas	N-H (Amidas)	3300, 3100-3030	Dos bandas en el grupo carbonilo de la amida
	C=O (Amidas)	1660 (Amida I)	
	N-H (Amidas)	1545 (Amida II)	
Lípidos	C-H (Amidas)	1315 (Amida B)	
	>CH <sub>2</sub> (Asimétrico)	2960	
	>C=O (Ester lipídico)	1720-1750	
	C-O-C	1170	
	C=O	1060	
Ácidos nucleicos	P=O	1240 (asimétrico)	
	P=O	1080 (simétrico)	
Carbohidratos	C-O-C	1170	
	C=C	1155	

**Fuente.** Barraza-Garza et al., 2013)

Las zonas de absorción para la biomasa residual cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) presentan los siguientes grupos funcionales, provenientes del espectro IR realizado, que son los que garantizan las interacciones electrostáticas con el mercurio de la disolución:

**Tabla 7.** Grupos funcionales de espectro infrarrojo que interactúan con el mercurio

Estructura	# de onda en cm-1
OH	3463.53
C-H	2922.59
S-H	2852.2
P-H	2361.41
P-H	2332.23
N=O	2322.59
C=O (de un ácido carboxílico)	1742.37
C=N	1603.52
NO <sub>2</sub>	1451.52
C-N	1366.32
Otros	1226.5

Los biosorbentes, en la mayoría de los casos, presentan grupos funcionales que no están completamente libres para participar en procesos de intercambio iónico efectivo, sino gracias a la presencia de pares de electrones no comprometidos en enlaces y cuya energía de interacción responde como máximo a la energía de los puentes de hidrógeno; por ello, el proceso de adsorción resulta energéticamente débil. Comparando los picos observados del biosorbente, se concuerda con la presencia de compuestos del tipo: proteínas, lípidos, ácidos nucleicos y carbohidratos. Estos poseen grupos terminales con electrones que pueden ser compartidos con el mercurio por medio de fuerzas electrostáticas pequeñas, que son las que garantizan el proceso de biosorción (sorción física) , según el esquema de Barraza-Garza et al. (2013).

## Conclusiones

El estudio del adsorbente de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) demuestra la posibilidad de que sea empleado como sorbente de mercurio, con una capacidad de adsorción en un rango de 24.72  $\mu\text{g/L}$  – 42.59  $\mu\text{g/L}$ , lo cual representa más del 80 % de remoción para las condiciones dadas.

Al compararlo con el modelo de Langmuir, se observa un 99 % de similitud con este, lo cual es una confirmación de su comportamiento con los presupuestos del modelo.

También se refleja en los resultados el acercamiento probable del sorbente como floculante, mostrando que su dispersión por toda la fase del líquido implica el empleo de otras tecnologías auxiliares que encarecen el proceso de separación del mercurio.

El análisis FTIR corrobora la presencia de estructuras orgánicas que garantizan el funcionamiento del sorbente, con base en sus interacciones electrostáticas con el mercurio, reflejadas en la capacidad de adsorción del biosorbente.




El biosorbente presenta cualidades de sorción importantes que pueden servir de base para su uso en el proceso de separación del mercurio de aguas contaminadas.

## Referencias

- Barraza-Garza, G; de la Rosa, L. A.; Martínez-Martínez A.; Castillo-Michel H.; Cotte M.; Alvarez-Parrilla E. (2013) *La microespectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIRM) en el estudio de sistemas biológicos*. Rev. Latinoamer. Quím. 41/3.
- Cardona Gutiérrez, A. F.; Cabanes Vargas, D.D.; Zepeda Pedreguero A. (2013). *Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados Pb(II) y Zn(II)*. Ingeniería vol. 17, núm. 1, pp 1-9.
- Dionisio Ruíz, E. (2012). *Aprovechamiento de residuos vegetales para la eliminación de cobre presente en medios acuosos mediante biosorción*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. España. ISBN:978-84-9028-294-6.
- Lavado-Mesa C.; San-Kou, M. R.; Castro-Arroyo, T. K.; Bonilla-Mancilla, H. D. (2020) *Biosorción de Pb<sup>2+</sup> en solución acuosa con biomasa de los Cladodios de la Tuna (Opuntia ficus indica)*. Rev. Colomb. de Quím. Vol 48, No 3. 36-45.
- Peñafiel Tenorio, M. E. (2021) *Valorización de residuos agroindustriales como adsorbentes para la remoción de fármacos de uso común de aguas contaminadas*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. España.
- Sánchez Nava, D. M.(2018). *Estudio de la biosorción de Co<sup>2+</sup> y Ni<sup>2+</sup> con la Penca del Maguey*. Tesis de Maestría. Tecnológico de Estudios Superiores 2. San Felipe del Progreso. México.
- Villanueva Carrillo, A. (2019). *Estudio de la remoción de cromo hexavalente presente en solución acuosa empleando biomasa de musa paradisíaca como biosorbente*. Tesis. México.



# Análisis Multitemporal de la Clasificación del Suelo en la Subcuenca del Río Tahuando, Tramo Ibarra, desde el Año 1965 hasta el Año 2021

Andreina Rojas Benavides , Andrea Molina Cuasapaz , Guillermo Molina Cuasapaz 

Rojas, Andreina

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra, Ecuador

Autor para correspondencia: [adrojas@pucesi.edu.ec](mailto:adrojas@pucesi.edu.ec)

Molina, Andrea

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra, Ecuador

[armolina@pucesi.edu.ec](mailto:armolina@pucesi.edu.ec)

Molina, Guillermo

Life Science Initiative

Unidad de Investigación

[Guillermo.molina018@gmail.com](mailto:Guillermo.molina018@gmail.com)

## Resumen

La investigación presentada corresponde al análisis de imágenes multitemporales, que se compararon a través de la fotointerpretación, para identificar patrones y entender cómo el cambio de uso de suelo cercano al río influye en sus orillas y morfología. Para el estudio, se seleccionó el tramo del río Tahuando que comprende desde la avenida 17 de julio hasta la proyección de la calle Juan José Flores; este tramo es próximo al casco histórico de la ciudad de Ibarra. El río Tahuando es objeto de estudio del grupo de investigación Ciudad y Paisaje de la Pontificia Universidad Católica Ecuador, Sede Ibarra. La temática se desarrolló en torno a la concientización sobre el impacto de los ríos en las urbes, al ser corredores naturales que contienen reserva de biosfera. Para la ciudad de Ibarra la presencia del río es importante, debido a que constituyó el límite este del casco histórico y sus riberas forman parte del imaginario urbano y de las actividades de la ciudad. El método empleado para la clasificación de suelo fue la supervisión clasificada, en el que la interpretación de las imágenes se realiza en base a la pericia y experiencia de la persona que ejecuta la labor; esta técnica se emplea en el análisis de extensiones pequeñas. Para el estudio se utilizaron las capas de los niveles I y II de las clases de cobertura de la tierra usadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). La principal variación de porcentajes entre la zona antrópica, cuerpo de agua, vegetación arbustiva, mosaico agropecuario y pastizal ocurre entre la década de 1989 y 1999. La expansión urbana que ocurre entre los años 1989 y 1999 en la ciudad de Ibarra hacia el límite este marca un cambio importante, debido a que la masa construida

supera el límite natural que constituía el río, ocasionando que la zona antrópica crezca el doble del porcentaje que mantenía hasta ese momento y reduciendo el porcentaje de las capas coexistentes. Es importante indicar que, a pesar del crecimiento acelerado que se evidenció en la zona antrópica, la condición natural y las orillas del río se mantienen como suelo permeable con vegetación natural.

**Palabras clave:** río Tahuando, clasificación de suelo, fotointerpretación, expansión urbana, imaginario urbano

## **Introducción**

La principal premisa de la investigación es analizar la variación de área y porcentaje en las capas de suelo de la ribera del río Tahuando entre los años 1965 y 2021 y si el crecimiento urbano de la ciudad de Ibarra influyó en los cambios. El tramo del río seleccionado es desde la avenida 17 de julio hasta la proyección de la calle Juan José Flores. El área de estudio corresponde a 38.5 ha, que comprenden ambos lados del río a una distancia de 270 m desde su eje. Esta ubicación es la de mayor proximidad al casco histórico de la ciudad, debido a que la presencia del río está ligada a la ciudad desde su origen. Además, se busca comprender los hechos que marcaron la historia del río como elemento estructurante natural del tramo urbano dentro de la ciudad de Ibarra.

La subcuenca del río Tahuando, ubicada en la sierra norte del Ecuador, específicamente en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, con su divisoria de aguas en los páramos de Zuleta y el volcán Imbabura, se caracteriza por su clima, suelo, agua y vegetación, atributos ambientales que, en conjunto, constituyen la base fundamental para la vida del hombre.

En ella se pueden observar fuentes de agua, grandes extensiones de terreno ocupados por vegetación arbustiva, cultivos y pastoreo, sin olvidar aquellas extensiones dedicadas al desarrollo de actividades humanas relacionadas con zonas residenciales que, a su vez, requieren de bienes y servicios destinados a la satisfacción de las necesidades básicas del ser humano. Es así como la industria y la producción artesanal también ocupan su espacio, para garantizar la seguridad económica de la población. Es importante destacar los aspectos culturales y paisajísticos que presenta la parte alta de la subcuenca, los cuales fortalecen el desarrollo turístico del cantón. Todo lo anteriormente expuesto representa una creciente demanda de actividades, bienes y servicios, lo que produce una presión sobre los recursos naturales que, como consecuencia, genera cambios e impactos en el entorno. Por tanto, se necesita conocer las afectaciones del cambio de suelo en la subcuenca de río Tahuando para entender cómo las actividades antrópicas o funciones económicas han impactado en el cauce del curso de agua.

El presente artículo se enmarca en el proyecto de investigación denominado “Evaluación histórica, patrimonial y paisajística de la subcuenca del río Tahuando”, el cual se encuentra en proceso de desarrollo y elaboración por parte del grupo de investigación Ciudad y Paisaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra. El análisis del estudio de la temática, adicionalmente, se enmarca en el trabajo colaborativo con el equipo de docentes de la Universidad Católica de Chile, quienes están elaborando el proyecto de investigación “Río Mapocho aguas abajo – Atlas visual”; el punto en común corresponde al análisis del patrimonio paisajístico.

A través del análisis realizado, se identificarán los cambios de clasificación del suelo en la subcuenca del río Tahuando, entre las décadas de 1965 y 2021, con el método de fotogrametría. Se busca entender la dinámica entre las funciones de las capas de clasificación de suelo encontradas, las cuales coexistieron en el período de tiempo planeado por el estudio.

La investigación es una herramienta para conocer la relación entre la dinámica de cambio de uso de suelo con la capa vegetal y su incidencia en el cauce del río Tahuando, a través del análisis de áreas y de la relación porcentual de cada categoría de suelo, para evidenciar su crecimiento o decrecimiento.

## Revisión teórica

### Estado del Arte

La investigación titulada *Análisis multitemporal (1970-2017) del uso del suelo en cinco comunidades a lo largo de la carretera Boyd Roosevelt Panamá de Francisco Farnum y Vielka Murillo*, publicada en el año 2019, sirvió de base para la comprensión del método de análisis multitemporal como herramienta básica del estudio. Sobre todo porque se trata del registro de cambios en la vegetación y el uso de suelo en comunidades aledañas al canal de Panamá, ubicadas específicamente a lo largo de la carretera Boyd Roosevelt. En este trabajo se caracteriza y cuantifica la vegetación tomando como recursos la información cartográfica de 1970, 2000 y 2017 y fotografías de Google Earth. A partir de los datos recabados, se hizo la fotointerpretación digital a través del programa ArcGIS.

Rosero (2017), en su investigación titulada *Análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal de la cuenca del río Tahuando y proyección de cambios al año 2031, en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura*, permite aclarar los términos básicos para la investigación y, además, constatar la aplicación del método de análisis multitemporal directamente en la cuenca del río Tahuando, lo que facilitó el proceso de análisis y la comparación con los resultados obtenidos.

El trabajo consistió en la elaboración de un análisis multitemporal para evidenciar los cambios de uso y cobertura vegetal en la cuenca del río Tahuando, usando imágenes satelitales Landsat de los años 1991 y 2017 y Aster del año 2001. El objetivo general fue analizar las variaciones en el cambio de uso del suelo y cobertura vegetal de la cuenca del río Tahuando. Para identificar estas variaciones se aplicaron técnicas de teledetección a las imágenes satelitales de los años 1991, 2001 y 2017. Además, se establecieron cinco categorías para registrar el cambio de uso de suelo: agricultura, ganadería, zonas pobladas, cuerpos de agua y cobertura vegetal, que fueron cuantificadas para cada imagen satelital.

Para el desarrollo de la investigación se partió de la comprensión de los conceptos básicos de aplicación a partir de la revisión de normas y bibliografía relacionada con el tema, es decir, suelo, uso de suelo, cobertura del terreno y cobertura vegetal, cambios de uso, así como las clases de uso de suelo según los protocolos establecidos por las autoridades competentes en el Ecuador.

El suelo es el soporte de la vida en el planeta y, en esa medida, representa para la humanidad su recurso principal, pues facilita la existencia y el desarrollo de las actividades propias del hombre para su relación en comunidad. Se puede relacionar con las actividades productivas, como base de los ecosistemas y el medio de vida de los seres vivos; es en este sentido en el que se dirige la investigación, entendiendo el suelo desde lo físico y lo social. El suelo es el soporte físico de las actividades que la población lleva a cabo en búsqueda de su desarrollo integral sostenible y en el que se materializan las decisiones y estrategias territoriales, de acuerdo con las dimensiones social, económica, cultural y ambiental (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo [LOOTUGS], 2016).

Al relacionar el suelo con las acciones del hombre, se parte de la necesidad de entenderlo desde la perspectiva cambiante del ser humano con el tiempo, porque nuestra forma de vivir y relacionarnos con el medio natural no es la misma que la de nuestros antepasados.

En este sentido, es importante entender la cobertura del terreno desde la dualidad de su aplicación, tanto a nivel natural como artificial, es decir, el ecosistema formado por seres vivos que requieren de condiciones óptimas para vivir y la infraestructura que necesita el hombre para satisfacer sus necesidades. Ambos aspectos conforman la cobertura del terreno, como explica Lopéz.

López (2006) —como se citó en Pineda (2011)— plantea que la cobertura del terreno se aplica a aquellos objetos que se localizan sobre la superficie del planeta y que pueden ser de origen natural (bosques, glaciares, ríos y lagos, entre otros) o producidos y mantenidos por el hombre (carreteras, ciudades, presas, etc.). Es estudiada por las ciencias naturales y se refiere al estado físico de la cobertura vegetal; esta cobertura está determinada por factores biofísicos: el clima, la topografía, el tipo de suelos, la disponibilidad de agua y el tipo de vegetación (Pineda, 2011, p. 26).

En este sentido, cabe destacar que el suelo varía de acuerdo con el fin para el que es utilizado; es ahí donde aparece el término uso de suelo, en relación con las actividades que soporta y la importancia de su estudio a nivel territorial y ecológico para prever la medida necesaria ante los impactos de las actividades humanas en el entorno.

Pineda (2011) menciona:

El uso del suelo se refiere a la manera en la cual las coberturas son utilizadas por el hombre, para satisfacer sus necesidades materiales y espirituales. En otro contexto el uso de suelo describe las actividades del hombre que se desarrollan sobre la superficie terrestre y al influir el humano en el ambiente para producir bienes y servicios este uso tiende a transformarse. (p. 9)

En este contexto, es necesario aclarar el concepto de cobertura vegetal y su importancia para los ecosistemas. Esta se considera como el manto vegetal de un territorio dado; se destaca la necesidad de tomarla en cuenta dentro de la planificación del uso de suelo por su capacidad como principal protector de los ecosistemas.

Como expone Florian (2022):

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con

diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. (p. 1)

## **Métodos**

### **Bases de Datos y Referencias**

Esta investigación se basa en un análisis cuantitativo con un enfoque descriptivo, en el que se plantea un análisis multitemporal del área de estudio para mostrar los cambios de suelo, de la cobertura vegetal y del cauce del río Tahuando en un periodo de tiempo determinado, desde 1965 hasta el año 2021. Se recopilieron fotografías aéreas escaneadas desde la década de los 50 hasta el año 2000, obtenidas en el Instituto Geográfico Militar (IGM), en la ciudad de Quito. Desde el año 2000 en adelante, se recopilieron imágenes satelitales con resoluciones espaciales superiores a los 5 metros, disponibles en plataformas como Google Earth y Google Earth Engine.

### **Sistema de Clasificación para la Evaluación**

Para comprender la diversidad de cobertura vegetal como capa de la superficie terrestre y su transformación en el suelo como cimiento de las actividades para vivir, se hace necesaria la revisión de metodologías para la elaboración de los mapas de cobertura y uso de la tierra que se utilizan como insumos básicos para los procesos de planificación territorial.

Los tipos de uso y cobertura de suelo fueron seleccionados de los niveles I y II establecidos por el MAE- MAGAP (2014), es decir, cuerpo de agua y zona antrópica, correspondientes al Nivel I, y, del Nivel II, vegetación arbustiva, mosaico agropecuario y pastizal.

Se muestran las definiciones según el MAE-MAGAP (2015b).

#### **Nivel I**

- **Cuerpo de agua:** Área que se encuentra cubierta o saturada de agua estática o en movimiento, natural o artificial, que reposa sobre la superficie terrestre por todo o una parte del año.
- **Zona antrópica:** Asentamiento humano y la infraestructura que lo complementa.

#### **Nivel II**

- **Vegetación arbustiva:** Áreas con un componente sustancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.
- **Pastizal:** Vegetaciones herbáceas dominadas por especies de gramíneas y leguminosas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que, para su establecimiento y conservación, requieren labores de cultivo y manejo.

- Mosaico agropecuario: Son agrupaciones de especies cultivadas que se encuentran mezcladas entre sí y que no pueden ser individualizadas; y excepcionalmente pueden estar asociadas a vegetación natural.

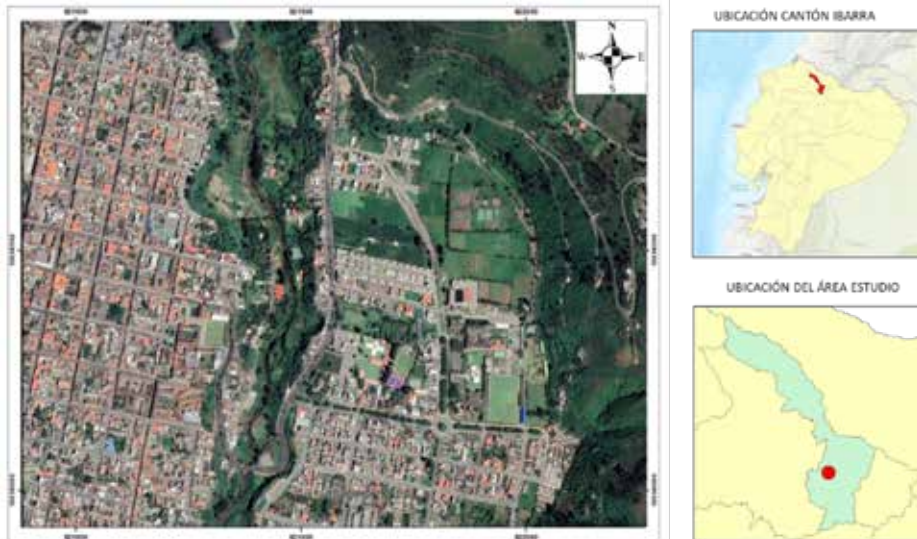
**Tabla 1.** Clases de suelo por nivel

<b>CÓDIGO NIVEL I</b>	<b>NIVEL I</b>	<b>CÓDIGO NIVEL II</b>	<b>NIVEL II</b>
1	Bosque	11	Bosque Nativo
		12	Plantación Forestal
2	Tierra Agropecuaria	21	Cultivo Anual
		22	Cultivo Semi-permanente
		23	Cultivo Permanente
		24	Tierra en Transición
		25	Pastizal
		26	Mosaico Agropecuario
3	Vegetación Arbustiva y Herbácea	31	Vegetación Arbustiva
		32	Páramo
		33	Vegetación Herbácea
4	Cuerpo de Agua	41	Natural
		42	Artificial
5	Zonas Antrópicas	51	Área Poblada
		52	Infraestructura

Fuente. MAGAP (2015)

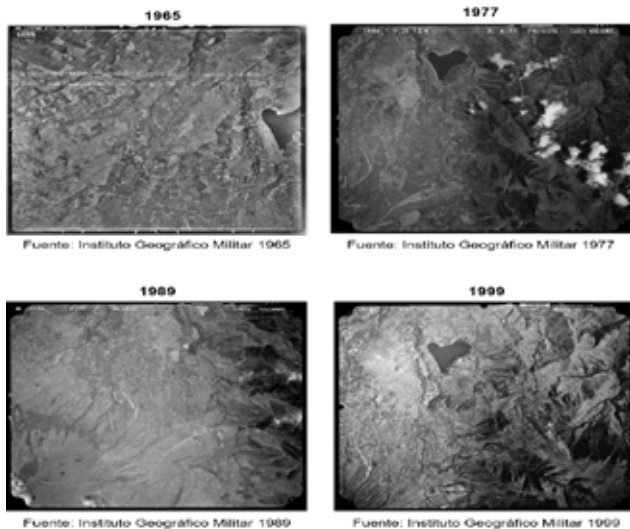
## Delimitación del Área de Estudio

Se determinó un área de estudio de 38.5 ha, la cual comprende ambos lados del río a una distancia de 270 m desde su eje.



**Figura 1.** Imagen zona de estudio – Río Tahuando  
**Fuente:** Google Maps 2022

A continuación, se muestran las fotografías aéreas seleccionadas para este estudio. Estas cuatro fotografías contienen la zona de estudio y pertenecen a los registros del Instituto Geográfico Militar (IGM), como resultado de las campañas que fueron realizadas desde la década de los 60 hasta la actualidad. Así mismo, se muestran las dos imágenes satelitales de los años 2011 y 2021.



**Figura 2.** Fotografías aéreas de 1965 y 1977

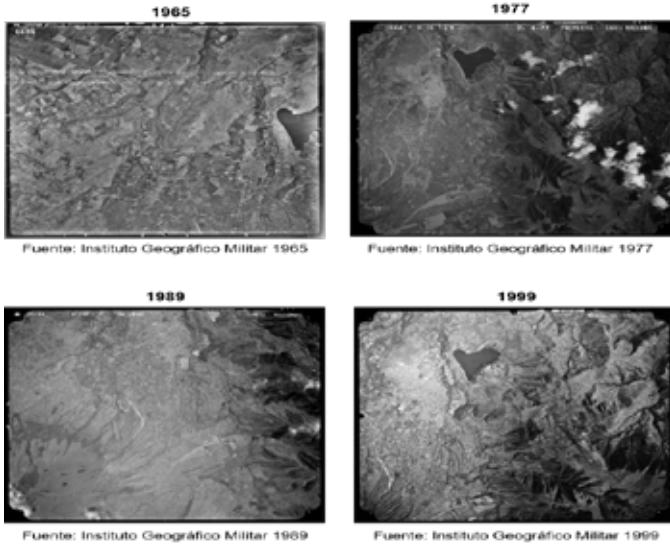


Figura 3. Fotografías aéreas de 1989 y 1999



Figura 4. Imágenes satelitales de 2011 y 2021



## Método de Análisis Multitemporal

Para determinar la variación de áreas y porcentajes de las distintas clases de suelo de la orilla del río Tahuando se emplea un método que permite interpretar imágenes y registrar las transformaciones del sector de estudio en las décadas mencionadas. Para el caso de la presente investigación, seleccionamos el método de análisis multitemporal como la herramienta idónea para alcanzar los objetivos planteados.

Chuvieco (2008) define los análisis multitemporales como los “análisis de tipo espacial realizados mediante la comparación de las coberturas interpretadas en imágenes de satélite, fotografías aéreas o mapas de una misma zona para diferentes períodos de tiempo” (p. 114). Este método permite observar los cambios en la cobertura vegetal e inferir la repercusión de la acción humana en el período de tiempo determinado.

El método de clasificación del suelo usado fue la supervisión clasificada. Este método es ideal para zonas de estudio pequeñas y depende de la interpretación y la experiencia de la persona que realiza la clasificación; a esto se le llama *fotointerpretación*. Es diferente a la clasificación no supervisada, la cual entrena a un *software* especializado para que este reconozca el valor del píxel y así asignarlo a una determinada clase de suelo. Esta última es ideal para extensiones muy grandes, donde la clasificación supervisada sería inviable (Chuvieco, 2008).

Una vez que se determinó el área de estudio, se solicitaron en el IGM todas las fotografías aéreas de esa zona desde la década de los 50 hasta el año 2000, las cuales conforman un total de 20 fotografías. Las características de estas fotografías varían en escala, nitidez y contraste. Para la determinación de las fotografías a utilizar en este estudio se realizó un análisis individualizado de cada una de ellas, específicamente en el área de estudio, para verificar su calidad, debido a que la cobertura de estas fotografías es de alrededor de 4500 ha, mientras que el área de estudio es de 38 ha. El principal criterio que se tomó en cuenta para la determinación de las fotografías aéreas en el estudio fue si existía la calidad suficiente para realizar fotointerpretación, principalmente, nitidez y contraste. De esta manera se obtuvieron cuatro imágenes correspondientes a los años 1965, 1977, 1989 y 1999.

Los intervalos de tiempo entre las fotografías seleccionadas son de 11 a 12 años, es decir, un intervalo medio de 11.5 años. Con el objetivo de mantener el mismo intervalo se escogieron las mejores imágenes satelitales disponibles para los años 2011 y 2021; por consiguiente, el intervalo del análisis multitemporal es de 11.5 años (1965-2021).

El tratamiento previo a la fotointerpretación para las fotografías aéreas y para las imágenes satelitales es diferente. Para las cuatro fotografías aéreas, se requirió un proceso de georreferenciación, mientras que para las dos imágenes satelitales no hizo falta dicho proceso y se procedió directamente a realizar la fotointerpretación.

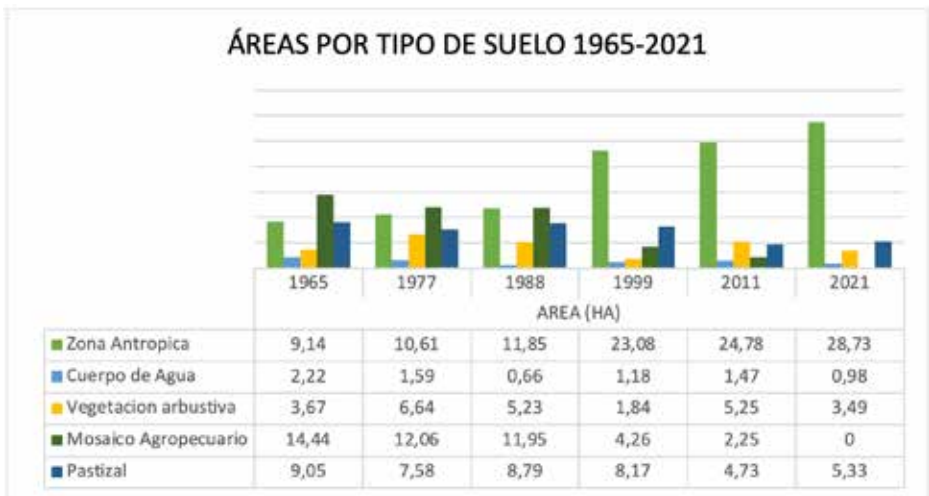
Las clases de suelo que se usaron en este estudio corresponden al nivel I y nivel II de las clases de cobertura de la tierra usadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para la generación de los mapas de cobertura y uso de la tierra a nivel nacional, a escala 1:100 000 (MAE-MAGAP, 2015) en el 2013. Específicamente para este estudio, se usaron cinco clases de suelo, dos de nivel I, zona antrópica y cuerpo de agua, y tres clases de nivel II, vegetación arbustiva, mosaico agropecuario y pastizal. El criterio que

se usó para la definición de las clases de suelo mencionadas estuvo basado en los usos que se encontraron en cada una de las fotografías e imágenes analizadas y en los objetivos planteados en este estudio. Por ejemplo, la clase de nivel I denominada *tierra agropecuaria* se consideró muy general para lo requerido, debido a que no permite la diferenciación de subclases encontradas en el área de estudio, como son el *mosaico agropecuario* y el *pastizal*. Al realizar una combinación de las clases de nivel I y nivel II, se pudo obtener el nivel de especificidad necesario para los objetivos del presente estudio.

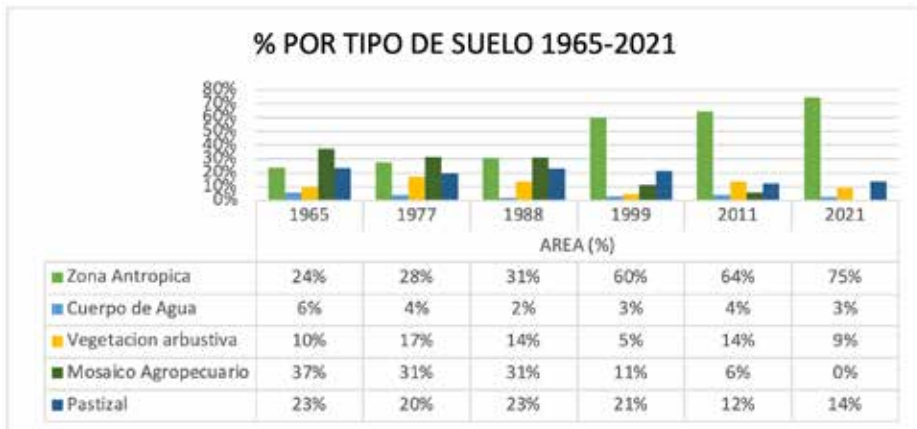
Finalmente, se realizó la fotointerpretación de las cuatro fotografías aéreas georreferenciadas y de las dos imágenes satelitales mediante herramientas de digitalización incluidas en los sistemas de información geográfica. Como resultado, se obtuvieron seis mapas de cobertura y clasificación de suelo.

## Resultados y Discusión

El área de estudio corresponde a un polígono de 38.5 hectáreas. Se escogió este tramo del río Tahuando por su proximidad con el casco histórico de la ciudad, debido a que el análisis corresponde al estudio de la variación de porcentajes de la clasificación del suelo en las orillas del río y la influencia que tienen los factores de crecimiento urbano sobre el cuerpo de agua y sus riberas.



**Figura 5.** Tablas comparativa de áreas por tipo de suelo  
**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 6.** Tablas comparativa de áreas por tipo de suelo  
**Fuente.** Elaboración propia

En el cuadro y los gráficos se puede evidenciar la variación de área por cada año de estudio y por cada categoría.

Para el análisis de resultados, se laboraron fichas que responden a la lectura cronológica de los datos y la caracterización del suelo. Contienen información gráfica, de áreas y de porcentajes de cada uno de los años escogidos para el estudio. Se pensó en estos documentos como herramientas de fácil empleo para su lectura.

El análisis de la información se presentará por cada año de estudio planteado:

En el año 1965, la clasificación de suelo con mayor extensión corresponde al mosaico agropecuario, con un porcentaje de 37 %, la zona antrópica corresponde al 24 %; el valor se mantiene en la zona construida de la ciudad de Ibarra, respetando el límite natural impuesto por el río. En los extremos del río se ubican pastizales y vegetación arbustiva, sumando en total el 29 %, y el 6 % corresponde al cuerpo de agua.

En el año 1977, la zona antrópica empieza a ubicarse al este y oeste del río, ocasionando su incremento al 28 %. El área de pastizal decrece al 20 %, mientras que la vegetación arbustiva sube al 17 %. El mosaico agropecuario tiene un porcentaje del 31 % y el cuerpo de agua sube su área al 4 %.

En el año 1989, se empiezan a evidenciar cambios importantes en el porcentaje de ocupación de la zona antrópica, el mosaico agrícola y el cuerpo de agua. La zona antrópica y el mosaico agrícola igualan su porcentaje de ocupación dentro del área de estudio con un 31 %, mientras que el cuerpo de agua se reduce al 2 % del total. Estos cambios pueden deberse a que ya existe un puente de comunicación con la nueva área de expansión de la ciudad, que será la ciudadela La Victoria. El área de pastizal sube al 23 % y la vegetación arbustiva cuenta con el 14 %.

En el año 1999, se evidencia un cambio importante para el sector de estudio y para la morfología de Ibarra: se supera el límite natural que constituía el río Tahuando y el proceso de expansión de la ciudad empieza a consolidarse al este de la ciudad. La zona antrópica

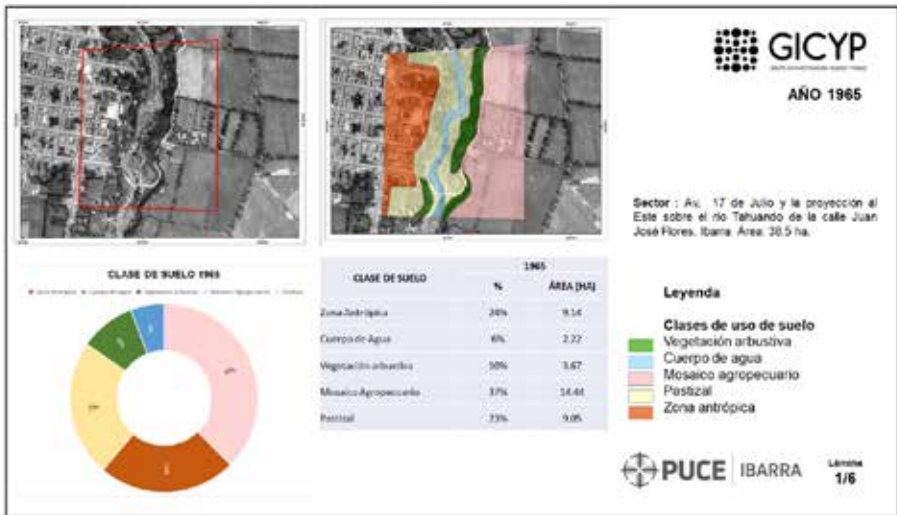
crece al 60 %, mientras que el mosaico agropecuario se reduce al 11 %, debido a que estás parcelas están siendo empleadas para uso de suelo residencial. La vegetación arbustiva se reduce al 5 %, el pastizal tiene un área del 21 % y el cuerpo de agua, del 3 %.

En el año 2011, la zona antrópica continúa en crecimiento con un 64 %. A la par, se reduce el mosaico agropecuario al 6 % y el cuerpo de agua empieza a recuperar su área, con un 4 %; estos valores se relacionan con los registrados en 1977 respecto al área del río. La vegetación arbustiva continúa en crecimiento, con un 14 %, y se ubica en su mayor parte en las riberas este y oeste del río. El pastizal cuenta con un porcentaje del 12 %.

En el año 2021, la zona antrópica crece al 75 % del total del área de estudio, ocasionando que el mosaico agropecuario desaparezca dentro del sector de análisis. El porcentaje del pastizal incrementa al 14 %. Decrecen el cuerpo de agua y la vegetación arbustiva al 3 % y 9 %, respectivamente.

En cada una de las fichas presentadas a continuación se realiza la lectura de datos y se analizan las variaciones de área y porcentaje, herramientas con las que se pretende establecer, por año, cuáles fueron las variantes principales y las categorías que priman.

### Año 1965



**Figura 7.** Ficha año 1965  
**Fuente.** Elaboración propia

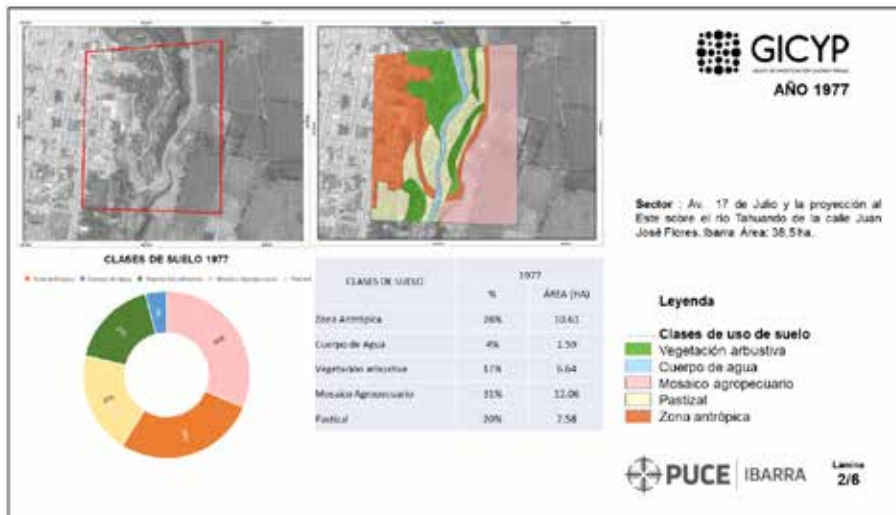
### Resultados obtenidos:

En el año 1965, la imagen base muestra el río Tahuando como límite natural al este de la ciudad de Ibarra. También se evidencia una estructura provisional sobre el río, que permite comunicar la ciudad con las parcelas agrícolas ubicadas al otro extremo de este.

Según el análisis de imágenes, al oeste del río se encuentra el asentamiento urbano, que corresponde a la zona antrópica, con un área de 9.14 ha. El pastizal se ubica en los dos extremos del río con un área de 9.05 ha. El mosaico agropecuario cubre la extensión de mayor área dentro de la delimitación propuesta para el estudio, con 14.44 ha, y se ubica al este del río, al igual que la mayor extensión de la vegetación arbustiva, con 3.67 ha. El río identificado con la clasificación cuerpo de agua tiene una extensión de 2.22 ha.

El área total del polígono de estudio es 38.5 ha.

### Año 1977



**Figura 8.** Ficha año 1977

**Fuente.** Elaboración propia

### Resultados obtenidos:

En el año de 1977, la imagen base muestra que el río Tahuando continúa constituyendo un límite natural para la ciudad de Ibarra. Se mantiene la estructura provisional para la comunicación de los extremos.

Según el análisis de imágenes, al oeste del río se encuentra la mayor extensión la zona antrópica, pero ya se empieza a evidenciar un eje sobre el extremo este; el área corresponde a 10.61 ha. El pastizal se ubica en los dos extremos del río con un área de 7.58 ha. El mosaico agropecuario continúa siendo la extensión de mayor área, con 12.06 ha, y se ubica al este del río, al igual que la mayor extensión de la vegetación arbustiva, con 6.64 ha. El río identificado con la clasificación cuerpo de agua tiene una extensión de 1.59 ha.

El área total del polígono de estudio es 38.5 ha.

**Año 1989**



**Figura 9.** Ficha año 1989  
**Fuente.** Elaboración propia

**Resultados obtenidos:**

En el año de 1989 la imagen base muestra al río Tahuando como límite natural para la ciudad de Ibarra, pero ya se evidencia la expansión urbana hacia el este del río que, posteriormente, se consolidará como la ciudadela La Victoria. Existe un puente que permite la comunicación hacia la nueva zona de expansión.

Según el análisis de imágenes, al oeste del río se encuentra la mayor extensión de la zona antrópica, pero se empieza a evidenciar que el porcentaje crece sobre el extremo este; el área corresponde a 11.85 ha. El pastizal se ubica en los dos extremos del río, con un área de 8.79 ha, presentando un crecimiento en la ribera oeste. El mosaico agropecuario decrece y llega a 11.95 ha; se ubica al este del río, al igual que la mayor extensión de la vegetación arbustiva, con 5.23 ha. El río identificado con la clasificación cuerpo de agua tiene una extensión de 0.66 ha; se registra un descenso importante en la cuantificación de su área.

El área total del polígono de estudio es 38.5 ha.

**Año 1999**



**Figura 10.** Ficha año 1999  
**Fuente.** Elaboración propia

Resultados obtenidos:

En el año de 1999 la imagen base muestra la expansión urbana hacia el límite este del río Tahuando. Existe un puente que permite la conectividad peatonal y vehicular hacia la ciudadela La Victoria, se evidencia una densidad edilicia importante. También se evidencia la implantación de equipamiento educativo superior en este crecimiento de la ciudad de Ibarra hacia su extremo este.

Según el análisis de imágenes, la zona antrópica muestra un crecimiento importante hasta alcanzar las 23.08 ha. El pastizal es otra categoría que se incrementa hasta las 8.17 ha. La vegetación arbustiva decrece a 1.84 ha., al igual que el mosaico agropecuario, que se reduce a 4.26 ha. El cuerpo de agua tiene un área de 1.18 ha.

El área total del polígono de estudio es 38.5 ha.

**Año 2011**



**Figura 11.** Ficha año 2011  
**Fuente.** Elaboración propia

Resultados obtenidos:

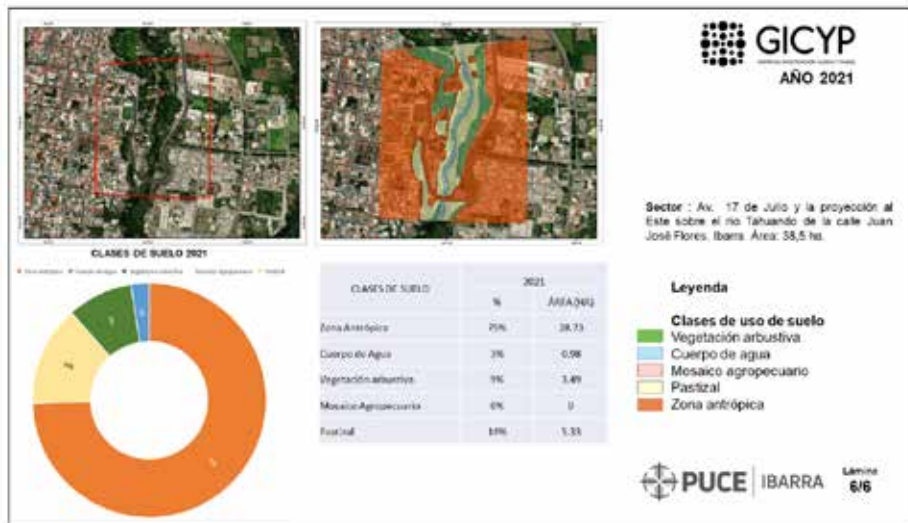
En el año de 2011 la imagen base muestra la consolidación del proceso de expansión de la ciudad de Ibarra.

Según el análisis de imágenes, la zona antrópica cuenta con 24.78 ha., el área continúa creciendo, mientras que el mosaico agropecuario se reduce y cuenta con 2.25 ha. El cuerpo de agua empieza a crecer a 1.47 ha, la vegetación arbustiva tiene 5.25 ha y el pastizal, 4.73 ha.

El área total del polígono de estudio es 38.5 ha.



## Año 2021



**Figura 12.** Ficha año 2021  
**Fuente.** Elaboración propia

Resultados obtenidos:

En el año de 2021 la imagen base muestra al río Tahuando como parte de la morfología de la ciudad de Ibarra; ya no constituye un límite, pero se evidencia que sus riberas no sufrieron mayor alteración con la expansión urbana que tuvo la ciudad. Se mantuvieron las clasificaciones de vegetación arbustiva y pastizal en los límites del cuerpo de agua.

Según el análisis de imágenes, la zona antrópica continúa en crecimiento y cuenta con un área de 28.73 ha, el mosaico agropecuario desaparece en el sector de estudio, la vegetación arbustiva reduce su extensión a 3.49 ha, el pastizal cuenta con 5.33 ha y el cuerpo de agua se reduce a 0.98 ha.

El área total del polígono de estudio es 38.5 ha.

## Conclusiones

El río Tahuando constituye un elemento natural importante para la ciudad de Ibarra. En las últimas décadas del siglo XX fue el límite del casco urbano de la ciudad y en los años posteriores, por procesos de crecimiento urbano, el río queda inmerso dentro de la configuración de la morfología de la urbe.

Desde la época colonial, en la que la ciudad de Ibarra fue elevada a villa, el río constituye un elemento de importancia para el imaginario urbano, pues ha sido parte de las actividades cotidianas y de recreación de la población.

Para el estudio se seleccionó el tramo comprendido entre la Avenida 17 de julio y la

calle Juan José Flores. La zona se escogió por encontrarse próxima al casco histórico y contiene el equipamiento urbano que permitió la articulación de la ciudad con la zona de expansión, que en la actualidad se conoce como la ciudadela La Victoria.

En el estudio se analizaron imágenes de los años 1965, 1977, 1989, 1999, 2011 y 2021, en las que se identificó un polígono de estudio; se escogieron las categorías de los niveles I y II para clasificación del suelo de los procesos de metodología para elaborar planos que proporciona el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca del Ecuador (MAGAP). Las categorías que se identificaron dentro del área de estudio fueron zona antrópica, cuerpo de agua, vegetación arbustiva, mosaico agropecuario y pastizal.

El análisis presentado permite responder a los cuestionamientos planteados con relación al estudio del río Tahuando y a si la expansión urbana de la ciudad tuvo alguna afectación en sus riberas. Los resultados que se obtuvieron dentro de la comparativa de imágenes y porcentajes de las categorías de clasificación de suelo empleadas fueron los siguientes. La zona antrópica tiene un crecimiento en su área hasta llegar a consolidar como uso de suelo residencial las parcelas que constituían el mosaico agrícola en las primeras décadas de este estudio. La vegetación arbustiva y los pastizales son dos categorías que, en todo el período de análisis, se van a localizar en las riberas del río; los porcentajes de áreas van a variar en función del avance urbano, pero no van a perder territorio. El río, ubicado dentro de la categoría cuerpo de agua, presenta una disminución importante en la década de 1989; en los años posteriores recupera su caudal.

## Referencias

- Asamblea Nacional de Ecuador (2016). LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO.
- Chuvieco, E. (2008). Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio (3 ed.). (Planeta, Ed.) Barcelona, España
- Farnum, F. y Murillo, V. (2019). Análisis multitemporal (1970-2017) del uso de suelo en cinco comunidades ubicadas a lo largo de la carretera Boyd Roosevelt, Panamá. *Tecnociencia*. Vol.21 (núm 2). pág 26-38.
- Florian, A. (21-07-2022). ¿Qué es la cobertura vegetal? En15días. <https://en15días.com/educacion-ambiental/que-es-la-cobertura-vegetal/>
- MAE-MAGAP. (2015a). Protocolo metodológico para la elaboración del Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100.000.
- MAE-MAGAP. (2015b). Anexo 1. Protocolo de leyenda temática de tipos de uso y cobertura de suelo para la elaboración del Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100.000.
- Pineda Pastrana, Olivia (2011). *Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de valle de Santiago*. Tesis de maestría. CentroGeo. México.

Rosero, M. M. (2017). Análisis multitemporal del uso de suelo y cobertura vegetal de la cuenca del río Tahuando y proyección de cambios al año 2031, en el cantón Ibarra. Tesis de maestría. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.

# Evaluación de *Pleurotus ostreatus* en Procesos de Biorremediación de Suelos Contaminados con Hidrocarburos

Nicole Lara , Santiago Mafla 

Lara Domínguez, Paula Nicole  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra  
Autor para correspondencia: pnlara@pucesi.edu.ec

Mafla Andrade, Santiago Xavier  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra  
sxmafla@pucesi.edu.ec

## Resumen

El empleo de hongos basidiomicetos en procesos de biorremediación en los últimos años ha generado un mayor interés, debido a su amplio campo de utilización para degradar y/o absorber contaminantes resultantes de actividades petroleras. A su vez, estos hongos tienen un bajo costo y un fácil manejo, en comparación con el uso de bacterias. El presente trabajo buscó evaluar el hongo *Pleurotus ostreatus* como un agente biorremediador de suelos contaminados con hidrocarburos, específicamente TPH (hidrocarburos totales de petróleo). Se logró analizar los cambios presentados en los suelos utilizados una vez colocadas las diferentes concentraciones fúngicas (10 %, 20 % y 30 %); fue la última concentración en la que se evidenció mayor eficacia. Se observaron diferencias significativas en cuanto al cultivo de las infas, debido a que tuvieron un mayor crecimiento en zonas oscuras y con una temperatura promedio de 19.40. °C. Las características físicoquímicas de los suelos presentaron cambios una vez ejecutado el proceso de remediación, disminuyendo su pH inicial de 6.22 a 7.61, es decir, llegaron a un pH básico, al igual que el color. Adicionalmente, se calculó el porcentaje de efectividad del hongo; se puede decir que tiene una eficacia de remoción del 44.62 %. Con ello, se puede afirmar que el *Pleurotus ostreatus* es un microorganismo que posee un gran valor respecto a los procesos de remoción de contaminantes, con una posible aplicación a mayor escala. Así, puede contrarrestar los efectos negativos de las actividades de extracción de petróleo y, en un futuro, ser empleado en el Ecuador y en el mundo para evitar la contaminación del recurso suelo.

**Palabras clave:** *Pleurotus ostreatus*, biorremediación, fúngico, TPH, contaminación

## Introducción

La importancia de este trabajo de investigación radica en encontrar y modelar un mecanismo de biorremediación a escala de laboratorio con un potencial de aplicación en

el campo, aportando así al cuidado del medio ambiente y de la gran biodiversidad del Ecuador. Es así como, evaluando el hongo *Pleurotus ostreatus* para su utilización en procesos de restauración de suelos contaminados por hidrocarburos —específicamente TPH (hidrocarburos totales de petróleo)— se pretende dar una solución a la problemática de la contaminación del recurso suelo.

La biorremediación es un proceso alternativo usado en la actualidad para remover o eliminar contaminantes que permanecen presentes en el medio usando sistemas biológicos. Se puede usar *ex situ* e *in situ*, sin necesidad de desplazar o trasladar materiales contaminados, lo que proporciona relevantes ventajas en términos de reducción de costes y esfuerzos. Estas tecnologías tampoco provocan otro tipo de contaminación durante su uso, por lo que son extensamente aceptadas por la sociedad (Baldrian, 2008).

Debido a diferentes avances en los últimos años, la biorremediación se ha convertido en una herramienta necesaria para mantener el control de la contaminación. Entre dichos avances está la implementación de conjuntos de organismos con diferentes propiedades ecológicas, conocidos como hongos de pudrición blanca (Bogan y Lamar, 1996). El interés de estos organismos radica en que son capaces de degradar o remover diferentes contaminantes orgánicos y sustancias persistentes en el medio ambiente, como los clorofenoles, las dioxinas, las aminas, los fenoles y los hidrocarburos (Floriani, 2009).

*Pleurotus ostreatus* es una especie de hongo de descomposición blanca con enorme relevancia económica, gastronómica y medicinal. Comúnmente, se los conoce como hongos ostra o champiñones. En especial, esta especie de hongo tiene un complejo multienzimático que descompone los compuestos lignocelulósicos (lacasa, manganeso peroxidasa, glucosa oxidasa). La efectividad de estas enzimas ha hecho que se usen en procesos de biorremediación para oxidar ciertos contaminantes, como los pesticidas, colorantes, herbicidas y fungicidas (Dias et al., 2008).

La contaminación del suelo con hidrocarburos puede influir a la flora, la fauna y los microorganismos presentes en el suelo (Madigan et al., 1999). Asimismo, puede afectar a la fertilidad del suelo, al incremento y desarrollo de las plantas y a la vida y supervivencia de los animales que se alimentan de dichas plantas, alterando así las cadenas tróficas (Infante, 1998). Además, los efectos de estos compuestos tóxicos sobre los seres humanos (mutágenos y carcinógenos) y diversos tipos de organismos (microbiota) están afectando al ámbito social, los sistemas de producción, la salud, la economía y al modo de vida poblacional.

Pese a todo lo mencionado anteriormente, en nuestro país no se ha generado una metodología para explotar el gran potencial de este hongo en lo referente a la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos. Aun cuando somos una nación extractora de esta sustancia y se han registrado un sinnúmero de derrames de crudo sobre extensas superficies de suelos fértiles, no ha existido la iniciativa de tomar medidas de acción. Sin embargo, el presente trabajo de investigación aportará a solucionar la problemática de la contaminación del recurso suelo y será también una base de ayuda para futuras investigaciones.

## Revisión teórica

### Contaminación de Suelos

La contaminación del suelo es una consecuencia clásica de la actividad humana y es generada por la producción industrial de tintes, fibras sintéticas y conservantes de madera; por la sustracción y gasificación de carbón; y por la extracción, el transporte, la refinación, la conversión y la utilización del petróleo y sus derivados (Soares, 2011).

Dias et al. (2008) definen la contaminación del recurso suelo como la presencia de recursos o sustancias que tienen la posibilidad de perjudicar elementos biológicos del ecosistema e influir de forma negativa en el manejo y la sostenibilidad del ecosistema. La contaminación, además, está relacionada con la concentración o proporción de desperdicios introducidos de manera accidental o intencionalmente en el suelo.

### Contaminación de Suelos con Hidrocarburos

La contaminación por hidrocarburos y sus derivados es el foco de los desequilibrios ambientales, ya que persisten en el medio natural y tienden a difundirse hacia el suelo y las aguas superficiales.

Según Singh (2006), los hidrocarburos de petróleo ingresan al medio ambiente de manera continua y en grandes cantidades a través de diversas vías. La ruta más relevante es la penetración de los sedimentos naturales, dando lugar a la presencia de petróleo en el medio marino. Otras rutas integran la producción, el almacenamiento y el transporte, además del alto riesgo que existe de derrames de petróleo y gas. Pascucci (2011) señaló que luego del descubrimiento del petróleo como fuente de combustible, los derrames de petróleo aumentaron, creando un serio dilema. Los vertidos de petróleo de refinerías de petróleo, fábricas o barcos contienen componentes tóxicos, nocivos para las plantas, en el aceite usado vertido al mar, lo que también supone un alto riesgo para los animales. Estas toxinas pueden viajar a través de la cadena alimenticia y, eventualmente, ser ingeridas por humanos.

### Hidrocarburos Totales (TPH)

Los hidrocarburos totales son compuestos de carbono-hidrógeno insolubles o sutilmente solubles en agua. Poseen de 5 a 36 cadenas de carbono con características químicas semejantes, agrupadas por densidad, punto de ebullición, presión de vapor, solubilidad y polaridad. Gracias a su estructura, dichos agregados no son polares, debido a que los enlaces carbono-hidrógeno poseen una pequeña diferencia en electronegatividad (Ron, 2012). El rango de aspectos TPH se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Rango de fracciones de TPH

Fracción TPH	Constituyente
TPH – GRO (TPH en rango de gasolina)	$C_5 - C_{10}$
TPH – DRO (THP en rango de diésel)	$C_{10} - C_{25}$
TPH – ORO (TPH en rango de aceites lubricantes)	$C_{25} - C_{36}$

Fuente. Adaptado de Ron (2012) por los autores, 2018

Los fragmentos de los hidrocarburos de petróleo se comportan de igual forma tanto en el suelo como en el agua; en su interior tienen productos específicos, como hexano, benceno, tolueno, naftaleno, xileno, fluoreno y aceite mineral. Su fuente puede ser natural o artificial y puede entrar al medio ambiente a través de derrames, accidentes y desperdicios industriales. La contaminación por TPH sucede una vez que la cantidad de hidrocarburos excede la capacidad de degradación de los microorganismos, ocasionando la oxidación y mineralización de los TPH en sustancias inocuas (Castro, 2007). Los fragmentos de TPH no disociados se adhieren a las partículas o sedimentos del suelo y persisten por largos períodos de tiempo, destruyendo así las características del suelo (Sepúlveda y Velasco, 2002).

## **Biorremediación**

La biorremediación es un procedimiento que utiliza los procesos o actividades biológicas de los organismos vivos (microorganismos y plantas) que son capaces de cambiar o degradar ciertos contaminantes y transformarlos en sustancias inertes (Soares, 2011). También se define como “una técnica para la biorremediación de un medio natural previamente contaminado con xenobióticos, utilizando las capacidades metabólicas de microorganismos (bacterias, hongos, levaduras y algas) y algunas plantas, oxígeno y nutrientes para acelerar el proceso natural de biodegradación” (Nápoles y Abalos, 2008).

### **Tecnologías de Biorremediación *in situ***

Los procedimientos *in situ* se realizan para incentivar y generar un **ámbito propicio** para el desarrollo de microorganismos contaminantes. Esto, principalmente, se puede conseguir añadiendo viento u oxígeno (bioventilación), nutrientes (bioestimulación), microorganismos (bioaumentación) y/o humedad, además del control de temperatura y pH (Instituto Argentino de Petróleo y Gas, 1991).

### **Tecnologías de Biorremediación *ex situ***

El desarrollo de los procesos de biorremediación *ex situ* incluyen la fase de biodegradación en la etapa de lodo, que ocurre cuando el suelo se mezcla con agua, formando lodo, microorganismos y nutrientes y, por otra parte, el proceso de biodegradación en fase sólida, que se da cuando se coloca el suelo en una cámara de tratamiento (compostaje) o sobre una membrana permeable (tratamiento biológico) a la que se le adiciona agua y nutrientes (IAPG, 1991).

## **Hongos y Nutrición**

A diferencia de las plantas, los hongos son especies heterótrofas. Al carecer de clorofila, no pueden generar su propio alimento a través de la fotosíntesis y, por lo tanto, deben obtenerlo de otras fuentes (Alexopoulos et al., 1996). El aparato digestivo de los hongos es externo, por lo que secretan enzimas digestivas en su entorno, las cuales descomponen la materia orgánica en moléculas más simples que pueden ser absorbidas como nutrientes a través de las membranas y paredes celulares. Los hongos se clasifican en

tres grandes grupos, según la manera en la que obtienen sus nutrientes y energía (patrón trófico) (Cisterna, 2003).

## **Hongos de pudrición blanca**

Entre los basidiomicetos, se encuentran especies con las características más propicias para el proceso de regeneración fúngica (Moreno et al., 2004). También conocidos como hongos de pudrición blanca, estos grupos de organismos son los únicos capaces de descomponer y mineralizar la lignina.

En el ambiente natural, estos hongos no hacen uso del componente de la lignina como fuente de carbono; lo que realizan es la oxidación y destrucción de las barreras químicas para así penetrar o acceder a los polisacáridos de la madera, que son su principal fuente de energía de carbono (Jeffries, 1990). Varios autores han demostrado que, además de la lignina, este organismo puede degradar contaminantes como el DDT, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HPA), las dioxinas y otros contaminantes organoclorados (Soares, 2011).

Actualmente, la utilización de este hongo en procesos de biorremediación tiene un gran potencial y genera muchas esperanzas. Sin embargo, la desventaja es que la tecnología aún no se ha desarrollado para permitir su uso en este campo. Uno de los principales factores responsables de su escaso desempeño en este ámbito es el desarrollo de un inóculo fúngico poco efectivo.

La mayor parte del trabajo sobre este tema se centra en las bases fúngicas de los contaminantes; se presta poca o ninguna atención a la tecnología involucrada, como la producción y generación de semillas o la ingeniería de campo (Seiti, 2010).

## **Uso de Hongos de Pudrición Blanca en Procesos de Biorremediación**

El uso de hongos para descomponer o remover compuestos contaminantes ambientales se le conoce como micorremediación. El proceso de la micorremediación incluye producir una mezcla que contenga el micelio con suelo contaminado, situar terrones de micelio en superficies tóxicas o una combinación de ambos métodos para procedimiento continuo o uso exclusivo (Statemets, 2005). La mayor parte de la indagación que existe sobre la cooperación entre hongos y desperdicios se basa en estudios de laboratorio. No obstante, a lo largo de los últimos años, los hongos se han utilizado para tratar una amplia variedad de contaminantes y se ha dilucidado su papel en la biorremediación de diversos compuestos perjudiciales y tóxicos en suelos y sedimentos (Singh, 2006).

Biomoléculas vegetales recalcitrantes, HAP, compuestos BETEX, colorantes, pesticidas, elementos de aguas residuales e incluso cianuro se incluyen entre las moléculas orgánicas degradadas o transformadas por hongos. A diferencia de las moléculas orgánicas, los metales no se pueden eliminar, pero los hongos, al igual que otros microorganismos, pueden provocar transiciones entre sus formas móviles e inmobilizadas (Gadd, 2001).



## Ventajas del Uso de Hongos de Pudrición Blanca

La biorremediación biológica con la utilización de especies de pudrición blanca tiene diferencias respecto a otros procesos de remediación, incluso respecto al uso de bacterias, debido a que sus mecanismos poco habituales son los le brindan varias ventajas en cuanto a la degradación de contaminantes (Singh, 2006; Adenipekun y Lawal, 2012):

1. Las especies de hongos de pudrición blanca son abundantes en varios ecosistemas presentes en la naturaleza.
2. Las enzimas, de gran importancia para el sistema de degradación de la lignina, se encuentran por fuera de la célula, por lo que no es necesario asimilar el sustrato.
3. Dichas enzimas son las que permiten que los hongos toleren dosis altas de concentraciones de contaminantes tóxicos. Debido al mecanismo de radicales libres no específico, los hongos de la pudrición blanca pueden degradar una amplia variedad de contaminantes.
4. Se pueden usar a la vez con sustratos lignocelulósicos económicos, los cuales se pueden agregar a sitios contaminados para aumentar la degradación de contaminantes a través de la utilización de este mecanismo.
5. Su desarrollo se logra mediante el crecimiento de las hifas, lo que les permite colonizar y sondear el suelo de manera eficiente. Por ello, tienen gran potencial para introducir contaminantes en el suelo de formas que otros organismos no pueden.
6. Estos organismos no requieren pretratamiento de contaminantes.

### Hongo ostra o seta *Pleurotus ostreatus*

#### Generalidades

*Pleurotus ostreatus* es un hongo saprófito que pertenece al grupo de hongos de pudrición blanca más estudiado, debido a sus propiedades lignofósiles específicas, su rápido desarrollo y su fácil manipulación en condiciones de campo. Su micelio es blanco y agrandado radialmente, la textura rápidamente se vuelve algodonosa y, con el tiempo, se desarrolla una capa de micelio firme pero delgada. El micelio más viejo secreta principalmente gotitas de color amarillo anaranjado de un metabolito, una toxina de nematodo, que requiere un análisis más detallado (Stamets, 1993).

Los hongos tienen un pie lateral, por lo que se desarrollan como una ostra o una oreja. La palabra *Pleurotus* deriva del griego “pleura” o “pleurón”, que significa lado o costado, y del latín “otus”, que significa oreja (Gaitán et al., 2006). Sin embargo, para los fines de este estudio, los hongos se procesarán a nivel microbiano (micelia), sin desarrollar cuerpos fructíferos. A diferencia de otros hongos de pudrición blanca, *P. ostreatus* no produce lignina peroxidasa, pero su capacidad para degradar la lignina y los PAH está relacionada con sus actividades de lacasa y manganeso peroxidasa (Hatakka, 1990,

citado en Bezalel et al., 1996). La especie *P. ostreatus* es eficaz contra una amplia gama de contaminantes tanto en medios líquidos como en sistemas lignocelulósicos del suelo (Novotny, 2004).

## Taxonomía

*Pleurotus ostreatus* se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera (Base de datos taxonómica de UniProt):

Dominio: Eukaryota

Reino: Fungi

Phyllum: Basidiomycota

Clase: Homobasidiomicetos

Orden: Agaricales

Familia: Pleurotaceae

Género: *Pleurotus*

Especie: *Pleurotus ostreatus*

## Antecedentes del Uso de *P. ostreatus* en Procesos de Biorremediación

Durante los últimos años, se han realizado diversas investigaciones para examinar la degradación de varios hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) por hongos ostra en suelos contaminados de forma natural y artificial. En uno de estos estudios, realizado en el año 2000, *P. ostreatus* logró eliminar 4 PAH adsorbidos en el suelo: 50 % pireno, 68 % antraceno y 63 % fenantreno, en un período de 21 días de prueba. Para estas pruebas se inoculó el suelo con germen de trigo. También se determinó que la adición de Tween 40 al 0.15 % aumentó la biodegradación al 75 %, 80 % y 75 % de la concentración original, respectivamente. El pireno era biodegradable en un 90 % en presencia de tensioactivo y  $H_2O_2$  (1.0 mM). El benzo-pireno también fue oxidado por *Pleurotus ostreatus*, pero no está mineralizado (Márquez et al., 2000). El efecto del hongo *P. ostreatus* en los compuestos aromáticos policíclicos (PAC) se investigó en experimentos a escala de campo en suelo contaminado real (Hestbjerg et al., 2002).

También se han utilizado cepas de *P. ostreatus* en procedimientos *ex situ* y en laboratorios a partir de suelo contaminado en sitios de derrames. Se utilizaron muestras de suelo esterilizadas y no esterilizadas para estas pruebas. Las concentraciones de hidrocarburos de petróleo totales (TPH) se determinaron mediante métodos cromatográficos antes y después del tratamiento con hongos. La actividad fúngica de *P. ostreatus* actúa como degradador de los hidrocarburos existentes. Se encontró que es capaz de degradar hasta el 97 % de los hidrocarburos por sí mismo e interactuando con la flora bacteriana nativa presente en la parte inferior cuando se trata el suelo esterilizado; sin embargo, los TPH

se pueden degradar en un porcentaje similar en menor tiempo que el utilizado en otros estudios, mostrando su potencial para ser biodegradable en suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo (Déley, 2010).

## Métodos

La presente investigación se desarrolló en dos etapas: una etapa inicial (fase de campo) y una segunda etapa (fase de laboratorio). La primera etapa se llevó a cabo en la ciudad de Ibarra, donde se obtuvo la muestra de suelo. La segunda etapa se realizó en los laboratorios de microbiología, biotecnología y química de la Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra (PUCE-SI).

El ensayo se llevó a cabo en condiciones *ex situ*, con revisiones cada 7, 14, y 21 días para constatar los posibles cambios en los tratamientos.

Se aplicaron las metodologías analítica, experimental, descriptiva, bibliográfica y cuantitativa para realizar el diseño experimental de tipo arreglo factorial DCA, el cual pretende evaluar el hongo *Pleurotus ostreatus* como agente biorremediador de suelos contaminados con hidrocarburos. Todos los procedimientos se realizaron en laboratorios.

### Fase de Campo

Para dar solución al objetivo específico número uno, denominado “realizar una caracterización fisicoquímica del suelo y contenido de TPHs (hidrocarburos totales de petróleo) al inicio y final del proyecto”, se realizaron los siguientes pasos.

#### Caracterización del Lugar

Las muestras de suelo fueron tomadas de la granja experimental de la PUCE-SI, en la parroquia de San Francisco, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

Ubicación geográfica:

Latitud: 0°21'02"N

Longitud: 78°06'22"W

Altitud: 2224 msn

Condiciones climatológicas:

Temperatura: 16 °C

Humedad: 82 %

#### Muestreo del suelo

##### Toma de muestra

Se procedió a ubicar un terreno que presentara una fácil accesibilidad. Posteriormente,

se escogieron tres puntos al azar; en cada uno de ellos se realizaron excavaciones de alrededor de 20 cm de largo, 20 cm de ancho y 30 cm de profundidad. Se tomaron pequeñas submuestras de cada punto señalado. Una vez que se obtuvo la cantidad necesaria (5 kg), fueron colocadas en fundas Ziploc previamente etiquetadas (lugar, fecha, tipo de muestra y responsable).

Dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio de química de la universidad para el análisis de parámetros fisicoquímicos iniciales: textura, pH, conductividad, estructura, color, porosidad, nitrógeno, potasio, fósforo y materia orgánica.

### **Obtención de petróleo**

Se consiguió 1 litro de crudo de petróleo de 28 ° API perteneciente a la Refinería de Esmeraldas, por facilidad de intermediarios.

### **Contaminación de suelo con hidrocarburo**

Del suelo muestreado, 6 kg, se tomó 1 kg para los análisis fisicoquímicos; a los restantes 5 kg se les agregó 210 ml de petróleo hasta obtener una mezcla homogénea. Se tomó una muestra de 1 kg para trasladarla posteriormente al laboratorio, donde se realizaron los respectivos análisis en cuanto a concentración del contaminante.

### **Trabajo de Laboratorio**

Las muestras de suelo fresco fueron secadas al aire libre y se analizaron siguiendo los procedimientos establecidos para cada parámetro.

Parámetros físicos:

- **Color:** Para el análisis del color de la muestra, se llevó a cabo una observación a través de la perspectiva del estudiante del color; él observó de la muestra y, posteriormente, se procedió a compararla con la tabla de Munsell.
- **Textura:** Se procedió a tomar una muestra de suelo relativamente representativa. Se colocó en nuestra mano, se agregó agua poco a poco y se fue moldeando hasta que comenzaron a expresarse las propiedades de la consistencia en húmedo y mojado. Después, según el tacto analizado, se comparó con la pirámide de textura del suelo.
- **Materia orgánica:** Por calcinación. Se tamizaron 6 o 7 g de muestra de suelo secado al aire a 2 mm (o fracción requerida), se pesaron y colocaron en un crisol de porcelana. Para este proceso, es necesario secar el conjunto (muestra y crisol) en una vitrina u horno a 105 °C hasta peso constante (de 24 a 48 horas aproximadamente), retirar del horno, dejar enfriar en un desecador y luego pesar. Las muestras se calcinaron en un horno de mufla a 650 o 700 °C durante 3 o 4 horas. Todo se sacó de la mufla, se enfrió en un desecador y se pesó nuevamente. Se calcula la diferencia de peso entre las medidas de antes y después de la calcinación; esta diferencia de peso corresponde a la cantidad de materia orgánica perdida de la muestra como consecuencia de la calcinación. Las diferencias de peso se expresan en porcentaje (%) respecto al

peso inicial de la muestra (secada a 105 °C), es decir, el porcentaje de materia orgánica presente en la muestra.

- Conductividad: El primer paso que se realizó fue pesar la muestra previamente tamizada. En esta ocasión, se utilizaron 30 gramos de muestra de suelo; se fue añadiendo agua destilada de a poco hasta formar una especie de pasta y se mezcló alrededor de 1 minuto para integrar la solución. Una vez realizado todo esto, se procedió a medir con el conductímetro.

#### Parámetros químicos:

- pH: Primero se realizó el tamizado de la muestra de suelo y después se pesaron 10 gramos de suelo en la balanza analítica. Posteriormente, se colocó la muestra pesada en un vaso de precipitados y se agregaron 10 ml de agua destilada. Se agitó durante un tiempo de 1 a 5 minutos para homogenizar la muestra. Después, se procedió a realizar la medición del pH en el potenciómetro.
- Nitrógeno Total (N): Se procedió a tomar una muestra de suelo de 10 g y se le añadieron 10 ml de agua destilada, teniendo una relación 1-1 de la solución. Se colocó en un agitador la solución y se agitó por alrededor de 25 minutos a 200 r.p.m. (revoluciones por minuto). Una vez realizado este proceso, se procede a la filtración de la muestra; para ello, se coloca un matraz Erlenmeyer con un embudo y papel filtro y se realiza el procedimiento.
- PCB (bifenilos policlorados): Para la realización de este método rápido de aceite se utilizó el kit CLOR-N-OIL 50, el cual consiste en la determinación de aceites en la muestra de suelo. Para ello, se procedió a colocar en el tubo de tapa negra 5 ml de suelo (no contaminado) previamente filtrado; después, se procedió a romper la ampolla inferior que esta dentro del tubo, se agitó por 10 segundos, se rompió la segunda ampolla (de color gris) y se agitó nuevamente por 10 segundos. Una vez realizado este paso, se procedió a abrir ligeramente la tapa del tubo negro para liberar presión. Posteriormente, se tomó el tubo #2, el cual contiene en su interior un líquido; dicho líquido fue pasado al tubo #1, cuidadosamente, y se agitó por 1 minuto. Se colocó al revés el tubo #1 para que exista la precipitación del aceite, si este fuera el caso. Este proceso se deberá realizar en un lapso de 2 minutos. Transcurrido ese tiempo, se compara la muestra con las gráficas presentes en el manual.
- TPH: Se realizaron los análisis cada 7, 14 y 21 días, respectivamente, para constatar si existía remoción. Para ello se utilizó el equipo espectrómetro, en el cual se realizaron los siguientes pasos.

#### Extracción con solventes orgánicos:

- Se marcó el nivel de la muestra en la botella para determinar su volumen. Si el volumen de la muestra es superior a 1.5 l, se extrae directamente en la botella; de lo contrario, se transfiere la muestra a un embudo de separación y se enjuaga la botella con 15 ml de percloroetileno para recuperar cualquier

- pérdida de hidrocarburo que pueda quedar.
- Se agregó la solución de lavado al embudo de decantación y se agitó energicamente durante 2 minutos. Si se sospecha una emulsión estable, se agita suavemente durante 5 a 10 minutos. Se permitió que las capas se separaran y se determinó la capa de disolvente en el matraz.
  - Se realizaron dos extracciones más, cada una con 15 ml de percloroetileno, pero primero se añadieron a los viales y luego al embudo de decantación para recoger los hidrocarburos añadidos. Todos los extractos se combinaron en matraces Erlenmeyer.
  - Se añadieron 3 g de gel de sílice y sulfato de sodio anhidro y un agitador magnético, se tapó, se agitó durante 5 minutos y se dejó en reposo. El matraz Erlenmeyer debe permanecer tapado durante la extracción. Se transfirió el extracto líquido a un matraz aforado de 50 ml a través de un embudo forrado con papel filtro y se llenó con tetracloroetileno.

## Metodología 2

Consiste en evaluar la concentración mínima del hongo *Pleurotus ostreatus* para la eliminación de TPH (hidrocarburos totales de petróleo) en suelos contaminados mediante la utilización de diferentes concentraciones. Para ello, se realiza lo siguiente.

### Producción del inóculo del hongo *Pleurotus ostreatus*

Solo el género *Pleurotus* (el género más utilizado para la producción de hongos comestibles) requiere menos temperatura para el crecimiento y la producción de enzimas importantes; asimismo, tiene un origen del suelo menos perturbado que otras especies de hongos (Hestbjerg et al. 2003).

Para el desarrollo del *P. ostreatus* se necesita de un rango de temperatura que puede variar entre los 20 y 28 °C, con un óptimo de 25 °C (Statemets, 2003; Gaitán-Hernandez, 2006; Mushworld, 2005). Se produce principalmente en bolsas de PVC, polietileno o polipropileno y botellas de vidrio.

Para el desarrollo de *Pleurotus* está indicado un rango de pH de 4 a 7. El mejor valor es de 5 a 6. Sin embargo, este valor tiende a cambiar entre cepas y especies. Los sustratos ácidos (pH 4) pueden inhibir a *P. ostreatus* y *P. eryngii*; el pH óptimo para estos hongos se encuentra entre 5.5 y 6.5 (Sánchez et al., 2001).

**Tabla 2.** Factores que afectan el crecimiento de *Pleurotus* spp

Factor	Crecimiento del micelio	Fructificación
Temperatura	Entre los rangos de 24 a 30 °C	En el rango óptimo de 15 a 18 °C
Luminosidad	Zonas oscuras	Presencia de luz indirecta
Humedad Relativa	Dentro de un 30 a 40 %	Entre los valores de 85 a 90 %

Aireación	Un rango de 28 % de CO <sub>2</sub> , 20 % de oxígeno en el ambiente	Rango de 20 % de oxígeno y menos de 700 ppm de CO <sub>2</sub> en el ambiente
pH	Dentro de los 5-6 (bajo 4 existe inhibición)	Dentro de los 5-6 (bajo 4 existe inhibición)

Fuente: Sánchez et al. (2001)

## Producción del inóculo (SPAWN)

El inóculo o micelio no es más que el micelio vegetativo presente en los hongos que son seleccionados para cultivarlos en un ámbito conveniente; puede ser trigo, mijo o sorgo, entre otros. Para generar un cultivo de estos hongos es preciso realizar un cultivo inicial puro a partir de tejidos o esporas, que se conservan primordialmente en agar. Es ahí donde se cultivan los granos esterilizados, que después pasan a la fase de propagación en más granos. Este inóculo tiene el micelio del hongo y un medio que le va a brindar nutrientes durante se desarrollo (Sharma y Kumar, 2011). La escogencia de los granos o semillas a ser usados dependerá de su disponibilidad y precios.

La preparación del inóculo se realiza en dos etapas (Gaitán et al., 2006):

- Inóculo primario. Aquí se realiza la propagación de micelio en semillas a partir de una cepa previamente cultivada en un medio.
- Inóculo secundario. Es el micelio de la semilla que empieza a reproducirse desde el fondo del injerto, es decir, el micelio se propaga y su fin es obtener hongos con mayor disponibilidad para su posterior producción.

Las condiciones adecuadas para la proliferación del micelio incluyen una humedad relativa entre 90 y 100 %. El desarrollo más notorio ocurre a temperaturas entre los 18 y 28 °C, y la colonización completa del sustrato se logra entre los 10 y 14 días. Además, hay instrucciones para la incubación en completa oscuridad (Statemets, 1993).

El cultivo y el mantenimiento de los hongos basidiomicetos en cuantos a procesos de biorremediación y la selección de los sustratos, semillas para la producción del inóculo son puntos clave para tener un desarrollo en condiciones óptimas (Ballaminut y Ma-theus, 2007).

En cuanto a la fase tres hace mención a la determinación de la eficiencia de esta técnica como una alternativa para biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos mediante la fórmula de frecuencia y el cálculo de porcentaje de remoción de contaminantes, para ello se realizará:

## Especificaciones del Campo Experimental

La técnica utilizada para la investigación propuesta empleará la aplicación de un diseño experimental (DCA), con tres repeticiones por cada tratamiento.

Unidades experimentales: 12

**Tabla 3.** Esquema del Ensayo Experimental

T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>
r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>
r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>3</sub>

**Fuente.** Elaborado por la autora

Tratamientos:

- T0: 200 g de suelo contaminado con petróleo.
- T1: 200 g de suelo contaminado con petróleo + 10 % de concentración del hongo.
- T2: 200 g de suelo contaminado con petróleo + 20 % de concentración del hongo.
- T3: 200 g de suelo contaminado con petróleo + 30 % de concentración del hongo.

Variables e indicadores:

- Variables dependientes:
  - Crecimiento del hongo
  - Reducción de TPH
- Variables independientes:
  - Concentración de hifas (10 %, 20 %, 30%)
  - TPH al 1 %

Variables de control:

- pH
- Conductividad eléctrica
- Temperatura



## Resultados y Discusión

### Caracterización físico-química del suelo

La medición de las características tanto físicas como químicas del suelo se realizó en una muestra de 50 gramos de suelo fértil, el cual fue tomado de la granja experimental de la universidad. Se le dio el debido tratamiento y se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 4.** Características físico-químicas

Parámetro Físico	Datos
Color	Oliva – grisáceo
Textura	Franco
Parámetro Químico	Datos
pH	6.803
Conductividad	0.35 ds/m
PCB	-50 ppm
Materia orgánica	36.6 %

**Fuente.** La autora

Se puede observar que la muestra tomada pertenece a un suelo franco; posee un pH de 6.80, lo que lo convierte en el suelo adecuado para la actividad agrícola. Tanto el color como la textura son datos que pueden variar según la percepción del observador.

### Determinación de la eficiencia de la técnica

Con el objetivo de determinar la efectividad del proceso antes mencionado, se realizaron mediciones cada 7, 14 y 21 días, para así poder evidenciar cambios en parámetros, tales como el pH, la conductividad eléctrica y la temperatura. Se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 5.** Medición de variables de control a los 7 días

	Inicial		7 días	
	T0	T1	T2	T3
pH	6.22	6.33	6.82	7.04
Conductividad (us/m)	250.00	354.00	459.00	645.00
Conductividad (ds/m)	0.0025	0.0035	0.0046	0.0064
TPH	2833.91 %	2029.78 %	1699.40 %	1317.00 %
Temperatura	20.00	20.00	19.80	18.00

Fuente. La autora

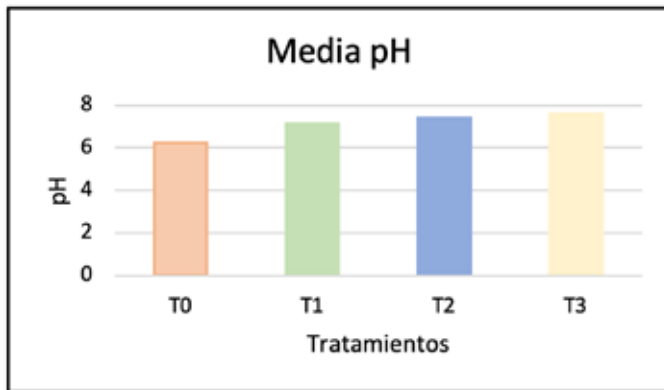
Se observan los datos de los parámetros de control a los 7 días de haber iniciado la investigación, en los que se puede evidenciar que el T3 (200 g de suelo contaminado + 30 % de *Pleurotus stratus*) es el que tiene mayor efectividad, en comparación con los tratamientos T1 y T2.

Tabla 6. Medición de variables de control a los 14-21 días

	14 días			21 días		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
	7.1	7.4	7.7	8.00	8.02	8.1
	680.00	710.00	726.00	750.00	802.00	798.00
	0.0068	0.0071	0.0073	0.0075	0.0080	0.0080
	2003.15 %	1568.20 %	1257.10 %	1989.50 %	1450.00 %	1220.00 %
	20.00	19.00	19.00	19.00	20.00	18.00

Fuente. La autora

En la tabla podemos ver cómo los tratamientos T2 y T3 son los que poseen más datos alentadores en cuanto a la remoción del contaminante (TPH). También se observa cómo desde los 14 días de ensayo la investigación presenta un pH casi neutro, comparado con el T0, que presenta un pH ácido.



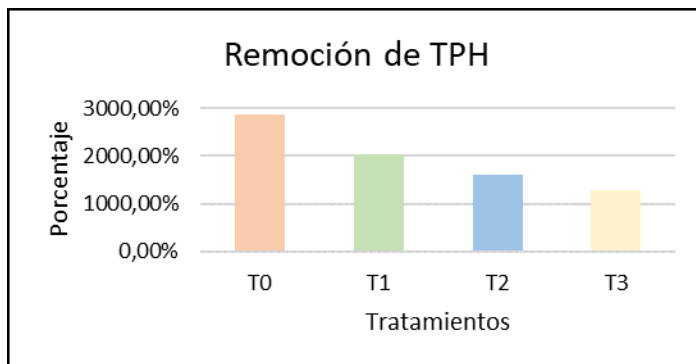
**Figura 1.** Medición de pH  
**Fuente.** La autora

En la Figura 1 se muestran los diferentes niveles de pH del estudio. El T3 (200 g de suelo contaminado + 30 % de hongo) es el que presenta el nivel más alto, en comparación con el T0 (200 g de suelo contaminado), el cual tiene un pH ácido. El T3 tiene un pH básico después de haber aplicado el agente biorremediador.



**Figura 2.** Medición de pH  
**Fuente.** La autora

En la Figura 2, que corresponde a la conductividad, es evidente cómo el tratamiento 3 es el que posee mayor conductividad; esto se le atribuye al trabajo del hongo en el proceso de remoción del contaminante.



**Figura 3.** Remoción de hidrocarburos totales

**Fuente.** La autora

En la Figura 3 se muestra el potencial de remoción de TPH (hidrocarburos totales). Se evidencia que el T3 (200 g de suelo contaminado + 30 % de hongo) es el que posee mayor efectividad: presenta una capacidad de remoción del 44.62 %.

## Conclusiones

Al finalizar el estudio, se puede decir que la especie de hongo de pudrición blanca *Pleurotus ostreatus* tiene gran potencial para ser un agente biorremediador de suelos contaminados con hidrocarburos, específicamente TPH (hidrocarburos totales).

Se evidenció que el tratamiento número tres (200 g de suelo contaminado + 30 % de hongo) fue el que tuvo mayor efectividad en la remoción del contaminante, llegando a tener un pH básico a los 21 días de evaluación.

Sin duda alguna, la presente investigación será la base para futuros estudios relacionados con la contaminación de suelo por hidrocarburos que, a su vez, intenten brindar al país una solución económica y factible para la recuperación de este recurso tan valioso.

## Referencias

- Alexopoulos, C.J.; Mims, C.W. y Blackwell, M. (1996). Introducción a la Micología. New York: John Wiley y Sons, Inc. 809p.
- Baldrian, Petr. (2008). Wood-inhabiting ligninolytic basidiomycetes in soils: Ecology and constraints for applicability in bioremediation.
- Bogan, BW. y Lamar, RT. (1996). Polycyclic Aromatic Hydrocarbon-Degrading Capabilities of *Phanerochaete laevis* HHB-1625 and Its Extracellular Ligninolytic Enzymes. *Applied and Environmental Microbiology*. 62(5): 1597–1603

- Castro, G. (2007). Seguimiento frente a derrames de hidrocarburos. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura, Proyectos y Asesorías Ambientales. Quillota: Prasa. Obtenido de [http://www.sag.cl/sites/default/files/INFORME\\_FINAL\\_ASESORIA\\_SAG\\_HCS2.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/INFORME_FINAL_ASESORIA_SAG_HCS2.pdf)
- Cisterna, C. (2003). Taxonomía ecofisiológica de los hongos comestibles. Micotec Ltda. Chile. Disponible en <http://www.micotec.cl/articulos.html>
- Déley, A. 2010. Recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos procedentes del petróleo presentes en el campamento Sacha 161 utilizando la especie de hongo *P. ostreatus*. Ingeniero en Biotecnología Ambiental. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 111p.
- Dias, S., Solórzano, J., Afonso, C. y Gomes, S. (2008). Empleo de Fungos Filamentosos na Biorremediação de Solos Contaminados por Petróleo: Estado da Arte. *Série Tecnologia Ambiental*, 45. CETEM/MCT. Rio de Janeiro. 67p.
- Floriani, F. (2009). Biodegradação de 2,4-diclorofenol e 2,4,6-triclorofenol por fungos do gênero *Pleurotus*. Maestro en Ingeniería Procesos. Joinville. Brasil. Univille.
- Gadd, G. M. 2001. Reino Fungi en la Biorremediación. Cambridge University Press. Estados Unidos. 472p.
- Gaitán-Hernandez, R., Salmones, D., Perez, R. y Mata, G. 2006. Manual práctico del cultivo de setas: separación, desarrollo y producción. 1era. ed. Instituto de Ecología A.C. Xalapa. México. 56 p.
- Hatakka, A. 1990. Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation. *FEMS Microbiology Reviews*. 13:125–135.
- Hestbjerg H, Willumsen PA, Christensen M, Andersen O, Jacobsen CS. 2003. Bioaugmentation of tar-contaminated soils under field conditions using *Pleurotus ostreatus* refuse from commercial mushroom production. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 22: 692–698.
- Infante, C. (1998). Biorremediación de derrames de hidrocarburos en ambientes naturales. Memorias del IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente. Caracas, Venezuela, diciembre de 1997, colección simposio, volumen II. P 325-328. Compilador Roger Carrillo Castellanos. Editorial Equinoccio, Ediciones de la universidad Simón Bolívar, Caracas.
- Instituto Argentino de Petróleo y Gas. (1991). *ContamPetr*. Recuperado el 07 de 2021, ContamPetr:<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/ContamPetr.htm>
- Jeffries, TW. (1990). Biodegradation of lignin-carbohydrate complexes. *Biodegradation*. 1:163- 176
- Madigan, M. T., J. M. Martinko, y J. Parker. (1999). Brock: Biología de los Microorganismos. Prentice Hall. Octava Edición. 1064 p.

- Marquez-Rocha, F., Hernandez-Rodriguez, V. y Vásquez- Duhalt, R. 2000. Biodegradation of soil-adsorbed polycyclic aromatic hydrocarbons by the white rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *Biotechnology Letters* 22:469-472
- Martin Moreno, C., Gonzáles Becerra, A. y Blanco Santos, MJ. (2004). Métodos biológicos de suelos contaminados: contaminación por hidrocarburos. Aplicaciones de hongos en procesos de biorrecuperación. *Revista Iberoamericana de Micología*. 21: 103- 120
- Nápoles, J. y Ábalos, A. SF. (2008). Biorremediación de ecosistemas contaminados con componentes xenobióticos. Centro de estudios de biotecnología industrial. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
- Novotny, C., Svobodova, K., Erbanova P., Cajthaml, T., Kasinath, A., Lang, E. y Sasek, V. 2004. Ligninolytic fungi in bioremediation: extracellular enzyme production and degradation rate. *Soil Biology & Biochemistry* 36:1545–1551
- Ron, K. (2012). Determinación de residuos de hidrocarburos totales de petróleo (fracción diesel) en aguas de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, mediante la técnica de cromatografía de gases de detector de ionización de llama. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Sanchez-Vásquez, J. y Royse, D. 2001. *Biología y cultivo de Pleurotus spp.* 1a ed. Uteha– Ecosur, México. 290 p.
- Seiti W. (2010). Optimização da produção de inóculo fúngico de *Psilocybe castanella* CCB444 para bioremediação de solos. *Maestro em Biotecnologia*. São Paulo. Brazil. Universida de de São Paulo.
- Sepúlveda, T., y Velasco, J. (2002). Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), 64. Obtenido de Tecnologías de remediación para suelos contaminados: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/372.pdf>
- Sharma, V.P. y Kumar, S. 2011. *Spawn Production Technology*. En: *Mushrooms Cultivation, Marketing and Consumption*. Directorate of Mushroom Research (ICAR), India. 246 Ballaminut , N. y Matheus, D. R.. 2007. Characterization of fungal inoculum used in soil bioremediation. *Brazilian Journal of Microbiology*. 38(2)
- Singh, H. (2006). *Mycoremediation: Fungal Biorremediation*. Estados Unidos. Wiley Interscience. 592 p.
- Soares, I., Flores, A., Mendonça, M., Barcelos, R. y Baroni, S. (2011). Fungos na biorremediação de áreas degradadas. *Arquivos do Instituto Biológico*. 78(2):341-350

# Administración Marketing y Servicios



# Análisis financiero del impacto social: Un modelo de medición para ONG's

Sixto Raúl Manosalvas Sánchez , Marilyn Raquel Vaca Encalada , María José Avendaño Ramírez 

Manosalvas, Sixto Raúl  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador  
Autor para correspondencia: srmanosalvas@pucesi.edu.ec

Vaca, Marilyn Raquel  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador  
maryvacae@gmail.com

Avendaño, María José  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador  
mavendano@visionfund.ec

## Resumen

La presente investigación, centrada en el análisis financiero del impacto social, busca establecer un modelo de medición y valoración monetaria de los impactos sociales que generan las organizaciones. Para este caso particular, se analiza la información proporcionada por la Fundación Tierra Para Todos, una organización no gubernamental que genera proyectos sociales en la comunidad Awá del norte de Ecuador. En el Ecuador no existen antecedentes de organizaciones que evalúen su impacto social en la búsqueda de mejores resultados hacia la comunidad, por tanto, es fundamental desarrollar modelos que permitan a las organizaciones analizar de mejor forma sus impactos sociales. De acuerdo a la investigación teórica realizada, se definió un modelo de análisis financiero del impacto social que aplica dos metodologías complementarias: la teoría del cambio, que es un análisis cualitativo de las actividades y resultados de las organizaciones, junto al retorno social de la inversión, que es un análisis contable que permite monetizar los impactos sociales generados. Esta investigación es de carácter aplicativo y se han utilizado métodos cuantitativos y cualitativos, a través de la aplicación de entrevistas, observación directa, análisis documental y análisis financiero de los libros contables de la organización. Como resultado, se obtuvo la aplicación del modelo de medición financiera del impacto social en dos etapas; la primera permite identificar los grupos de interés y entender los impactos generados hacia cada uno de ellos a través de la teoría del cambio, y la segunda monetiza cada uno de los impactos generados y ayuda a comprender la relación entre la inversión realizada y el retorno social de dicha inversión por medio de la aplicación del SROI.

**Palabras clave:** análisis financiero, impacto social, finanzas sostenibles, ONG<sub>1</sub>

---

1 Organización no gubernamental.



## Introducción

El nivel de responsabilidad social de las organizaciones influye en todo, desde la reputación hasta la capacidad de contratar trabajadores cualificados, pasando por sus relaciones con proveedores, clientes y comunidades locales. Según la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2018, p. 4), en los últimos años, se ha exigido a las empresas que cumplan con las normas de calidad y responsabilidad social debido a las modificaciones legales y a las tendencias de los consumidores. La sociedad, el medio ambiente y la economía se ven impactados por la actividad de las empresas más allá de los rendimientos económicos; por ello, se ha incrementado el interés por el comportamiento de las mismas.

Según Reyes (2018), el valor social es la suma de los efectos directos e indirectos y las consecuencias a largo plazo que tiene una empresa en la comunidad. Para medir el valor social se consideran los insumos necesarios para producir determinados bienes (*inputs*), así como los resultados generados en su entorno (*outputs*). Para entender el valor social generado se analizan varias metodologías de medición de impactos sociales, como la teoría del cambio y el retorno social de la inversión o SROI.

Es importante que las organizaciones valoren y cuantifiquen los impactos sociales que generan para fomentar la responsabilidad social corporativa. Esta investigación tiene como objetivo definir un modelo que permita medir financieramente el impacto social de las organizaciones, como una herramienta que ayude a potenciar los impactos positivos y a mitigar los negativos derivados de la actividad empresarial, mediante la valoración financiera de su impacto social.

## Revisión teórica

La importancia de medir el impacto social dentro de las organizaciones se ha puesto de manifiesto en varios artículos científicos. A continuación, se presenta una recopilación de estos estudios.

A lo largo de la investigación de Lazzarini (2018), se estudian dos formas alternativas de medir el impacto social y se proponen dos métodos para ayudar a las organizaciones a conciliar sus objetivos sociales y financieros: el enfoque estandarizado y el enfoque específico del proyecto, para evaluar los impactos sociales. En el enfoque estandarizado se sostiene que las organizaciones podrán comparar los impactos con mayor precisión si están estandarizados, mientras que el carácter abierto y autodeclarado del proyecto limita su análisis, ya que no existen datos anteriores para comparar. Se intenta llenar este vacío centrándose en las variables que están más relacionadas con las intervenciones a nivel de empresa y luego adoptando procedimientos para identificar el efecto causal del proyecto.

Según Kousky et al. (2019), el método SROI ha dado excelentes resultados en su

artículo científico; uno de los más utilizados en Europa para gestionar sistemas con una tendencia mayoritariamente económica, su objetivo principal es evaluar el uso del análisis SROI para determinar si las inversiones en la preparación para las catástrofes merecen la pena. Este documento comienza describiendo las técnicas fundamentales y, posteriormente, aborda varios problemas de la aplicación del SROI en este entorno. Además de identificar todos los beneficios, con el SROI es difícil determinar todos los costes debido a la dificultad de separar la contribución de la atribución, valorar los insumos y los productos no comerciales, tratar la incertidumbre y abordar las cuestiones de distribución.

El ROI<sub>2</sub> se ha convertido en una de las guías de inversión más populares a la hora de ayudar a los empresarios a tomar decisiones. Ha ayudado a los financiadores a comparar los beneficios de sus inversiones utilizando una métrica común. A continuación se describe el proceso de evaluación del ROI en cinco pasos:

- Identificar las inversiones, el proyecto o la política a considerar.
- Identificar completamente los rangos de costos y devoluciones en los proyectos.
- Cuantificar y, si es posible, monetizar costos y devoluciones.
- Calcular los ROI métricos, descontando futuros beneficios o costos al valor presente.
- Determinar una conducta de sensibilidad en los análisis para identificar los efectos o suposiciones de los resultados.

Este documento describe un enfoque de análisis coste-beneficio ampliamente aceptado y utilizado. Compara las consecuencias financieras de una empresa o intervención política, convirtiendo los beneficios y desventajas en valores monetarios. Ofrece a los inversores un número restringido de proyectos alternativos porque sus beneficios se monetizan. También se ha utilizado para evaluar programas de inversión social que expresan el compromiso financiero del Estado con la sociedad. La investigación arrojó una serie de ventajas y desventajas en el uso de este enfoque: a algunos entrevistados les gustó la posibilidad de medir las inversiones a través del retorno de la inversión, mientras que otros creían que el enfoque podía ser perjudicial en términos financieros. Sin embargo, es fundamental ofrecer una valoración solidaria pero segura para las personas.

El estudio realizado por Kousky et al. (2019) concluye que el análisis económico como ROI tiene una serie de características atractivas y produce métricas sencillas de interpretar que pueden utilizarse para priorizar las inversiones, asignar fondos limitados, mejorar el rendimiento de las iniciativas y comunicar las decisiones de inversión. Este enfoque se está convirtiendo en el método más utilizado para la comunicación de las decisiones de inversión.

---

2 *Return on Investment.* Retorno sobre la inversión.

Por su parte, Ayuso (2018) propone estudiar y comparar las distintas estrategias utilizadas para evaluar el impacto social de las empresas con el fin de elegir la más adecuada en función de la naturaleza de cada empresa y de las exigencias que se plantean. Se describen siete fases que están relacionadas con la actividad empresarial y que se califican de acuerdo con el nivel de aplicación, la participación de los grupos de interés, las métricas generadas, los datos necesarios y el esfuerzo requerido.

El estudio realizado en España por Casado et al. (2017) investigó la medición del impacto social en las políticas públicas de emprendimiento. Los autores propusieron medir el impacto social en estas políticas para determinar lo siguiente: (1) la evaluación de los programas públicos y (2) cómo las economías y las sociedades pueden beneficiarse del conocimiento de los retornos de la inversión pública. Se utilizó como ejemplo el programa Andalucía Emprende. Este estudio evalúa el impacto social de los programas públicos en términos de su valor económico, utilizando una amplia gama de metodologías. Esta investigación demuestra que el impacto social puede medirse y valorarse en términos monetarios. Las cuestiones metodológicas se discuten en este documento. El enfoque de análisis coste-beneficio elegido para esta investigación se utilizó para evaluar los beneficios socioeconómicos y sociales del programa. Se concluyó que es necesario contar con un método de medición financiera del impacto social para alcanzar una optimización de recursos sobre los resultados esperados.

Por otra parte, la Unión Europea (2015), de forma cotidiana, recomienda métodos de medición del impacto social para que se implementen en la normativa de sus países. En su método actual establecen cuatro pasos que conducen a una medición significativa del impacto social:

- Proceso. Pasos para investigar cómo sus actividades producen cambios o impactos en la vida de sus stakeholders.
- Marco. Se refiere al ámbito de intervención y abarca los objetivos esperados, por ejemplo, la educación, la producción o la comercialización.
- Indicador. Es el elemento que permite medir el valor de los resultados e impactos. Estos indicadores pueden ser financieros, de bienestar y de intervención.
- Características. Estas características deben describir los impactos que determinan la actividad que se toma como referencia.

**Este método de medición propuesto por la Unión Europea** puede generar beneficios internos y externos para las organizaciones, pero, sobre todo, debe ser empleado para lograr la misión social de las organizaciones de forma eficiente, demostrando que la gestión social tiene resultados positivos para el entorno y para la propia empresa.

Dado lo expuesto, se concuerda con Gambhirl et al. (2017) cuando analizan el SROI como método para medir el impacto social de las organizaciones. Esta investigación complementa el SROI con la teoría del cambio y define el método SROI como una

poderosa herramienta que puede ayudar a las organizaciones a medir de forma contable y mejorar su impacto social. Por su parte, la teoría del cambio se basa en la idea de que el cambio es posible y que las personas pueden aprender nuevas formas de pensar y actuar; para su aplicación se deben mapear y vincular los objetivos, insumos, productos, resultados e impactos en la búsqueda de ser más eficiente logrando mejores resultados.

El cálculo del valor de retorno social se expresa como una relación de rendimiento. El SROI se deriva de la división del valor del impacto entre el valor de la inversión o insumos. La fórmula que permite calcular el SROI es:

$$SROI = \frac{\text{Total Present Value}}{\text{Total Inputs}} \quad (1)$$

### ***Social Return of Investment (SROI)***

Para Aguilar et al. (2019) el retorno social de la inversión —SROI por sus siglas en inglés— fue desarrollado por el Roberts Enterprise Development Fund (REDF) en 1996, con base en la propuesta de Tuan (2008). El SROI se destaca por proveer información de la relación monetaria entre los elementos que conforman la teoría del cambio; esto hace que el SROI sea una herramienta valiosa a la hora de medir el impacto de un proyecto. Otras metodologías de medición de impacto no son tan efectivas porque no ofrecen esta misma información.

Además, el SROI permite medir y cuantificar la creación de valor como consecuencia del cambio que se genera por las intervenciones de la organización en el sector social (Ardivison et al., 2013). El retorno social de la inversión es una herramienta que se aplica en la medición financiera del impacto social y/o ambiental que generan las organizaciones por su actividad. Este método analiza el valor del impacto mediante el coste- beneficio, generando así un ratio del valor neto actual del impacto y el valor actual neto de la inversión (Fernández et al., 2017).

### **Teoría del Cambio**

La teoría de cambio es una metodología gráfica para que los *stakeholders* comprendan la lógica entre los cambios a realizar y los resultados esperados del proyecto (Mata, 2019). Los resultados permiten entender el avance en el cumplimiento de los objetivos.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) propone que la teoría del cambio se represente por una matriz que conste de los siguientes apartados: objetivo general, propósito (objetivo específico), resultados y actividades previstas. Para cada una de esos apartados, Rogers (2014) expone la lógica de la intervención (una descripción del cambio), una serie de indicadores de logros verificables objetivamente, fuentes, medios de verificación y supuestos.

Para evaluar cómo se han implementado los proyectos de ayuda social es importante examinar los *inputs*, *outputs* y las estrategias planteadas. Los *inputs* pueden incluir recursos humanos, financieros y materiales, mientras que los *outputs* pueden incluir el impacto en la comunidad. Las estrategias planteadas deben considerar el contexto local y las necesidades de la comunidad para maximizar el impacto. Esta metodología se utiliza para analizar el efecto que tienen las acciones de las empresas a través del impacto social que han generado. La información resultante se puede utilizar para tomar decisiones más informadas sobre qué actividades y proyectos apoyar.

## Métodos

Esta investigación busca proponer un modelo para que las organizaciones no gubernamentales analicen financieramente su impacto social. Para ello, se aplicaron los métodos complementarios SROI (retorno social de la inversión) y la teoría del cambio en la Fundación Tierra Para Todos, una ONG que interviene socialmente en la comunidad Awá del norte de Ecuador. En consecuencia, esta es una investigación aplicada.

Se utilizó el método cualitativo a través de la aplicación de entrevistas en profundidad a los principales directivos de la Fundación Tierra Para Todos, para conocer las metas, estrategias, actividades y resultados de los proyectos implementados por esta ONG en su zona de influencia.

Al ser una investigación que abarca un análisis financiero, es fundamental la aplicación del método cuantitativo, que permita comprender y monetizar el impacto social generado. Para ello, se realizó la revisión de la información financiera actual de la empresa, además de analizar los posibles resultados a obtener luego de las intervenciones propuestas.

De acuerdo a Robin y García (2019), es fundamental que el análisis SROI se complemente con la teoría del cambio para entender los retornos que normalmente no se monetizan en las organizaciones. Para implementar estas dos metodologías se utilizaron las siguientes técnicas, con sus respectivos instrumentos:

- Entrevista: Dirigida a los directivos de la organización para conocer la realidad de la ONG y de las intervenciones realizadas en su zona de influencia.
- Observación científica: Registro de los hechos, actividades y recursos observables de la organización en relación con su trabajo con la comunidad Awá.
- Análisis documental cualitativo: Se analizan planes, programas, informes y material audiovisual sobre las intervenciones de la ONG en la comunidad.
- Análisis documental cuantitativo: Se recopilan y analizan documentos contables que permitan entender financieramente las intervenciones de la Fundación.

Para este estudio en particular no se ha tomado una muestra poblacional. Por el contrario, se ha investigado a los responsables directos de la ejecución de proyectos en la comunidad Awá, quienes representan a la Fundación Tierra Para Todos y han facilitado el acceso a toda la información requerida.

## Resultados y Discusión

Para el presente análisis, que busca monetizar los impactos sociales generados por la Fundación Tierra Para Todos en la comunidad Awá, se tomará como referencia el proyecto denominado “Unidades productivas familiares provincias; Imbabura, Esmeraldas, Carchi, Ecuador” desarrollado durante el año 2019.

Analizando la información secundaria de corte cualitativo proporcionada por la organización, se pueden identificar los principales problemas que se busca solucionar y los principales lineamientos que tiene el proyecto. La población Awá ha experimentado en los últimos años varios cambios culturales debido a los avances en materia de vialidad; se han generado nuevas necesidades y deseos de consumo que han impactado sobre su estilo de vida.

El proyecto de unidades productivas familiares (UPF) se fundamentó en tres ejes: seguridad alimentaria, pequeños y medianos productos para el comercio local y fortalecimiento de la familia como núcleo productivo. Se buscaba disminuir la migración hacia las urbes y mantener una cultura de respeto por la naturaleza, de colaboración y de apropiación cultural. Los pilares transversales del proyecto eran el cuidado y preservación de su medioambiente, la equidad de género, la salud, la educación y la organización, los cuales apuntaban a lograr mejoras en los ámbitos de la sustentabilidad y sostenibilidad de su sistema productivo, mejoras en la calidad de los ecosistemas, un aumento de la seguridad alimentaria y la prevención de enfermedades, entre otras cuestiones.

La ejecución del proyecto buscaba generar un efecto multiplicador tipo cascada a partir del apoyo a veinte familias como beneficiarias iniciales directas, quienes posteriormente replicarían el conocimiento adquirido a otras ochenta familias. Por lo tanto, el proyecto buscaba desarrollar los valores de la representatividad, el liderazgo y la solidaridad dentro de sus sistemas productivos.

El modelo que se propone para esta medición es una combinación de dos métodos: teoría del cambio y SROI, complementando un análisis cualitativo y cuantitativo.

### Teoría del cambio

Una vez que entendemos el proyecto objeto de este análisis se implementará la teoría del cambio a través de la metodología propuesta por UNICEF, buscando identificar los impactos sociales derivados del proyecto. La medición de impactos busca identificar los cambios que se van a generar por el proyecto y sus intervenciones. En la siguiente tabla se muestra el análisis realizado por medio de un modelo lógico que identifica los impactos, *inputs*, *outputs* y las intervenciones que se han desarrollado en el proyecto.

**Tabla 1.** Teoría del cambio del proyecto Unidades Productivas Familiares

TEORÍA DEL CAMBIO	CONTEXTO	OUTCOMES/IMPACTOS	INPUTS	ACTIVIDADES	OUTPUTS
<p>La calidad en la alimentación se ha ido desmejorando paulatinamente en todo el Ecuador, y más aún en comunidades alejadas sin vías adecuadas para la comercialización de alimentos. Con el avance en la apertura de vías a la comunidad Awá, se busca el desarrollo productivo de esta zona. El objetivo es mejorar su alimentación y economía promoviendo la comercialización de sus productos.</p>	<p>La pobreza y la falta de preocupación estatal han desmejorado considerablemente la calidad de vida de la comunidad.</p>	<p>La FUDAITT propone la innovación tecnológica de los métodos agropecuarios para aumentar la producción y los rendimientos con enfoques de sostenibilidad involucrados en los principios de la granja integral autosuficiente. Se busca, en un inicio, conseguir la seguridad alimentaria y construir cadenas de valor que cumplan y satisfagan mercados locales para, posteriormente, enfocarse en mercados externos.</p>	<p>Financiadore, aportan recursos para la innovación tecnológica y los programas de crianza animal.</p>	<p>1. Reuniones preliminares con las comunidades para la selección de las familias.</p>	<p>Unidades Productivas Familiares UPF. a. Se han creado 20 UPF madres de arranque en el territorio Awá. b. Están desarrolladas dos réplicas por cada UPF madre de arranque. c. Implementado en cada UPF el trabajo con, al menos, 4 especies pecuarias (cerdos, aves, cobayos y peces). d. Implementado en cada UPF el cultivo de, al menos, nueve especies vegetales tanto para forraje como para alimentación o comercialización.</p>
	<p>La pérdida del bosque ha hecho que sus comuneros cambien su manera de alimentación. La caza y pesca van desapareciendo.</p>	<p>Implementación de programas de capacitación y transferencia de probada efectividad, a los cuales denominamos Unidades Productivas Familiares UPF. Se basan en la replicación programada de los procedimientos innovadores de una familia a otra; buscarán implementar y desarrollar principios tecnológicos e innovadores en la producción agropecuaria Awá, lo cual justifica sobremanera la realización del proyecto.</p>	<p>FUDAITT ejecuta el proyecto.</p>	<p>2. Formación: • Socialización, compromisos, organización y teoría. • Taller de técnicas de cultivo de los forrajes. • Siembra del forraje para los animales en las fincas. • Entradas a las comunidades. • Taller de técnicas de construcción de la infraestructura para los animales. • Reproducción en las fincas. • Entrada a las comunidades. • Taller de crianza de cobayos y peces. • Entrega de los animales. • Entrada a las comunidades.</p>	<p>Reproducción. a. Desarrollada la capacidad de reproducción de cerdos. b. Desarrollada la capacidad reproducción de aves doble propósito. c. Desarrollada la capacidad de reproducción de cobayos. d. Desarrollada la capacidad de reproducción de peces (tilapia). e. Implementados espacios en pastos y forrajes. f. Implementados los cultivos de ciclo corto. g. Se han implementado composturas para el manejo de desechos orgánicos. h. En cada UPF madre está construido un generador de biogás.</p>

Actualmente implementan métodos productivos incoherentes con la sostenibilidad y la sustentabilidad, por ejemplo, hacen mal uso de pesticidas, implementan monocultivos y la comercialización de productos es incipiente, en la que intervienen principalmente intermediarios en grandes centros de acopio. Con respecto a la producción pecuaria, esta se fundamenta en la crianza de aves de corral que deambulan libremente por la parcela. Además, está presente la crianza de porcinos con los que no utilizan infraestructuras, como pozas, para su manejo, lo cual deriva en focos contaminantes e insalubridad, además de incurrir en altos costos con baja productividad.

La ONG financiadora cumple con su misión de labor social y mejora su imagen.

- Taller de crianza de chanchos y gallinas.
- Entrega de los animales.
- Entradas a las comunidades.
- Entrega de los materiales a las primeras 20 UPF réplicas.
- Taller de construcción del biodigestor
- Reproducción en las fincas.
- Entradas a las comunidades.
- Taller de cultivo del huerto familiar.
- Reproducción en las fincas.
- Entradas a las comunidades.
- Taller de construcción del compostaje.
- Reproducción en las fincas.
- Entradas a las comunidades.
- Entrega de los animales a las UPF réplicas.

Infraestructura pecuaria.

- a. Construida la infraestructura para 3 galpones equipados para confinamientos de animales menores, producción de pies cría y de engorde.
- b. Construidas las piscinas de agua y producción de peces.
- c. Implementadas parcelas de cultivo de ciclo corto para semillas. Implementadas parcelas de cultivos de pastos y forrajes para semilla.

Insumos y materiales externos para la adecuación de confinamientos para animales menores, así como el pie de cría y semilla de arranque.

- a. Entregada semilla para implementar cultivos de ciclo y forrajes.
- b. Entregadas el pie de cría porcino, aviar, cobayos y peces.
- c. Entregado material para recubrimiento de reservorio.
- d. Entregado material para cubiertas de confinamientos de animales.
- e. Entregada malla metálica para confinamientos.
- f. Entregada la cantidad necesaria de clavos para construcción de confinamientos.

**Fuente.** Fundación Tierra para Todos

Elaborado por: Vaca, Marilyn

## Identificación de *stakeholders*

Para entender mejor los impactos sociales generados es necesario identificar los grupos de interés que pueden verse afectados por las actividades de la organización. Para identificar y priorizar a los *stakeholders* se realizaron entrevistas a los responsables del proyecto Unidades Productivas Familiares. En la siguiente tabla se muestran los resultados.



**Tabla 2.** Identificación de *stakeholders*

Stakeholders	Intervención
Comunidad	La comunidad en general será beneficiaria de los programas implementados, ya que contarán con productos alimenticios de origen orgánico con gran valor nutricional y a precios cómodos.
Participantes de la entrevista	Son beneficiarios, ya que con su intervención han logrado ampliar sus conocimientos en técnicas de cultivo y crianza de animales y, además, han adquirido una fuerte conciencia social.
Unidades productivas familiares	A más de fortalecer sus conocimientos en cultivos y crianzas de animales, al realizar estas actividades en familia, han logrado fortalecer el seno familiar y sus productos les han permitido adquirir una fuente de ingresos legal para su hogar.
ONG financiadora	Con su ayuda social, la Fundación obtiene datos relevantes sobre la importancia de proyectos productivos dentro de comunidades como la Awá, generando así oportunidades a otras comunidades interesadas en mejorar la calidad de vida.
Fundación Tierra para Todos	Suma a su experiencia como fundación proyectos productivos. Se muestra como una institución eficiente ante la sociedad y el Gobierno para recibir más financiación para otros proyectos.

**Fuente.** Vaca, Marilyn

Varios de los grupos de interés identificados han sido excluidos de este estudio, para centrar nuestros esfuerzos en comprender los impactos sociales generados por la Fundación en la comunidad.

**Tabla 3.** Exclusión de *stakeholders*

Stakeholders	Motivo de exclusión
Entidades públicas	Han apoyado al proyecto pero su impacto en la mejora de imagen es bastante bajo, por lo que no se las considerará.
Subcontratista	Como subcontratación tenemos a los técnicos en capacitación agrícola y otros que se consideran inputs del proyecto y por ello no son considerados.

**Fuente.** Vaca, Marilyn

## Identificación de impactos en el proyecto Unidades Productivas

Para identificar los impactos generados por el proyecto se evalúan los cambios generados en cada uno de los *stakeholders* identificados, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** Identificación de impactos

Stakeholders	Incentivos	Cambios posibles
Comunidad	Mayor accesibilidad a productos orgánicos y precios accesibles.	Mejora en la nutrición de los habitantes de la comunidad y menor incidencia de enfermedades. Las instituciones educativas podrán acudir a los productores Awá para abastecerse de productos alimenticios de calidad para sus programas alimenticios. Establecimientos gastronómicos ubicados en la vía Ibarra-Esmaldas también podrán ser partícipes de la compra a los agropecuarios.
Participantes de la entrevista	Aumento en experiencia laboral y concientización en labor social.	Aumento en la existencia de plazas de trabajo por sus capacidades adquiridas.
Unidades productivas familiares	Seguridad alimentaria, pequeños y medianos productos para el comercio local y el fortalecimiento de la familia como núcleo productivo que evite la migración a las grandes ciudades, principalmente de los jóvenes.	Mayores condiciones de bienestar familiar, a través del mejoramiento de los ambientes que les rodean, con la finalidad de fomentar espacios saludables y armónicos con la naturaleza y el entorno. Equilibrio local por el apropiamiento de algunos animales entregados, realizando la crianza de una manera técnica y mejorando su reproducción. Desarrollo de un significativo proceso de reproducción, peces y cerdos, que se han vendido en su entorno local para consumo o pie de cría. Mejora y abaratamiento de costos para el consumo y raza que ha mejorado las fincas de sus familiares, amigos o vecinos.

ONG financiadora	Mejoramiento de imagen Institucional. Database de resultados al implementar proyectos productivos.	Aumento de inversión en proyectos sociales.
Fundación Tierra para Todos	Experiencia en la implementación de programas de capacitación y transferencia de probada efectividad, los cuales se basan en la replicación programada de los procedimientos innovadores de una familia a otra.	Mayor accesibilidad a préstamos bancarios e inversión local. Fortalecimiento de la imagen.

Fuente. Vaca, Marilyn

### Cuantificación de impactos

Para cuantificar los impactos generados se comienza determinando el número de familias y de personas beneficiarias, a las que afectan directamente los resultados de las intervenciones del proyecto.

**Tabla 5.** Población de las comunidades que intervienen en el proyecto

Comunidades	Familias	Hombre	Mujer	Niña	Niño	TOTAL
Palmira Alto	6	8	7	16	8	45
Sabalera	5	6	5	8	5	29
Río Verde Alto	4	4	5	6	5	24
La Unión	5	6	5	11	7	34
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>41</b>	<b>25</b>	<b>132</b>

Fuente. Fundación Tierra para Todos

Los indicadores que se usaron en esta medición se dedujeron de las entrevistas realizadas a los responsables del proyecto y de los documentos analizados. Además, se han obtenido valores monetarios de fuentes primarias.

Los *proxies* utilizados en este análisis se basan en aproximaciones de costes, utilizando

los umbrales inferiores que permitan generar un análisis conservador que no exagere los resultados obtenidos. Aclaramos que los *proxies* utilizados son estimaciones.

**Tabla 6.** Parámetros para la cuantificación de los impactos

	Cambios	Indicador de Impactos	Incidencia del Cambio	Proxies	Fuente	\$
Comunidad	Mejora en la nutrición y menor incidencia de enfermedades.	n° de habitantes que conforman las 4 comunidades	1500	Consulta de valoración médica	Clínica de Especialidades Ibarra	\$ 25.00
	Relación comercial con programas alimenticios de instituciones educativas.	n° de unidades educativas	3	Coste de programa alimenticio anual	FUDAITT	\$ 5000.00
	Relación comercial con emprendimientos gastronómicos ubicados en la vía Ibarra–Esmeraldas.	n° de establecimientos gastronómicos	25	Coste promedio de plato a la carta para la venta	FUDAITT	\$ 12.00
Participantes de la entrevista	Aumento de plazas de trabajo.	n° de técnicos participantes en el proyecto	6	Salario básico	Ministerio del Trabajo	\$ 400.00
Unidades productivas familiares	Producción técnica de peces y cerdos.	1 Capacitación para crianza técnica	1	Coste de la capacitación	Presupuesto del proyecto	\$ 20 245.26
	Disminución de pobreza rural.	n° de personas que conforman las familias	132	Coste de la canasta básica familiar	INEC	\$ 711.68
ONG financiadora	Aumento de inversión en proyectos sociales.	n° de inversiones sociales en la fundación en el año 2019	2	coste promedio de inversión	Contabilidad Fundación	\$ 269 603.98
Fundación Tierra Para Todos	Mayor accesibilidad a préstamos bancarios e inversión local	n° de préstamos bancarios para la fundación en el año 2019	0	coste promedio de valor de préstamos	Contabilidad Fundación	\$ -
	Fortalecimiento de la imagen	n° de anuncios en prensa escrita y web sobre proyectos sociales	prensa escrita 0 web 2	coste promedio en prensa-web	FUNDAIT	\$ 500.00

Fuente. Vaca, Marilyn

A continuación, se presenta una tabla resumen de la cuantificación del impacto social, la cual nos permitirá realizar el análisis financiero de los impactos, dando un valor económico a estos.

**Tabla 7.** Tabla resumen de la cuantificación del impacto social

	<b>Impactos</b>	<b>Cuantificación del impacto</b>	<b>Proxies</b>	<b>Impacto SROI</b>	<b>TOTAL</b>
Comunidad	Mejora en la nutrición y menor incidencia de enfermedades.	1500	\$ 25.00	\$ 37 500.00	
	Relación comercial con programas alimenticios de instituciones educativas.	3	\$ 5000.00	\$ 15 000.00	
	Relación comercial con emprendimientos gastronómicos ubicados en la vía Ibarra – Esmeraldas.	25	\$ 12.00	\$ 300.00	
<b>TOTAL COMUNIDAD</b>					<b>\$ 52 800.00</b>
Participantes de la entrevista	Aumento de plazas de trabajo.	6	\$ 400.00	\$ 2400.00	
<b>TOTAL PARTICIPANTES DE LA ENTREVISTA</b>					<b>\$ 2400.00</b>
Unidades productivas familiares	Producción técnica de peces y cerdos.	1	\$ 20 245.26	\$ 20 245.26	
	Disminución de pobreza rural.	132	\$ 711.68	\$ 93 941.76	
<b>TOTAL UNIDADES PRODUCTIVAS FAMILIARES</b>					<b>\$ 114 187.02</b>
ONG financiadora	Aumento de inversión en proyectos sociales.	2	\$ 269 603.98	\$ 539 207.96	
<b>TOTAL ONG FINANCIADORA</b>					<b>\$ 539 207.96</b>

	<b>Impactos</b>	<b>Cuantifi- cación del impacto</b>	<b>Proxies</b>	<b>Impacto SROI</b>	<b>TOTAL</b>
Fundación Tierra Para Todos	Mayor accesibilidad a préstamos bancarios e inversión local	0	\$ -	\$ -	
	Fortalecimiento de la Imagen	prensa escrita 0 web 2	\$ 500.00	\$ 1000.00	
<b>TOTAL FUNDACION TIERRA PARA TODOS</b>					<b>\$ 1000.00</b>
<b>TOTAL DE IMPACTOS</b>					<b>\$ 709 594.98</b>

Fuente. Vaca, Marilyn

### Determinación del retorno social de la inversión (SROI)

Una vez se han determinado y monetizado los impactos generados por el proyecto en cada uno de los grupos de interés, se puede determinar el SROI. Para evitar sobredimensionar el SROI, se ha monetizado cada actividad con los valores más bajos del mercado.

Para determinar el SROI se considerarán los datos expresados en la tabla anterior, donde ya se ha cuantificado el valor de todos los impactos generados. El valor total de los impactos generados es de 709 594.98 dólares, mientras que el valor total de la inversión es de 208 021.62 dólares. Con estos datos se aplica la fórmula del SROI, como se muestra a continuación:

$$SROI = \frac{\text{VALOR ACTUAL NETO DE LOS IMPACTOS}}{\text{VALOR ACTUAL NETO DE LA INVERSIÓN}}$$

$$SROI = \frac{709594,98}{208021,62}$$

$$SROI = 3.41$$

El análisis financiero de los impactos sociales del proyecto desarrollado a través de las metodologías de la teoría del cambio y el SROI nos permitió valorar económicamente los impactos sociales generados en la comunidad, obteniendo un valor de \$ Tomando en cuenta que la inversión destinada al proyecto fue de \$ 208 021.62, se ha determinado que el retorno social de la inversión es de 3.41 dólares por cada dólar invertido. Este resultado expresa que, por cada dólar invertido por la Fundación Tierra Para Todos, la comunidad Awá tiene un retorno social de \$ 3.41, que beneficia a su desarrollo social, les brinda una mejor calidad de vida y refleja que el trabajo realizado por la Fundación genera un impacto positivo en la zona en la que opera.

Esta medición será de utilidad para la ONG, ya que provee información que retroalimenta sus proyectos, en la búsqueda de mejores resultados en cada período contable y para cada proyecto ejecutado.

En esta investigación no se han encontrado documentos que muestren una preocupación por medir el impacto social de las organizaciones en Ecuador; las empresas e instituciones basan sus análisis principalmente en indicadores financieros que miden los retornos económicos y comerciales, dejando de lado la evaluación bajo criterios de responsabilidad social empresarial. Esta realidad abre un abanico de posibilidades para nuevas investigaciones que permitan entender y desarrollar modelos de medición de impactos sociales y ambientales que faciliten a las organizaciones tomar decisiones que garanticen su sostenibilidad y aporten a su responsabilidad social corporativa.

El modelo aplicado en esta investigación puede replicarse en nuevos proyectos de la ONG. Asimismo, puede utilizarse como un marco de referencia para medir los impactos de otras ONG. Sin embargo, es fundamental ahondar más en la investigación y aplicar nuevos modelos de medición del impacto social, comparando sus resultados hasta obtener un modelo que sea generalmente aceptado por la comunidad científica.

## Conclusiones

Este concepto de medición financiera del impacto social promueve el avance de las organizaciones hacia la responsabilidad social corporativa, con la búsqueda constante de la transparencia de la información, la rendición de cuentas hacia los grupos de interés, la valoración de los impactos generados y la respuesta de la empresa para mejorar la situación de su entorno.

El modelo aplicado en esta investigación, que incluye el desarrollo metodológico de la teoría del cambio y el SROI, ha demostrado que es posible monetizar los impactos sociales que las empresas generan; por lo tanto, este modelo puede replicarse para valorar los impactos sociales generados en otras organizaciones.

Las organizaciones que evalúan financieramente su impacto social pueden tomar decisiones que las lleven a alcanzar niveles más altos de eficiencia, lo que puede repercutir en la mejora de su reputación corporativa y en una mayor legitimidad para operar.

El análisis financiero del impacto social es una herramienta de control que se enfoca en la mejora continua de los resultados y procesos de las organizaciones. Estos análisis deben complementarse con adecuadas estrategias de divulgación de la información y, sobre todo, con una política que guíe la toma de decisiones para alcanzar mejores resultados sociales.

## Referencias

- Aguilar Agudo, A., Herruzo Cabrera, J., Ochoa Sepúlveda, J. J., y Pino Osuna, J. (2019). Retorno Social de la Inversión (SROI) en Tratamientos Psicológicos Basados en la Evidencia. *Clinica y Salud*, 30,13-20.
- Ayuso, S. (2018). *La Medición del Impacto Social en el ámbito Empresarial*. Barcelona: ESCI-UPF School of International Studies.
- Casado Ruiz, J. M., Bernal Jurado, E., Mozas Moral, A., Fernandez Uclés, D., y Medina Viruel, M. J. (2017). Medición del impacto social y económico: políticas públicas de emprendimiento en Andalucía. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 75-102.
- Gambhirl, V. K., Majmudar<sup>2</sup>, N., Gupta<sup>4</sup>, N., y Sodhani<sup>3</sup>, S. (2017). Social Return on Investment (SROI) for Hindustan Unilever's (HUL) CSR initiative on livelihoods (Prabhat). *Procedia Computer Science* 122, 556-563.
- Kousky, C., Ritchie, L., Tierney, K., y Lingle, B. (2019). Return on investment analysis and its applicability to community disaster preparedness activities: Calculating cost and returns. *Internacional Journal of Disaster Risk Reduction* 41, 101-296.
- Lazzarini, S. G. (2018). The measurement of social impact and opportunities for research in businessadministration. *RAUSP Management Journal*, 134-137.
- Mata, A. (15 de Julio de 2019). *Cuantix*. Obtenido de <https://blog.icuantix.com/blog/pasos-para-elaborar-una-teor%C3%ADa-del-cambio>
- Reyes Iturbide, J. (7 de mayo de 2018). *EL ECONOMISTA*. Obtenido de Del Impacto Social al Valor Social: <https://www.economista.com.mx/opinion/Del-impacto-social-al-valor-social-20180507-0140.html>
- Rogers, P. (2014). *La teoría del cambio, Síntesis metodológicas: evaluación de impacto n.º 2*. Florencia: Centro de Investigaciones de UNICEF.
- Unión Europea. (2015). *Métodos propuestos para la medición del impacto social en la legislación de la Comisión Europea y la práctica relativa a: FESE y EaSI*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.



# Gestión de Indicadores de Proceso de Producción

## Caso de Estudio en la Industria del Calzado

Amanda Martínez , Gladys Proaño 

Martínez, Amanda Patricia  
Instituto Superior Tecnológico España, Ecuador  
Autor para correspondencia: amanda.martínez@iste.edu.ec

Proaño, Gladys Elizabeth  
Instituto Superior Tecnológico España, Ecuador

### Resumen

La presente investigación propone indicadores clave para la gestión de la producción que ayudan en la toma de decisiones de la organización. El artículo describe un caso de estudio en una importante empresa de calzado ecuatoriano en el que se evalúan las particularidades del proceso para plantear la fórmula de cálculo del indicador. Se realiza una revisión de literatura en el campo de los indicadores de gestión y se definen 5 grupos. Cada grupo cuenta con indicadores individuales y su respectiva fórmula de cálculo, la cual considera las variables propias del sistema de producción. Se recolectan los datos de 17 meses, se ingresan a hojas de cálculo, se evalúan y se grafica su evolución durante el tiempo. Cada indicador cuanta con una meta para la comparación y evaluación, con la que se proponen planes de mejora. Los resultados permiten demostrar que la aplicación de indicadores de gestión posibilita actuar a tiempo frente a desviaciones importantes y, además, presentan un panorama de cuál es el estado del sistema de producción.

**Palabras clave:** diseño de indicadores, gestión de la producción, calzado, sistema de indicadores

### Introducción

Cuando las empresas se enfrentan al reto de optimizar los procesos y las operaciones, dentro de una visión de excelencia operacional, el primer objetivo que deben buscar es la reducción de las pérdidas, porque ellas son, principalmente, la fuente de todas las ineficiencias de las plantas industriales y constituyen, en gran parte, la llamada “fábrica oculta” (Álvarez y Sánchez, 2016).

Uno de los factores determinantes para que todo proceso, llámese logístico o de producción, se lleve a cabo con éxito, es implementar un sistema adecuado de indicadores para medir la gestión de los mismos. Esto se realiza con el fin de que se puedan implementar indicadores en posiciones estratégicas que reflejen un resultado óptimo en el mediano y largo plazo, mediante un buen sistema de información que

permita medir las diferentes etapas del proceso (Silva, 2011). La industria ecuatoriana del calzado está en constante crecimiento; para llegar a los principales productores del mundo y competir en los mercados internacionales, es necesario desarrollar estrategias y sistemas de producción eficientes (Álvarez et al., 2017).

En Ecuador, las pequeñas y medianas empresas tienen grandes vacíos en la medición del desempeño y carecen en muchos casos de un sistema de indicadores. Esto hace que pierdan competitividad y que sus costos sean altos. La poca preocupación por medir sus resultados hace que las empresas trabajen bajo un ambiente de incertidumbre donde cualquier interrupción del proceso puede ser catastrófica.

Como menciona Lord Kelvin:

Quando usted pueda evaluar aquello de lo cual está hablando y expresarlo en números, sabe algo al respecto, y cuando no puede medirlo ni expresarlo en números, su conocimiento personal es escaso e insatisfactorio. Este puede ser el comienzo del conocimiento, pero su pensamiento difícilmente ha avanzado hasta la etapa científica". (Camacho, 2016)

En este sentido, un indicador es una señal, un aviso, que nos entrega información. Es una herramienta de gestión que provee un valor de referencia respecto al logro o resultado de los objetivos.

Los indicadores más comunes que se usan en las empresas son: cumplimiento, calidad, disponibilidad e inventario (Daza et al., 2011). En los casos en los que la implementación de indicadores ha dado otro paso, se mide la eficiencia global del equipo (OEE, por sus siglas en inglés) (Reyes et al., 2018). OEE es un indicador que se calcula diariamente para un equipo o grupo de máquinas y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido si todo hubiera ido perfectamente y las unidades sin defectos que realmente se han producido (Figueredo, 2015).

Los procesos de producción pueden presentar una serie de síntomas no favorables que impactan negativamente en sus resultados. El flujo de información se da en todos los sentidos durante la producción y los procesos interrelacionados generan datos que, sin un análisis técnico, simplemente se quedan en números sin sentido. Los encargados de supervisar los procesos deben tener la capacidad de analizar estos datos, convertirlos en conocimiento y tomar decisiones a partir de estos.

En este contexto, los indicadores son la punta de lanza para la gestión de la producción. El diseño e implementación de indicadores debe seguir la siguiente ruta de actividades: obtención de datos, cálculo del indicador, graficar la evolución en el tiempo, determinar y fijar metas, seguimiento, planes de acción, análisis y toma de decisiones. La selección de indicadores debe tomar en cuenta las particularidades de cada organización y el cálculo debe ser enfocado en función de esto. Sin embargo, los indicadores que se proponen en esta investigación se pueden aplicar en cualquier organización con los debidos ajustes.

El objetivo de este trabajo es proponer indicadores de gestión de la producción que permitan agilizar la toma de decisiones en la organización, a través de la selección de información con valor agregado.

Este artículo está organizado de la siguiente manera:

- En el apartado de métodos se describe la metodología a usar y se muestra la descripción de los indicadores que se proponen.
- En el apartado de resultados se exponen los resultados del cálculo y la evolución en el tiempo de los indicadores.
- Finalmente, las conclusiones son descritas en el último apartado.

## **Revisión teórica**

### **Gestión de Producción**

La gestión es un conjunto de acciones para alcanzar un objetivo. En este sentido, es un concepto ambiguo con respecto a la administración, aunque con frecuencia son usados de manera indistinta. En ocasiones, la gestión apunta al proceso de toma de decisiones; en otras, es aceptada como la concurrencia de la ejecución, el análisis y el control.

En síntesis, la gestión es la interface entre planeación-acción, acción-control y control-planeación (Velásquez, 2003). La gestión de producción permite eliminar las causas fundamentales de los problemas, a la vez que garantiza el control y gerencia de los procesos desde el lugar en el que se ejecutan. Elimina el trabajo innecesario, aquel que no agrega valor y por el que el cliente no está dispuesto a pagar; para ello, mantiene sistemas de mejora continua para detectar errores y atacarlos desde su causa raíz. Además, permite el ahorro de tiempo para la alta dirección, para que así se pueda enfocar en el futuro y en el crecimiento de su mercado, siempre anteponiendo la búsqueda de la satisfacción del cliente tanto interno como externo (Viteri, 2015).

Los indicadores son una referencia de si se está logrando o no lo que se plantea, por lo que el sistema de indicadores debe contar con las siguientes fases:

- Selección de factores estratégicos de operaciones.
- Diseño de indicadores.
- Implantación, despliegue y medición.
- Uso del sistema (qué hacer con los datos).
- Contexto (objetivo-indicador-meta).

### **Importancia de los Indicadores**

Según los referenciales ISO e ISO-TS, es necesario y recomendable marcar unos

objetivos anuales y reflejarlos en indicadores para su seguimiento; el método óptimo para realizar el análisis y seguimiento de los indicadores de una empresa pasa por la obtención de datos de todos los departamentos que tenga la empresa, logrando observar la evolución de los indicadores de forma gráfica y en estadísticas periódicas.

Hoy en día, las empresas necesitan de *software* y herramientas de gestión especializadas para poder gestionar los datos, analizar la evolución de los indicadores y promover así un mejoramiento en los servicios de las áreas o departamentos a los cuales estén adscritos dichos indicadores (Daza et al., 2011).

En el momento en que una empresa decide implantar un sistema de indicadores en el proceso de producción, la información debe ser suficiente y cronológica, de tal manera que sea posible la comparación y validación a través del tiempo.

Por ello, plantear un sistema de indicadores en producción obliga a tener un enfoque sistémico y a focalizarse en una serie de condiciones o características:

- Facilidad en el manejo.
- Claridad en su estructura, integrada por indicadores concretos y no contradictorios.
- Aplicable en el proceso.

Los indicadores de gestión de la producción deben reflejar la información del proceso productivo a través del tiempo para determinar en su análisis las condiciones de ciertos aspectos relevantes, como los siguientes: nivel de inventarios, capacidad instalada, ciclo productivo, entrega de pedidos, cumplimiento de la programación, factor de utilización de la mano de obra, horas trabajadas total, generación de horas extras, consumos no planificados de materiales (Arango y Cuenca, 2003).

## Gestión de la Información

La gestión de información es un conjunto de técnicas y procedimientos que conforman la metodología para el inicio del camino del conocimiento (Font y Lazcano, 2016). La gestión de información constituye un tema de investigación que se ha consolidado en los últimos años por la importancia de este proceso para las organizaciones y su desempeño. No son pocos los autores que lo han abordado pero, sin lugar a dudas, actualmente son numerosas las visiones y enfoques que priman en estudios teóricos y empíricos publicados (Rodríguez, 2015).

Algunos autores coinciden en que la gestión de información plantea que “gerencia es todo lo que se refiere a la obtención de la información adecuada, para la persona adecuada, a su precio adecuado, en el tiempo y lugar adecuado, para tomar la decisión adecuada”. Su objetivo es incrementar los niveles de eficiencia y efectividad dentro de una organización. Este proceso se conduce a través de la integración adecuada de los recursos humanos, las políticas, las actividades y procedimientos, el *hardware*, el *software* y los datos (Rodríguez, 2002).

Hay dos características de la información que la distinguen de otros recursos de la empresa: su intangibilidad, por lo que se hace muy difícil de manejar y gestionar, y su incombustibilidad, ya que la información no se gasta, sino que se puede modificar y actualizar.

La información, como activo intelectual, aumenta su valor con el uso, es decir, la información no se gasta o consume, sino que incluso mejora cuando se utiliza. Este uso le aporta un valor que depende de la finalidad para la que se vaya a utilizar. El valor de la información se deriva del aumento que debe originar en el rendimiento y la productividad de la organización (Gómez, 2007).

## Métodos

Este trabajo utiliza una metodología experimental que describe un estudio de caso en una importante empresa del sector del calzado en Ecuador. El sistema de producción de la empresa objeto de estudio cuenta con varios macroprocesos y estos, a su vez, se dividen en procesos y subprocesos; en función de ello, los datos para el análisis se recogen del proceso de corte.

La recolección de datos se hace durante el periodo de enero a diciembre de 2018 y los primeros 5 meses de 2019. La empresa genera información diaria, la cual se recolecta a través de hojas de cálculo en Excel, *software* ERP, como SAP, o bases de datos que permitan descargar la información. Las metas que se escogen para cada indicador son el resultado de los datos históricos de los 2 años previos, con los debidos ajustes por las particularidades presentadas en cada año, los planes de mejora y las exigencias propias de la organización.

Una vez que se recolectan todos los datos para los indicadores se compilan en hojas de cálculo de Excel, por la facilidad de uso y accesibilidad del *software*. Previo al cálculo de indicadores, se definen para cada uno de ellos las unidades de análisis; en cada hoja de cálculo se realizan los cálculos matemáticos requeridos, la evaluación de su pertinencia y se grafica su evolución durante el tiempo.

Los indicadores se entregan al responsable de producción, quien, en base al cumplimiento de metas, plantea acciones de mejora y acciones preventivas para mantener sus resultados estables en el tiempo.

Para la estructura de la información se debe contar con la base de datos de los datos que conforman el cálculo, así como los siguientes elementos:

- Ciclo de producción.
- Producción plan.
- Producción real.
- Producción total buena.
- Rechazos.

- Cantidad de unidades por código de producto.
- Número de personas de mano de obra directa planificada de acuerdo a nómina.
- Número de personas que asistieron en el ciclo de producción.
- Número de máquinas en planta.
- Número de máquinas disponibles o activas.
- Paros planificados.
- Paros no planificados.
- Tiempo estimado de operación.

## Indicadores de Gestión de la Producción

En las organizaciones se deben identificar, calcular e implementar indicadores de gestión más detallados en los procesos, con el fin de conocer la gestión y comportamiento de esas actividades, dado que la información financiera otorga resultados macro y no refleja lo que está sucediendo a nivel de cada proceso productivo.

Se configura un sistema de indicadores de gestión que se aplica a la operación específica y que mide factores clave de desempeño, los cuales permiten definir estrategias de reducción de costos e incrementar la competitividad a nivel interno y externo.

## Indicadores de Rendimiento-Cumplimiento a Programación

Las medidas de rendimiento son un medio para cuantificar la eficiencia y efectividad de las actividades relevantes del proyecto; por lo tanto, se sugieren los siguientes aspectos:

- Deberían ser relevantes, fáciles de entender y tener un impacto visual.
- Enfoque en el mejoramiento más allá de la simple variación.
- Deberían ser derivadas de la estrategia, relacionadas a objetivos específicos.
- Deberían ser claramente definidas y proveer un *feedback* exacto y oportuno.
- Deberían reflejar el estatus del proceso productivo.
- Deberían tener un propósito explícito y una fórmula explícita.

### Nivel de Servicio:

- Es la proporción que existe entre la producción efectiva de buena calidad y la programada.

Nivel de Servicio=Producción Buena/ Producción Programada (1)

Se obtiene la relación entre la producción programada y cumplida OK en pares, frente a la producción programada en pares. No incluye calzado de segunda.

**Secuencia:**

- Es la proporción entre las referencias cumplidas y las referencias programadas.

Secuencia=Referencias Cumplidas/ Referencias Programadas (2)

El cumplimiento incluye: producción OK, de segunda y rechazos.

**Eficiencia consumo materia prima:**

- Es la relación existente entre la cantidad real de materia prima empleada y la producción real.

Consumo Materia Prima=Consumo Total MP/ Produccion Total (3)

Se evalúa la variación de la salida de mercaderías de acuerdo a la planificada para una determinada orden de producción.

**Productividad:**

- Es la proporción generada por cada persona que asistió en la actividad productiva en un determinado período.

P=Producción Total/ Asistencias efectivas (4)

La producción total incluye buenos, segundas y rechazos, la asistencia efectiva y el total de marcaciones registradas por el personal generado en el reporte de nómina.

**Indicadores de Calidad**

Muestran la eficiencia con la que se la realizan las actividades inherentes al proceso y el nivel de perfección del producto terminado; son definidos por los materiales y procesos aplicados.

**Calidad global:**

- Es la proporción entre la producción de buena calidad respecto a la producción total. Se debe excluir el calzado de segunda.

$$\text{Calidad} = \text{Producción Buena} / \text{Producción Total} \quad (5)$$

**Calidad por proceso:**

- Corresponde al porcentaje de defectuosos generados por la actividad productiva (máquina o mano de obra) y su relación con la producción total.

$$\text{Calidad por Procesos} = \text{Defectuosos Procesos} / \text{Producción Total} \quad (6)$$

**Calidad por materiales:**

- Corresponde al porcentaje de defectuosos generados por materia prima e insumos y su relación con la producción total.

$$\text{Calidad por MP} = \text{Defectuosos Materiales} / \text{Producción Total} \quad (7)$$

**Indicadores de Mantenimiento**

Se refieren a la medición del desempeño en la gestión de mantenimiento, evaluando los trabajos ejecutados en esta área para determinar la contribución al éxito en la gestión del proceso productivo.

**Disponibilidad de maquinaria:**

- Es la proporción existente entre el tiempo de operación (disponible para producir) y el tiempo programado.

$$\text{F.O.Maq} = \text{Tiempo Efectivo} / \text{Tiempo Disponible} \quad (8)$$

**Indicadores de Recursos Humanos**

Permiten definir el porcentaje de ocupación de la mano de obra directa para la actividad productiva y su impacto en el cumplimiento de la programación.



### **Factor de ocupación de mano de obra:**

- Es la proporción entre lo programado y lo disponible en número de personas.

$$F.O.MOD = \#MOD \text{ Balance} / \#MOD \text{ Disponible} \quad (9)$$

(#MOD Balance) corresponde al dato referencial considerado en el plan de operaciones (teórico plan) del recurso humano y (#MOD Disponible) es la cantidad definida para las próximas producciones, visualizadas por la demanda efectiva a producir, para llegar al número de personas real de planta.

### **Indicadores de Información**

Dada la importancia de la información, es relevante evaluar la efectividad del contenido y la forma de transmitirla. Estos indicadores permiten conocer el seguimiento y la relación existente entre el total de documentación que se maneja en el área productiva y los documentos que fueron detectados como erróneos.

#### **Flujo de información:**

- Plantea el monitoreo de toda clase de información, planes de trabajo, órdenes de producción, registros, instructivos y todo documento de alta incidencia en el cumplimiento del nivel de servicio.

$$\% \text{Flujo de Información} = \text{Dctos con error} / \# \text{Total Documentos} \quad (10)$$

## **Resultados y Discusión**

### **Indicadores de rendimiento**

En el indicador de la Figura 1, el nivel de servicio cuenta con un valor de 90.32 %, provocado en el mes de septiembre de 2018; señala un incumplimiento a la programación que no presenta estabilidad hasta marzo de 2019. Luego de un análisis de causas relevantes y la aplicación de planes de acción, se llega a un incremento en el mes de mayo de 2019.

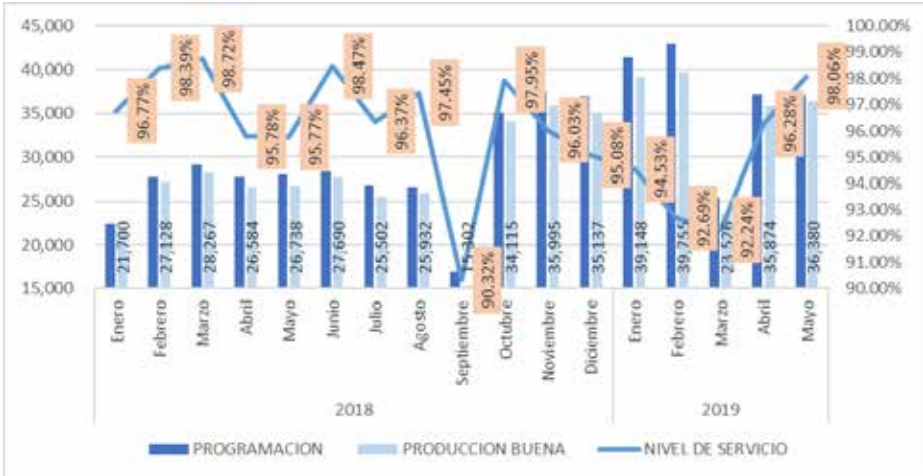


Figura 1. Nivel de servicio

Consecuentemente, existe una estrecha relación en el incumplimiento de los demás indicadores. Tomaremos como ejemplo el decremento del mes de septiembre de 2018 del nivel de servicio.

Se puede visualizar, en la Figura 2, la secuencia de decremento a un 90.47 %, resaltando su incidencia en el buen cumplimiento del plan de producción.

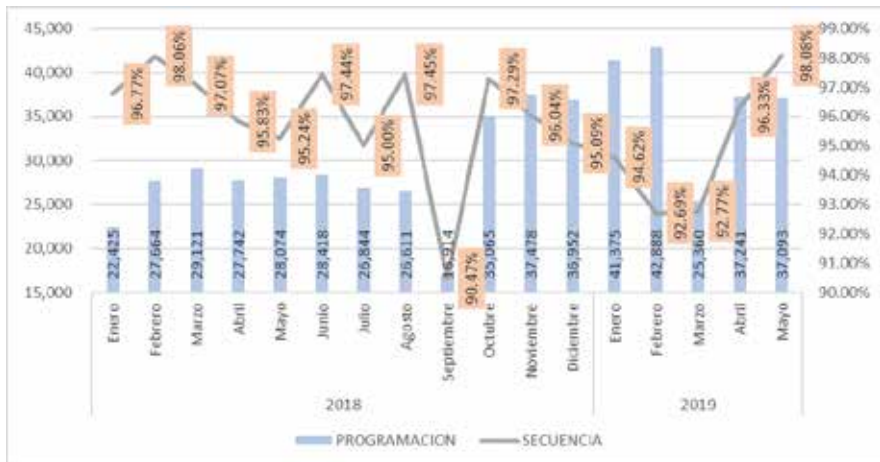


Figura 2. Secuencia

Los pares/hombres, productividad, muestran un menor número de pares producidos por el personal, señalando un mayor costo de mano de obra directa (MOD) al no cumplir con lo programado.



Figura 3. Productividad

A su vez, el factor de calidad es estable en el 2018, lo que significa que existen metodologías de control para la detección de defectuosos, obteniendo así productos terminados de primera y evitando devoluciones de clientes.

El porcentaje de defectuosos, de materiales y procesos, nos permitirá conocer los problemas que debemos atacar para la reducción de pares malos o que no cumplen las especificaciones mínimas requeridas para un producto vendible.

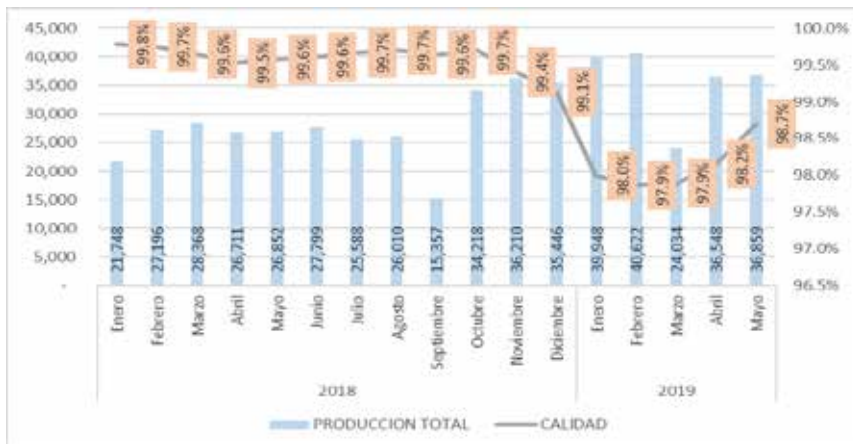


Figura 4. Calidad

Sin embargo, el factor de ocupación de maquinaria es irregular, lo que manifiesta que no se está aprovechando completamente la capacidad total. Para un mayor análisis, se consideraría la gestión de mantenimiento en máquinas habilitadas y disponibles y si la cantidad de producción demandada es la ideal para un aprovechamiento al 100 % de la capacidad instalada, desde un enfoque de plan de demanda.

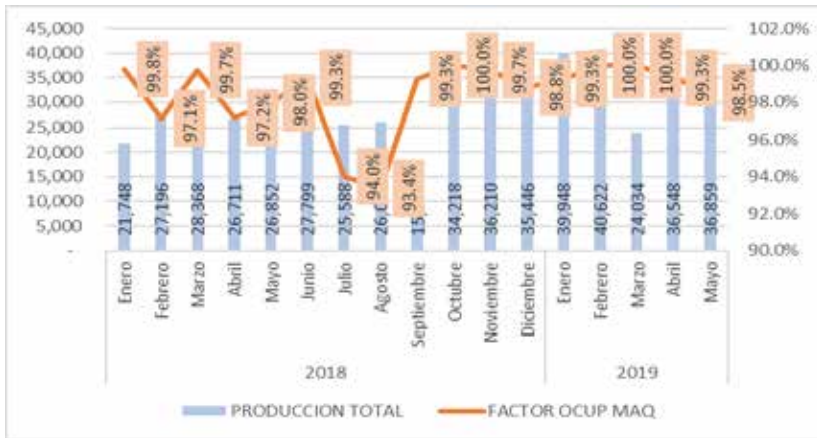


Figura 5. Factor Ocupación Maquinaria

En este indicador es importante señalar como análisis la causa del paro planificado, la máquina, el turno en que se efectuó la avería, la fecha y las horas por paro. Esta información incidirá en la detección de tiempo disponible del proceso productivo.

Desde una perspectiva más general, la gestión de indicadores implica la adopción de criterios de análisis y evaluación del manejo de la planta productiva. Es un elemento de suma importancia en la toma de decisiones sobre resultados negativos que, de no ser tratados a tiempo y con eficacia, colocan en riesgo a las organizaciones.

### Gestión de los indicadores de producción

Dependiendo del tipo de problema que cause la desviación, se pueden evaluar los diferentes indicadores de la gestión de producción e identificar oportunidades de mejora enfocadas a fortalecer el proceso, como por ejemplo:

- Mejora continua.
- Trabajo estandarizado.
- Organización de lugar trabajo y administración visual.
- Producción nivelada de acuerdo al recurso disponible, tanto en mano de obra directa como en inventarios físicos y capacidad instalada.
- Operaciones flexibles frente a nuevos desarrollos del producto.

- Disminución de defectuosos y desperdicios.
- Consumos planificados de los materiales.
- Control y seguimiento al cumplimiento de objetivos del área funcional.

## Conclusiones

Los datos que la organización genera a partir de los acontecimientos diarios que ocurren en un proceso de producción requieren ser analizados y evaluados; de lo contrario, simplemente se verían como números sin sentido.

Para convertir estos datos en conocimiento se debe llevar a cabo un proceso de razonamiento, en el cual los indicadores de gestión ocupan el rol predominante.

El cálculo y la implementación de indicadores deben partir de las particularidades del proceso. La forma de cálculo debe tomar en cuenta las variables críticas.

Este artículo presenta el diagnóstico durante el tiempo de las mediciones que se hacen cada mes; el objetivo es observar el comportamiento y la evolución de estos indicadores y apoyar en la toma de decisiones en la organización.

Se observa que la implementación de indicadores es una estrategia a considerar en la organización, de tal modo que todos sus integrantes puedan discernir el estado actual de sus procesos y tomar decisiones cuando se presenten indicios de desviaciones importantes. En función de ello, cada indicador debe contar con una meta, que se calcula a partir de datos históricos o se plantea después del análisis y consenso entre las partes interesadas, con objeto de lograr mejores resultados.





Un rol fundamental de las líneas de supervisión es entender que las desviaciones críticas necesitan ser identificadas y gestionadas, un aspecto necesario para validar los factores de éxito de las operaciones.

## Referencias

- Álvarez, K., Aldas, D., y Reyes, J. (2017). Towards Lean Manufacturing from Theory of Constraints: A Case Study in Footwear Industry. 2017 International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA), (págs. 1-8). Seoul, South Korea.
- Álvarez, R., y Sánchez, A. (2016). Modelo Estocástico para la eficiencia global de los equipos (OEE): consideraciones prácticas para su utilización. Revista Ontare, 53-85.

- Arango Serna, M. D. y Cuenca, C. S. (2003). Los indicadores de producción - una visión sistémica. V Congreso de Ingeniería de Organización , n/s.
- Camacho, N. (2016). Evaluación de la Gestión de la Calidad del proceso inversionista en ETECSA Villa Clara. Santa Clara, Cuba.
- Daza, J., Cohen, J. y López, J. (2011). Diseño e implementación de un sistema indicadores de gestión. Prospectiva.
- Figueredo, F. (2015). Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, 7-24.
- Font, E. y Lazcano, C. (2016). La gestión de la información y la comunicación de la ciencia. Colección Académica de Ciencias Sociales, 50-61.
- Gómez, M. (2007). La comunicación en las organizaciones para la mejora de la productividad: El uso de los medios como fuente informativa en empresas e instituciones andaluzas. Málaga: Universidad de Málaga.
- Reyes, J., Álvarez, K., Martínez, A. y Guamán, J. (2018). Total productive maintenance for the sewing process in footwear. Journal of Industrial Engineering and Management , 814-822.
- Rodríguez, K. (2002). Gestión de la Información en las Organizaciones. Bibliotecas, 19-34.
- Rodríguez, Y. (2015). Gestión de Información y del Conocimiento para la toma de decisiones. Bibliotecas anales de investigación, 150-163.
- Silva, D. (2011). Teoría de indicadores de gestión y su aplicación práctica. Bogotá DC.
- Velásquez, A. (2003). Modelo de Gestión de Operaciones para PyMES Innovadoras. Revista Escuela de Administración de Negocios.
- Viteri, J. (2015). Gestión de la Producción con Enfoque Sistémico. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.

# Satisfacción del Paciente en Relación con el Tiempo de Espera en el Servicio de Emergencia

Walter Patricio Castelo Rivas , Kelly Aztrid Mazón Yépez , Angie Micaela Aldaz Sampedro , Cristhian Ricardo Rodríguez Figueroa 

Castelo Rivas, Walter Patricio  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo, Ecuador  
Autor para correspondencia: wpcastelo@puce.sd.edu.ec

Mazón Yépez, Kelly Aztrid  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo, Ecuador  
kamazon@pucesd.edu.ec

Aldaz Sampedro, Angie Micaela  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo, Ecuador  
amaldaz@pucesd.edu.ec

Rodríguez Figueroa, Cristhian Ricardo  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Santo Domingo, Ecuador  
crrodriguezf@pucesd.edu.ec

## Resumen

Antecedentes: El lapso de tiempo desde la llegada del paciente al servicio de urgencia y emergencia hasta la atención médica es un factor clave para medir la satisfacción y la calidad de la atención del usuario de acuerdo al servicio prestado. El objetivo es determinar si el tiempo de espera influye en la satisfacción de los pacientes que acuden al servicio de urgencia y emergencias del ambulatorio (IEES). Métodos: El estudio es cuantitativo, correlacional, de corte transversal. Se trabajó con una muestra de 356 usuarios atendidos en el servicio de Urgencias y Emergencias. En la recolección de datos se utilizó una encuesta compuesta por 30 preguntas. Se aplicó un alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.703 en el programa SPSS 21.0. Los resultados mostraron que el 61 % de los encuestados se encontraba ansioso y solo el 49 % manifestó estar conforme con la atención recibida por la entidad. Además, el 87 % de los pacientes manifestó haberse sentido irritado al no recibir una atención oportuna y rápida. El tiempo de espera del 86 % de los usuarios, desde la toma de signos vitales hasta la atención médica, fue superior a 120 minutos. En conclusión, el tiempo de espera influye significativamente en la satisfacción de los pacientes.

**Palabras clave:** calidad de atención, satisfacción del usuario, atención en salud, área de emergencias, tiempo de espera

## **Introducción**

La satisfacción del usuario ha ido adquiriendo relevancia como indicador para medir la calidad, debido a que es una estimación que el paciente otorga al servicio brindado, lo que la convierte en una medida efectiva y útil para mejorar el desempeño de las instituciones de salud, con la finalidad de garantizar servicios de calidad (Febres y Mercado, 2020). La atención en salud tiene el objetivo de brindar un conjunto de acciones destinadas a prevenir, promocionar, recuperar y restaurar el daño ocasionado en la salud (World Health Organization [WHO], 2021).

La calidad de la atención en las instituciones de salud brinda promoción, prevención, tratamiento, rehabilitación y paliación a los usuarios que requieren de sus servicios. Los estudios acerca de la evaluación de calidad tienen sus orígenes en el sector empresarial, en referencia a las opiniones de los clientes. Desde entonces, fue tomando importancia en el sector de la salud, en el que se ha ido aplicando para evaluar la calidad de la atención médica (Vázquez et al., 2018). Por lo tanto, la calidad de atención se logra alcanzar cuando se satisfacen las expectativas de los usuarios ampliamente (Febres y Mercado, 2020).

Uno de los servicios con más afluencia de personas entre los que ofrecen las instituciones de salud es la unidad de emergencias, por lo que, si la atención no logra ser oportuna y eficiente, con personal capacitado y los recursos necesarios, se corre el riesgo de ofrecer una mala calidad de atención y, en el peor de los casos, atentar con la vida de los usuarios (Taype et al., 2019).

Montero et al. (2020) afirman en su estudio que el tiempo de espera influyó en la percepción de los pacientes; el tiempo de espera fue menor a lo establecido, lo cual se catalogó como aceptable en la atención del área de emergencia. Sin embargo, mencionan que los usuarios manifestaron inconformidad con el confort en la sala de espera. De Jesús et al. (2021) indican en su estudio que el promedio de tiempo en la atención médica recibida es superior a lo recomendado, de acuerdo al sistema del triaje de Manchester, donde se clasifica y prioriza la atención a los pacientes. El tiempo que pasa desde la llegada del paciente al servicio de emergencia hasta la atención médica es considerado como un factor clave para medir la satisfacción del usuario y la calidad de la atención recibida. Por ello, la implementación del sistema de triaje es recomendable para favorecer una correcta priorización del paciente que acude al servicio con un grado de urgencia (Febres y Mercado, 2020).

Las constantes denuncias por parte de los afiliados al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS, 2021) que evidencian su descontento y el pronunciamiento de las autoridades sobre la inadecuada calidad de atención, la escasez de recursos y medicamentos (El Comercio, 2022) y la insatisfacción de los usuarios generan impotencia y frustración en los afiliados. Esta situación motivó la profundización y desarrollo del presente estudio, enfocado en generar sustento bibliográfico tanto descriptivo como



estadístico, corroborando y confrontando teorías y hallazgos de investigadores en el campo de la gestión en salud. Se evidenciarán las problemáticas que vive este sector de la sociedad trabajadora, lo que permitirá a las autoridades competentes tomar medidas correctivas con base en los resultados obtenidos en este proceso investigativo.

De acuerdo a la Ley Orgánica de Salud del Ecuador (2012), en su Art. 7, toda persona, sin discriminación por motivo alguno, tiene, en relación a la salud, el siguiente derecho: “acceso universal, equitativo, permanente, oportuno y de calidad a todas las acciones y servicios de salud”. Por ello, el presente estudio tiene la finalidad de determinar si el tiempo de espera influye en la satisfacción de los usuarios que acuden al servicio de Urgencias y Emergencias del Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, en el 2022.

## Revisión teórica

En la actualidad, muchos estudios revelan datos importantes sobre la relación entre el tiempo de espera y la satisfacción del paciente en el servicio de emergencia. La investigación de Matzumura et al. (2018), realizada en el servicio de emergencia de una institución de salud privada, muestra una insatisfacción en la mayoría de encuestados de acuerdo al tiempo de espera hasta la atención médica y la rapidez para los exámenes de laboratorio. En el estudio de Mutre y González (2020) en el servicio de emergencia del Hospital General IESS de Milagro, Ecuador, se demostró que el tiempo de espera predominante estuvo entre los 30 y 60 min, el cual fue considerado aceptable con respecto a la satisfacción global que tuvieron los usuarios acerca de su período de tiempo en el servicio de emergencia. Por otra parte, la investigación con método cuantitativo de Fontova et al. (2015) en el Hospital de Figueres (Girona) demostró que las variables del tiempo de espera y la satisfacción del paciente están relacionadas, de tal forma que, cuanto menor sea el tiempo de espera, mayor es la satisfacción por parte de los usuarios.

## Métodos

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, correlacional (el tiempo de espera en relación con la satisfacción del paciente), de corte transversal (información recolectada desde el 1 al 30 de julio de 2022), en el servicio de Emergencias del Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, durante el segundo trimestre del año 2022.

La población de estudio se determinó con base en la cantidad de usuarios atendidos en el primer semestre de 2022 en el Ambulatorio del IESS, que ascendió a 4878. El tamaño de la muestra se definió aplicando la fórmula finita (Aguilar, 2005), de la que se obtuvo un valor de 356 encuestas a aplicar. Se trabajó con un muestreo por conveniencia, donde los usuarios eran abordados para la aplicación de las encuestas inmediatamente

después de haber recibido atención en el servicio de Emergencias. Además, se tomó en consideración no realizar la encuesta a aquellos que se observaban mal humorados, que caminaban muy rápido o que iban acompañados de infantes. Los participantes que se seleccionaron cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años, que se encuentren orientados en las tres esferas —tiempo, espacio y persona— y que no requieran hospitalización. Respecto a los criterios de exclusión, se detallan los siguientes: pacientes en estado etílico, pacientes con problemas neurológicos y pacientes que estuvieron dispuestos a participar en el estudio, pero que no dieron su consentimiento informado por escrito.

Para el estudio se hizo uso de una encuesta compuesta por las siguientes dimensiones: características sociodemográficas, motivo de consulta, acompañamiento, tiempo de espera, infraestructura y confort y atención del personal de salud. Dicho cuestionario estuvo conformado por 30 preguntas. Para los fines de este estudio, el contenido del instrumento fue validado mediante criterio de expertos de valor agregado individual, los cuales fueron seleccionados por su trayectoria profesional y laboral y aportaron a la mejora del constructo. Asimismo, para la obtención de la fiabilidad se aplicó una encuesta piloto, contribuyendo a la redacción. Posteriormente, se realizó el análisis de la fiabilidad del instrumento por medio de la prueba estadística alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.703, considerado aceptable (Chaves y Rodríguez, 2018). Las encuestas se realizaron en días alternos; se aplicaron 30 encuestas hasta completar el total de las mismas y el periodo de recolección de la información fue de 15 días. La información recabada fue procesada mediante estadística descriptiva e inferencial, la cual fue presentada de manera sintetizada y organizada. Además, se aplicó la prueba de chi-cuadrado y el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación de las variables de estudio; para ello, se hizo uso del *software* SPSS versión IBM SPSS Statistics 21.0. Se procedió a solicitar el respectivo permiso a la entidad para iniciar el estudio y, antes de la aplicación del cuestionario, se hizo firmar el correspondiente consentimiento informado al encuestado.

## Resultados y Discusión

De los 356 pacientes encuestados, se obtuvieron los siguientes datos: la edad estuvo comprendida entre los 18 y 85 años, con una media de  $\pm 38.28$ . El 58 % perteneció al sexo femenino y el 42 % al sexo masculino.

La Tabla 1 muestra el motivo de consulta por la que los pacientes tuvieron que acudir al servicio de Emergencias. El 55 % manifestó presentar síntomas respiratorios; también fue relevante el 12 % que expresó que el motivo estaba relacionado con síntomas gastrointestinales. Además, el 36 % tuvo la percepción de sentir su estado de salud en una situación grave, razón por la cual acudieron al centro de salud.

**Tabla 1.** Distribución porcentual de pacientes según el motivo de consulta y la percepción de su estado de salud

Motivo de Consulta	Percepción del paciente del estado de salud con el que llegó al servicio de Emergencias										Total	
	Muy grave		Grave		Moderado		Leve		Estable		f	%
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
Síntomas respiratorios	6	2	57	16	112	31	16	4	6	2	197	55
Síntomas gastrointestinales	3	1	18	5	20	6	3	1	0	0	44	12
Síntomas neurológicos	3	1	7	2	11	3	2	1	1	0	24	7
Lesiones y traumatismos	1	0	7	2	14	4	5	1	0	0	27	8
Síntomas genitourinarios	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	3	1
Otros	1	0	24	7	30	8	6	2	0	0	61	17
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>114</b>	<b>32</b>	<b>189</b>	<b>53</b>	<b>32</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>356</b>	<b>100</b>

La Tabla 2 muestra el estado de ánimo con el que llegó el paciente a la institución. Se observa que el 61 % manifiestan llegar ansiosos, de los que el 24 % expresaron estar insatisfechos y el 48 % satisfechos. Asimismo, se detalla que un 68 % se encontraban intranquilos; de estos, el 23 % expresaron estar insatisfechos y el 49 % satisfechos. Además, se comprueba que la intranquilidad está relacionada significativamente con la satisfacción global ( $p=0.036$ ). El 56 % afirmaron llegar angustiados, de los que el 24 % señalaron estar insatisfechos y el 48 % satisfechos. Por otra parte, un 82 % manifestaron no haberse encontrado irritados, de los que el 22 % se sentía insatisfecho y el 49 % satisfechos. Se observan valores estadísticamente significativos que demuestran que la irritabilidad influye en la satisfacción global ( $p=0.013$ ).

**Tabla 2.** Distribución porcentual del estado de ánimo relacionado con la satisfacción de pacientes

Variable	¿Qué tan satisfecho se siente con la atención otorgada por parte de la institución?										Total	P		
	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho ni insatisfecho		Satisfecho		Muy satisfecho					
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%				
Estado de ánimo: Ansioso	Nada	9	3	25	7	40	11	63	17	4	1	141	39	0.381
	Algo	0	0	2	1	5	1	8	2	0	0	15	4	
	Poco	1	0	8	2	15	4	29	8	2	1	55	15	
	Bastante	1	0	9	3	18	5	12	3	3	1	43	12	
	Mucho	10	3	17	5	25	7	48	14	2	1	102	30	
	Total	21	6	61	18	103	28	160	44	11	4	356	100	
Estado de ánimo: Intranquilo	Nada	6	2	15	4	31	8	58	16	6	2	116	32	0.036
	Algo	0	0	0	0	7	2	8	2	0	0	15	4	
	Poco	2	1	11	3	19	5	29	8	1	0	62	17	
	Bastante	1	0	7	2	21	6	17	5	2	1	48	14	
	Mucho	12	3	28	8	25	7	48	14	2	1	115	33	
	Total	21	6	61	17	103	28	160	45	11	4	356	100	
Estado de ánimo: Angustiado	Nada	6	2	23	6	47	13	77	22	5	1	158	44	0.504
	Algo	1	0	3	1	3	1	10	3	1	0	18	4	
	Poco	2	1	11	3	19	5	18	5	1	0	51	14	
	Bastante	2	1	8	2	15	4	17	4	2	1	44	12	
	Mucho	10	3	16	5	19	5	38	11	2	1	85	25	
	Total	21	7	61	17	103	28	160	45	11	3	356	100	
Estado de ánimo: Irritado	Nada	14	4	41	12	83	23	142	40	11	3	291	82	0.013
	Algo	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0	4	1	
	Poco	1	0	5	1	5	1	7	2	0	0	18	4	
	Bastante	1	0	2	1	7	2	2	1	0	0	12	4	
	Mucho	5	1	12	3	7	2	7	2	0	0	31	8	
	Total	21	5	60	17	103	28	160	46	11	3	356	100	

Es necesario destacar las razones por las que consideraban los pacientes que debían ser acompañados durante la atención: para brindarles apoyo, un 40 %; para proporcionarles

seguridad, un 27 %; para que les ayuden con la información, un 15 %; el 11 % eligió la proximidad, por la necesidad de permanecer cerca del familiar, y, por último, por comodidad, con un valor del 7 %.

En la Tabla 3 se muestra la percepción de los pacientes en relación con la infraestructura, los insumos y la comodidad del establecimiento. Se manifestó inconformidad con los muebles en un 81 %. Asimismo, el 78 % de los pacientes señaló la escasez de medicamentos necesarios para una adecuada atención. Por otra parte, el 23 % expresó que se debería ampliar el lugar del servicio de Emergencias y un 20 % indicó que se debería mejorar la señalización en el área para que los pacientes se orienten dentro de la institución.

**Tabla 3.** Distribución porcentual de infraestructura, insumos y comodidad del establecimiento para la atención adecuada en la salud

	Variable	%
Comodidad de los muebles	Nada comfortable	27
	Poco comfortable	26
	Más o menos comfortable	28
	Comfortable	19
	Muy comfortable	0
	Total	100
Insumos, material y equipos necesarios para la atención	Medicamentos	78
	Equipo de imagen	3
	Equipo de medición	8
	Material cortopunzante	6
	Otros	5
	Total	100
Implementación de mejoras con base en la percepción del usuario para una adecuada atención	Implementación de equipos de entretenimiento (como televisor)	20
	Construcción del baño cercano a la sala de espera	12
	Ampliación del lugar	23
	Implementación de paredes	15
	Mejora en las señalizaciones con instrucciones para la orientación de usuarios en el área	20
	Incremento de personal médico	6
	Aumento de mobiliario cómodo	3
	Dispensadores para asepsia (gel, alcohol)	1
	Equipos de altavoz	1
Total	100	

Además, en el momento de la llegada del paciente al establecimiento de salud, al 98 % le midieron los signos vitales y al 2 % no lo hicieron. Después de la toma de signos vitales, el 89 % manifestó no haberle sido asignado un color en la sala de triaje; entre quienes sí tuvieron color asignado, un 6 % tuvo color amarillo, el 2 % verde y el 3 % color naranja, rojo y azul. Por otra parte, el 83 % no recibió información por parte del personal de salud sobre el tiempo aproximado que debía esperar para ser atendido, solo el 17 % fueron informados.

La Tabla 4 refleja el tiempo transcurrido desde el ingreso del paciente hasta la toma de signos vitales. El 42 % expresó haber esperado más de 30 minutos para la toma de los signos vitales. Además, se comparó el tiempo hasta la toma de signos vitales con la satisfacción global, obteniendo un 48 % de pacientes satisfechos y un 23 % de insatisfechos. Estos datos muestran que el tiempo de espera hasta la toma de los signos vitales influye significativamente en la satisfacción global ( $p=0.005$ ).

El 45 % manifestó haber esperado para la atención médica un tiempo superior a 60 minutos. También se comparó el tiempo de espera hasta la atención médica con la satisfacción, con un resultado de un 47 % de pacientes satisfechos y un 24 % de insatisfechos. Por tanto, se constató estadísticamente que el tiempo de espera hasta la atención médica repercute en la satisfacción del usuario ( $p=0.000$ ).

Además, el 66 % afirmó que la atención otorgada por el personal de salud fue buena. Al compararse la atención con la satisfacción global, se verificó que los pacientes que percibieron una buena atención sintieron en un 47 % satisfacción y en un 24 % insatisfacción; por este motivo, se observa que existen datos significativos que muestran que la atención otorgada influye en la satisfacción global ( $p=0.000$ ).

Asimismo, el 77 % expresó que el trato brindado por el personal sanitario fue bueno; de ellos, el 48 % manifestó estar satisfecho. De igual forma, se pudo apreciar que existe una correlación estadística entre el trato brindado por los profesionales y la satisfacción del usuario ( $p=0.000$ ). Respecto a la comunicación del profesional sanitario, el 76 % la percibió como entendible, de los que el 48 % afirmó estar satisfecho. En efecto, se comprobó que la comunicación influye significativamente en la satisfacción del paciente ( $p=0.000$ ).

**Tabla 4.** Relación de variables con la satisfacción del paciente

Variable	¿Qué tan satisfecho se siente con la atención otorgada por parte de la institución?										Total		P	
	Muy insatisfecho		Insatisfecho		Ni satisfecho ni insatisfecho		Satisfecho		Muy satisfecho		f	%		
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%				
Tiempo de espera hasta la toma de signos vitales	Más de 1 hora	6	2	21	6	27	8	32	9	2	1	88	0.005	
	30 min a 60 min	4	1	15	4	17	5	20	6	1	0	57	26	
	15 min a 30 min	4	1	12	3	23	7	39	11	3	1	81	16	
	5 min a 15 min	2	1	9	3	21	6	42	12	4	1	78	23	
	Menos de 5 min	5	1	4	1	11	3	24	7	1	0	45	12	
	Total	21	6	61	17	99	29	157	45	11	3	349	100	
Tiempo de espera hasta la atención médica	Inmediata	0	0	1	0	4	1	8	2	1	0	14	3	
	Hasta 15 minutos de espera	1	0	2	1	8	2	18	5	1	0	30	8	
	Hasta 60 minutos de espera	5	1	23	7	39	11	82	23	4	1	153	43	
	Hasta 120 minutos de espera	6	2	17	5	26	7	40	11	5	1	94	26	
	Hasta 240 minutos de espera	5	1	9	3	19	5	10	3	0	0	43	12	0.000
	Más de 240 minutos de espera	4	1	9	3	7	2	2	1	0	0	22	7	
Total	21	5	61	19	103	28	160	45	11	2	356	100		
Atención otorgada por el personal de salud	Pésimo	5	1	6	2	0	0	0	0	0	0	11	3	
	Malo	2	1	7	2	0	0	1	0	0	0	10	4	
	Regular	7	2	28	7	42	12	22	6	0	0	99	27	
	Bueno	7	2	18	5	55	15	116	32	4	1	200	55	0.000
	Excelente	0	0	2	1	6	2	21	6	7	2	36	11	
Total	21	6	61	18	103	29	160	44	11	3	356	100		
Trato brindado por el personal de salud	Pésimo	5	1	4	1	0	0	0	0	0	0	9	3	
	Malo	2	1	7	2	3	1	0	0	0	0	12	3	
	Regular	4	1	18	5	28	8	11	3	0	0	61	17	
	Bueno	10	3	28	8	59	17	117	33	3	1	217	61	0.000
Excelente	0	0	4	1	13	4	32	9	8	2	57	16		
Total	21	6	61	17	103	29	160	45	11	3	356	100		
Explicación dada por el personal de salud	Nada entendible	6	2	6	2	4	1	0	0	0	0	16	5	
	Poco entendible	4	1	14	4	6	2	2	1	0	0	26	8	
	Más o menos entendible	2	1	8	2	22	6	6	2	0	0	38	11	0.000
	Entendible	9	2	30	8	65	18	146	41	10	2	260	72	
	Muy entendible	0	0	3	1	6	2	6	2	1	0	16	5	
Total	21	6	61	17	103	29	160	45	11	3	356	100		

Nota: Para la relación del tiempo de espera y la satisfacción se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, mientras que en las demás variables se hizo uso de la prueba de chi-cuadrado.

El estudio muestra que el género más predominante que acudió al servicio de emergencia fue el sexo femenino, con un rango de edad entre 32 a 38 años. Se reportó similitud entre los grupos etarios encuestados en el estudio de Mutre y González (2020), realizado en el Hospital General IESS Milagro; sin embargo, en ese estudio el género con mayor frecuencia de asistencia fue el sexo masculino.

El motivo por el que gran parte de los pacientes acudió al servicio de emergencia fue por presentar sintomatología respiratoria; la mayoría de ellos percibió su estado de salud de moderado a grave. Datos contrarios se observan en el estudio de Spechbach et al. (2019), quienes identificaron que el motivo de visita más frecuente fue presentar traumatismo en las extremidades y, en menor proporción, síntomas gripales. Por una parte, el estudio de Al Nhdi et al. (2021) en Arabia Saudita determinó que la mitad de las visitas al servicio fue de una urgencia moderada a leve. Por otra parte, en el estudio de Alrajhi et al. (2020) se señaló que la gravedad de la sintomatología de la enfermedad de los pacientes era de moderada a severa.

De acuerdo con estudios como el de Montero et al. (2020), a pesar de la demanda de pacientes en el área, algunos padecían afecciones que no requerían de emergencia médica; muchos optaban por ser atendidos en el servicio de Emergencias porque pensaban que allí darían solución a su padecimiento de forma “más rápida” que en los servicios de consulta externa.

Es pertinente señalar que, a pesar de que se le otorgue una atención adecuada en el servicio de Emergencias, el estado de ánimo influye en la percepción del usuario. Asimismo, informar sobre el tiempo probable de espera puede favorecer a que el proceso asistencial mejore. Autores como Fontova et al. (2015) señalan que la espera de los pacientes se hace más intolerable cuando su estado de ánimo es ansioso; aquellos que fueron informados sobre el tiempo probable de espera manifestaron sentirse satisfechos. Según Alrajhi et al. (2020), cuando se les comunica este tiempo se facilita que distribuyan mejor sus actividades personales hasta que reciban la atención. Cabe resaltar que, en base a los estudios de Alhabdan et al. (2019), la entrega de información mejora el conocimiento de los pacientes acerca del funcionamiento del área de Emergencias; asimismo, comunicar los tiempos de espera probables no solo mejora la relación paciente-enfermero, sino que ayuda a aumentar la satisfacción de los usuarios en su visita al servicio.

Frente a la atención del servicio de Emergencias, los pacientes consideran necesaria la compañía de un familiar durante su estadía, teniendo mayor importancia la necesidad relacionada con el apoyo y la seguridad. No obstante, Padilla et al. (2018) mencionan que la necesidad relacionada con la seguridad y la información tiene una mayor relevancia en su estudio. Es esencial enfatizar que la necesidad de los pacientes de estar acompañados durante la atención, si es tomada en consideración, podría producir un impacto positivo en su visita al servicio de Emergencias, dando lugar a un nivel de satisfacción más alto (Mejía y Carrillo, 2020).

La inconformidad que ha descrito la mayoría de los encuestados sobre el servicio es que las condiciones de los asientos no son confortables. De igual manera, han indicado que no existen las condiciones óptimas de materiales y recursos para un proceso de atención



de calidad. Por lo tanto, han sugerido implementar mejoras que contribuyan a renovar el ambiente del área. El estudio de Montero et al. (2020), en cuanto al confort en la sala de espera, revela que el mobiliario es insuficiente y se encuentra en estado de deterioro, por lo que los usuarios permanecían parados hasta ser atendidos. También se destaca la ausencia de limpieza en general y el mal estado de los baños; sin embargo, el personal sanitario posee el material y los recursos necesarios para la atención, lo que es contrario a lo encontrado en nuestro estudio.

Es importante mencionar que, de acuerdo con el primer capítulo del trabajo de Lascano et al. (2014), las instituciones de salud en el Ecuador requieren que se implementen mejoras que fomenten la calidad en sus servicios, específicamente en el área de Emergencias. Por ello, es fundamental considerar que las entidades cuenten con un entorno físico que brinde una visita más agradable durante el tiempo de espera, bajo estándares de calidad, salud ambiental y seguridad.

La percepción del paciente respecto al tiempo de espera es una de las determinantes de la satisfacción. Por consiguiente, en nuestro estudio se reflejó que gran parte de los encuestados mencionaron esperar hasta la toma de signos vitales un tiempo superior a una hora. En cuanto al tiempo hasta la atención médica, un poco menos de la mitad manifestó que había esperado más de 60 minutos; ambos tiempos influyeron en la satisfacción de los usuarios. En el estudio de Siamasangs et al. (2020), se señaló insatisfacción con el tiempo de espera desde el triaje hasta la revisión con el personal médico, al considerarlo muy prolongado. Otro estudio de Gómez et al. (2017) reflejó que los pacientes que esperaron menos de una hora para ser atendidos consideraron satisfactorio el tiempo en la sala de espera.

No obstante, a pesar de que hay una cantidad mayor de pacientes que se sienten satisfechos en nuestro estudio, existe un porcentaje significativo que dieron una respuesta neutral a esta cuestión. Por lo que, de acuerdo con el estudio de Fazl et al. (2017), es necesario implementar métodos efectivos para reducir el tiempo de espera.

Se analizaron los resultados respecto a la atención otorgada, el trato brindado y la explicación por parte del personal de salud; estos aspectos fueron considerados por los usuarios como “buenos”. Brindar una buena atención y de calidad, con un trato excelente hacia los pacientes, así como explicar los procesos e informar de manera entendible son aspectos que influyen en la percepción de los usuarios sobre la atención de un establecimiento de salud. Sin embargo, es necesario explicar que dicho indicador de “bueno” hacia esos tres temas puede cambiar por acciones del personal, provocadas por sus horas de carga laboral; en la unidad de Emergencias se trabaja constantemente durante muchas horas y esto puede ocasionar que el trato, la atención y la explicación hacia el usuario se vean afectadas (Vázquez et al., 2018).

El estudio arrojó gran cantidad de información correspondiente a las principales problemáticas, pero las causas no se llegan a visibilizar en profundidad. Por este motivo, es necesario trabajar desde el enfoque cualitativo, lo que permitirá indagar de mejor manera estas falencias y conocer específicamente los aspectos negativos y los responsables.

## Conclusiones

Se concluye que el tiempo de espera afecta a la satisfacción del paciente. Además, existen otros factores que influyen, como la atención otorgada y la comunicación del profesional de salud. Sin embargo, se identificó la presencia de otros predisponentes que cambian la percepción de paciente, como el estado de ánimo, la escasez de medicamento, los espacios reducidos en las áreas de espera y un inadecuado manejo del triaje.

## Referencias

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco* (en línea), 11(1-2), 333-338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Al Nhdi, N., Al Asmari, H. y Al Thobaity, A. (2021). Investigating indicators of waiting time and length of stay in emergency departments. *Open Access Emergency Medicine*, Volume 13, 311–318. <https://doi.org/10.2147/oaem.s316366>
- Alhabdan, N., Alhusain, F., Alharbi, A., Alsadhan, M., Hakami, M. y Masuadi, E. (2019). Exploring emergency department visits: Factors influencing individuals' decisions, knowledge of triage systems and waiting times, and experiences during visits to a tertiary hospital in Saudi Arabia. *International Journal of Emergency Medicine*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s12245-019-0254-7>
- [Alrajhi, K., Aljerian, N., Alazaz, R., Araier, L., Alqahtani, L. y Almushawwah, S. \(2020\). Effect of waiting time estimates on patients satisfaction in the emergency department in a tertiary care center. \*Saudi Medical Journal\*, 41\(8\), 883–886. <https://doi.org/10.15537/smj.2020.8.25190>](https://doi.org/10.15537/smj.2020.8.25190)
- Chaves-Barboza, E. y Rodríguez-Miranda, L. (2018). Análisis de confiabilidad y validez de un cuestionario sobre entornos personales de aprendizaje (PLE). *Revista Ensayos Pedagógicos*, 13(1), 71. <https://doi.org/10.15359/rep.13-1.4>
- El Comercio (julio 27, 2022). Los pacientes del IESS ven sus vidas desvanecerse por falta de medicinas. <https://www.elcomercio.com/actualidad/pacientes-iess-vidas-falta-medicinas.html>
- Fazl Hashemi, S., Sarabi Asiabar, A., Rezapour, A., Azami-Aghdash, S., Hosseini Amnab, H., y Mirabedini, S. A. (2017). Patient waiting time in hospital emergency departments of Iran: A systematic review and meta-analysis. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 31, 79. <https://doi.org/10.14196/mjiri.31.79>
- Febres-Ramos, R. J. y Mercado-Rey, M. R. (2020). Patient satisfaction and quality of care of the internal medicine service of hospital Daniel Alcides Carrión. Huancayo - Perú. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 20(3), 397–403. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v20i3.3123>
- Fontova-Almató, A., Juvinyà-Canal, D. y Suñer-Soler, R. (2015). Influencia del tiempo



- Siamisang, K., Tlhakanelo, J. T. y Mhaladi, B. B. (2020). Emergency department waiting times and determinants of prolonged length of stay in a Botswana Referral Hospital. *Open Journal of Emergency Medicine*, 08(03), 59–70. <https://doi.org/10.4236/ojem.2020.83007>
- Spechbach, H., Rochat, J., Gaspoz, J.-M., Lovis, C. y Ehrler, F. (2019). Patients' time perception in the waiting room of an ambulatory emergency unit: A cross-sectional study. *BMC Emergency Medicine*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12873-019-0254-1>
- Taype-Huamaní, W., Chucas-Asencio, L., De La Cruz-Rojas, L. y Amado-Tineo, J. (2019). Tiempo de espera para atención médica urgente en un hospital terciario después de implementar un programa de mejora de procesos. *Anales de la Facultad de Medicina*, 80(4), 438–442. <https://doi.org/10.15381/anales.v80i4.16705>
- Vázquez-Cruz, E., Sotomayor-Tapia, J., González-López, A., Montiel-Jarquín, A., Gutiérrez-Gabriel, I., Romero-Figueroa, M. S., Campos-Navarro, L. A. y Loria-Castellanos, J. (2018). Satisfacción del paciente en el primer nivel de atención médica. *Revista de Salud Pública*, 20(2), 254–257. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n2.61652>
- World Health Organization (2021). Atención primaria de salud. WHO. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/primary-health-care>

# Modelo Conceptual para Estudiar las Relaciones entre Habilidades Blandas del Director de Proyectos y Éxito en la Gerencia de Proyectos

Argenis Gregorio Gamboa Santos , Andrea Echeverry Zuleta 

Gamboa Santos, Argenis Gregorio  
Universidad de Antioquia, Colombia  
Autor para correspondencia: ing.gamboasantos@gmail.com

Echeverry Zuleta, Andrea  
Universidad de Antioquia, Colombia  
andreaezu@gmail.com

## Resumen

Este trabajo propone un modelo conceptual como base teórica para estudiar la relación entre las habilidades blandas del director del proyecto (HBDP) y el éxito de la gestión de proyectos (EGP). Se conceptualizaron y operacionalizaron las HBDP, obteniendo un modelo teórico que fue sometido a validación mediante encuestas a líderes y al equipo de desarrollo de *software* de empresas del Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia. Se obtuvo un constructo conceptual con 7 dimensiones, que relaciona HBDP y EGP, y un modelo que establece dicha relación. Los criterios de éxito se relacionan por dos factores (financiero y no financiero), generando diferentes correlaciones con las habilidades blandas (HB).

**Palabras clave:** habilidades blandas, gerencia de proyectos, gerente de proyectos, éxito en la gerencia de proyectos, desarrollo de *software*

## Introducción

La industria de *software* ha cobrado importancia dentro del sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), buscando modelar y automatizar parcialmente la operación, a fin de entregar un producto intangible que, para su desarrollo y entrega, requiere de las personas y sus capacidades mentales, analíticas y creativas, entre otras (Zavala, 2004) archivos fuente, diagramas, modelos, manuales, etc. digitales. Esto reviste una alta complejidad en lo referente a la elección, seguimiento y control del capital humano y precisa de la implementación de estrategias que apunten al desarrollo de diversas habilidades, con el objetivo de lograr el éxito de los proyectos (EP).

La literatura se ha concentrado en el rol del director de proyectos (DP) y, más

recientemente, en sus habilidades blandas (HB). Según diversos autores (Gillard, 2009; Zhang et al., 2013; Fletcher et al., 2014; Skulmoski y Hartman, 2010), las HBDP parecen tener una influencia positiva y significativa sobre el EP. No obstante, esta evidencia no puede generalizarse, ya que, a la fecha, el estudio de la relación HB vs. EGP es aún incipiente, debido a dos razones fundamentales: por una parte, los anteriores autores coinciden en que el EGP depende de las habilidades del DP y que dichas habilidades pueden ser técnicas, sociales o una combinación de ambas; por otro lado, está la escasa literatura sobre HB en la dirección de proyectos de software, en comparación con los diversos estudios que se han realizado en el sector de las TIC y otras industrias.

Además de que la relación EP de desarrollo de software vs. HB aún no permite generalización, la operacionalización de esta última variable tampoco lleva a ello. Por un lado, se trata de un constructo (latente) de naturaleza multifactorial aún por descubrir, que hace de su medición y análisis un mayor desafío. La literatura expone diversidad de HBDP en el campo del software, sin reflejar consenso sobre una estructura universalmente aceptada en los proyectos (Ahsan et al., 2013; Brière et al., 2015; Gillard, 2009). Estas diferencias en las HB —del director— asociadas con el EP de software tienen que ver con factores culturales, con el nivel de desarrollo de los países y con otros factores intrínsecos a cada industria dentro de cada región (Ahsan et al., 2013; Skulmoski y Hartman, 2010).

En vista de lo expuesto, se vislumbran dos retos. Uno de ellos es aportar a una mejor comprensión de la naturaleza de la posible relación HB vs. éxito del proyecto (EP) de desarrollo de software, proporcionando evidencia empírica derivada del contexto colombiano. Sin embargo, este estudio amerita primero contar con un marco de trabajo válido para el caso colombiano, lo cual constituye el otro reto, pues la literatura no provee un modelo universal que retrate y operacionalice dichas HB. Se puede ver que existen diferencias en los hallazgos y han sido reiteradas las recomendaciones por parte de los investigadores de ir en busca de particularidades contextuales (Brière et al., 2015; Gillard, 2009; Tohidi y Jabbari, 2012). Justamente, este proyecto se enmarca en esta necesidad, al enfocarse en conocer un modelo conceptual que sirva de base teórica para el estudio de las relaciones entre HBDP Y EGP en empresas de desarrollo de software y delimitar el estudio, a causa de restricciones presupuestales, al Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

## **Revisión teórica**

### **Habilidades Blandas**

Las HB son definidas por Moss y Tilly (1996) como las “destrezas, habilidades y rasgos que se relacionan con la personalidad, la actitud y el comportamiento más que con el conocimiento formal o técnico”. Por su parte, Maya y Orellana (2016) describen diferentes conceptos de las HB basados en las cualidades interpersonales y de relacionamiento y, en su citación a Hales (2012), identifican cuatro habilidades: pensamiento crítico y habilidades para resolver problemas, habilidades de comunicación, habilidades de colaboración y creatividad e innovación.

Las HB son más subjetivas y pueden considerarse como indefinidas, son intangibles y engloban, principalmente, la gestión y el trabajo con las personas, así como el fomento de las relaciones inter e intraorganizacionales (Langer et al., 2014), lo que nos lleva a definir las como habilidades imprescindibles de cada persona y presentes en cualquier ámbito de la vida. Pinkowska y Lent (2011) definen el término HB como una agregación de todas las habilidades interpersonales y personales, aprendidas o que se pueden aprender, que contribuyen a una mayor eficiencia de la ejecución de los procesos relacionados con el factor humano de la gerencia de proyectos.

En Colombia, diversas instituciones han realizado estudios que ponen de manifiesto la situación de la gerencia de proyectos de tecnología en el país (Conpes 3582, 2009; SENA; MINTIC; Fedesoft, 2015; MINTIC, 2019) y definen la necesidad de fomentar el desarrollo de habilidades técnicas y blandas en estudiantes y profesionales. La Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS) ha realizado aportes que contribuyen al conocimiento de todo el sector en cinco áreas importantes: seguridad informática, gerencia de proyectos, telemática, arquitectura empresarial y salones de informática. En 2006, en una sesión de la jornada de gerencia de proyectos, se presentaron como factores de éxito y fracaso de los proyectos de tecnología la gestión de recursos, el equipo de trabajo, la comunicación, el liderazgo y el alcance, entre otros (Merchan, 2007).

## **Éxito en la Gerencia de Proyectos**

El concepto de éxito en los proyectos es un tema que ha sido ampliamente estudiado; su definición depende de los criterios de éxito y de los factores de éxito (Ika, 2009). A partir de ahí, se construyen relaciones con las capacidades del DP, las cuales deben contar con habilidades técnicas (duras) y HB para potenciar el desarrollo de los equipos de trabajo y, en consecuencia, cumplir con los objetivos, desarrollando la creatividad y habilidades sociales, como la comunicación efectiva, el liderazgo, la capacidad de negociación y el trabajo en equipo (Gómez et al., 2015).

Según Merchan (2007):

La evolución de la dirección de proyectos se puede ver a través de varios ciclos. El primero, en donde solo prevalecen los aspectos técnicos, el segundo, en donde aparecen factores como tiempo, costo y alcance, obligando a la dirección de proyectos a mantener un equilibrio, y el tercero, en donde se agrega el factor de calidad y comienza la industria y la academia a producir diferentes estándares y metodologías.

Si bien hay diversos conceptos acerca de lo que significa el éxito en los proyectos, es complejo lograr un acuerdo universal, ya que abarca factores dependientes del tiempo, la industria, la región, el país y la cultura, entre otros por definir (Shenhar y Dvir, 2008; Ika, 2009; Gillard, 2009). En este sentido, y para reforzar esta dificultad en el concepto, Ika (2009) dice que un proyecto, cumpliendo con los objetivos del alcance, presupuesto y tiempo, puede ser considerado un éxito o un fracaso.

## **Métodos**

El diseño del estudio se basa en el paradigma mixto de tipo no experimental, según los lineamientos de estructura, contenido y denominaciones propuestos por Pérez-Rave (2016) para la investigación en organizaciones. Se realiza una revisión de la literatura científica, en la que se identifican 48 ítems que relacionan las HB con la gerencia de proyectos. Se aplica el siguiente criterio de calidad sobre los artículos: ¿Su contenido provee información sobre identificación, medición, relación, o correlación de las HBDP con el EP? De allí se obtienen 16 documentos, de los cuales se analizan los modelos que describen; después de este análisis, se extraen los siguientes modelos:

- Pinkowska y Lent (2011). Parten de una revisión bibliográfica sometida a juicio de expertos y realizan una evaluación de las HB adaptando los factores humanos relacionados con los procesos del sistema L-Timer™; encuentran seis factores humanos relacionados con procesos, presentados en orden lógico de acuerdo con los sucesos en el ciclo del proyecto y su relación con los procesos administrativos correspondientes.
- Skulmoski y Hartman (2010). A partir de la información de las entrevistas y lo encontrado en la literatura, se presenta un listado de las competencias, identificadas y agrupadas en categorías: atributos personales, comunicación, liderazgo, negociación, profesionalismo, habilidades sociales y competencias de dirección de proyectos. El estudio presenta la descripción de cada categoría, en la cual indican las competencias que comprende y en qué fases del proyecto (iniciación, planificación, ejecución y cierre).

## **Conceptualización de las Habilidades**

En este proceso se definieron los comportamientos y las dimensiones y se validó la consistencia de los mismos. Apoyados en la literatura y las evidencias disponibles, se procedió a construir las definiciones que daban precisión a lo que se pretendía medir. Se validaron las dimensiones, a fin de identificar que estuvieran midiendo de manera precisa las HB y que dicha medición no se encontrara en otra dimensión (establecer una diferenciación). Se validó que las dimensiones fueran mutuamente excluyentes, aunque pudiesen guardar correlación. Los comportamientos debían mostrar una estrecha relación con la revisión bibliográfica y con los aspectos que se aplican en la práctica, buscando una validez de apariencia y contenido bajo los siguientes criterios:

- Capacidad de diferenciación de una dimensión a otra (sinonimia, de medir lo mismo).
- Capacidad de que converjan los incidentes hacia algo en común (que tengan alguna relación).

Posteriormente, se construyó, a partir del consenso, un modelo preliminar, para el cual se validaron cada una de las definiciones mediante una discusión conjunta con un experto. Asimismo, se construyeron los ítems, dando origen a un modelo preliminar compuesto por 9 dimensiones (acción, comunicación, de razonamiento, gobernabilidad, intrapersonales, liderazgo, negociación, relacionamiento y trabajo en equipo) y 69



comportamientos. Se realizó otro análisis con un segundo experto para refinar los comportamientos, mantener o adecuar sus nombres, disminuir la complejidad y ambigüedad, validar la semántica y el contenido y eliminar comportamientos que no eran pertinentes para la investigación.

## Conceptualización del Éxito en la Gestión de Proyectos

Con base en la definición del EGP, se propuso el modelo conceptual del EP a partir de los procesos y elementos que define el Project Management Institute (2013). Dichos elementos se centran en la gestión del alcance, tiempo, costos, calidad, recursos y riesgo. En este proceso, se especifican los elementos de satisfacción del éxito en la dirección de proyectos, tomando como válido este modelo, que ha sido ampliamente aceptado.

## Creación de la Primera Versión del Modelo

En esta etapa se realizó la operacionalización de las HB y el EGP. Se definieron los ítems que los operativizan y, a partir de ello, se creó el instrumento de medida, que fue sometido a validación de apariencia y contenido mediante una encuesta a expertos, en la que se evaluaron cinco criterios (comprensión, variación, precisión, viabilidad y justificación). Se aplicó el cuestionario a tres evaluadores externos. Se tabularon los resultados, se verificaron y se analizaron los resultados de acuerdo con las respuestas dadas, se corrigió la redacción, se eliminaron palabras e ítems ambiguos o que no aportaban valor al instrumento, se cambiaron palabras generales por específicas y se validó la correcta definición del ítem. Así, se obtuvo el instrumento presentado en la Tabla 1, que consta de 54 ítems de HB y 5 ítems de factores de éxito.

**Tabla 1.** Modelo de HB y éxito en la gerencia de proyectos

DIMENSIÓN	ID	ÍTEM
ÉXITO	P1	El alcance acordado para dicho proyecto
	P2	El nivel de calidad acordado para los entregables de dicho proyecto
	P3	El cronograma de trabajo acordado para dicho proyecto
	P4	El presupuesto financiero acordado para dicho proyecto
	P5	En términos generales, qué tan exitosa fue la gestión del proyecto de desarrollo de software más reciente en el que usted participó (ya culminado)
LIDERAZGO	P6	Mantener el interés del equipo del proyecto para desarrollar las actividades del proyecto.
	P7	Demostrar interés en desarrollar las actividades del proyecto.
	P8	Ser un ejemplo a seguir por parte del equipo del proyecto.
	P9	Dar autonomía a los miembros del equipo de trabajo para la toma de decisiones, según su rol y requisitos del proyecto.
	P10	Conceder responsabilidad a un miembro del equipo de trabajo para que obra en su representación.

LIDERAZGO	P11	Influir en la toma de decisiones del equipo de trabajo ante las eventuales desviaciones en el logro de los objetivos del proyecto.
	P12	Evaluar los efectos de sus decisiones frente a los objetivos del proyecto.
	P13	Tomar decisiones oportunas para el buen desarrollo del proyecto.
	P14	Establecer sus propias metas como director del proyecto.
	P15	Impulsar acciones para el logro de sus propias metas como director del proyecto.
	P16	Evaluar el logro de sus propias metas como director del proyecto.
	P17	Encaminar al equipo de trabajo hacia las metas del proyecto.
	P18	Mantener un ambiente de trabajo favorable para el logro de los objetivos del proyecto.
	P19	Contribuir al sostenimiento de relaciones armoniosas entre los miembros del equipo de trabajo.
	P20	Dirigir las acciones del equipo de trabajo sin perder de vista los objetivos a largo plazo del proyecto.
	P21	Cuidar al equipo del proyecto ante situaciones que pongan en riesgo el bienestar del mismo.
	P22	Estabilizar las emociones propias y las de los grupos de interés del proyecto (equipo de trabajo, clientes, gerencia...).
	P23	Mantener el empeño a pesar de las dificultades para el logro de los objetivos del proyecto.
	P24	Generar cambios que rompan paradigmas que limitan el logro de los objetivos del proyecto.
	P25	Estimular la generación de ideas novedosas para avanzar hacia los objetivos del proyecto.
TRABAJO EN EQUIPO	P26	Comprender la situación emocional de los miembros del equipo de trabajo.
	P27	Tolerar la existencia de diferentes posiciones entre los miembros del equipo de trabajo.
	P28	Cooperar con los miembros del equipo de trabajo en las actividades asociadas al proyecto.
	P29	Interactuar de manera armoniosa con los miembros del equipo de trabajo.
	P30	Actuar anticipándose a las necesidades futuras del proyecto.
	P31	Actuar con serenidad frente a imprevistos que pongan en riesgo el logro de los objetivos del proyecto.
	P32	Actuar oportunamente frente a imprevistos que pongan en riesgo el logro de los objetivos del proyecto.
	P33	Atender los compromisos del proyecto en los tiempos acordados.
	P34	Mantener una actitud positiva frente a las dificultades que se presenten en el proyecto.
	P35	Cumplir con los compromisos asumidos en el desarrollo del proyecto.
	P36	Reconocer los logros de los miembros del equipo de trabajo del proyecto.

NEGOCIACIÓN Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS	P37	Sustentar sus posiciones mediante razones (evidencias), fundamentos lógicos y supuestos válidos.
	P38	Lograr que los grupos de interés (miembros del equipo, clientes, gerencia...) lleguen a acuerdos en situaciones de conflicto.
	P39	Tener confianza en sí mismo (habilidades y conocimientos).
	P40	Tomar decisiones para resolver conflictos dados en el proyecto teniendo en cuenta los puntos de vista de los involucrados.
DIMENSIÓN	ID	ÍTEM
ÉTICA	P41	Obrar con cautela ante situaciones que puedan generar perjuicio a los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia, entorno...).
	P42	Generar confianza entre los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia...).
	P43	Tratar amablemente a los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia...).
	P44	Obrar reconociendo los derechos de los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia...).
RAZONAMIENTO	P45	Actuar siguiendo métodos predefinidos para la ejecución del proyecto.
	P46	Comprender la articulación entre las partes y el todo durante el ciclo de vida del proyecto.
	P47	Generar iniciativas que lleven a soluciones originales ante las eventualidades del proyecto.
	P48	Desagregar sistemáticamente una determinada situación del proyecto en sus componentes para simplificar su comprensión y abordarla de manera más eficiente.
	P49	Emitir conceptos procurando aislar la subjetividad durante el ciclo de vida del proyecto.
PRACTICIDAD	P50	Asumir riesgos en el proyecto con base en una evaluación previa de los mismos.
	P51	Actuar de manera rápida tomando en cuenta los cambios que surjan en el proyecto (internos o externos).
	P52	Adaptarse a las circunstancias que demanda el entorno en que se desarrolla el proyecto.
	P53	Llevar a acciones concretas las ideas que surjan durante la ejecución del proyecto.

COMUNICACIÓN	P54	Escuchar con atención lo que le comunican los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia...).
	P55	Hacer preguntas precisas que lleven a una comprensión oportuna de lo que sucede en el proyecto.
	P56	Comunicarse por escrito de manera efectiva (clara, coherente, precisa y oportuna) con los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia...).
	P57	Comunicarse oralmente de manera efectiva (clara, coherente, precisa y oportuna) con los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia...).
	P58	Relacionarse con los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia...) abriendo espacios de cooperación para el beneficio mutuo.
	P59	Comunicarse de manera asertiva (mesurada, oportuna, respetuosa y directa) con los grupos de interés del proyecto (miembros del equipo, clientes, gerencia...).

Fuente. Creación propia

## Validación Empírica del Modelo

Inicialmente se realizó un análisis que permitió caracterizar la muestra. Después de conocer esta información, se procedió a estudiar los resultados obtenidos mediante los estadísticos descriptivos, tomados como instrumento para organizar e interpretar los datos y extraer los respectivos supuestos de la investigación. Seguidamente, se realizó un análisis de la unidimensionalidad y la fiabilidad para el modelo obtenido a partir de la literatura. Se utilizó el *software* estadístico IBM SPSS® para obtener el modelo conceptual.

Para evaluar el instrumento de medida se recurrió a tres aspectos: unidimensionalidad de las escalas presentes en el cuestionario (dimensiones), fiabilidad alfa de Cronbach y validez de criterio. La unidimensionalidad hace referencia a los distintos ítems del cuestionario, a fin de que se encuentren relacionados con un solo factor (dominio o dimensión). Para cumplir con este criterio, Hair et al. (1995) indican que deben estar asociados significativamente con una variable latente subyacente, con una y solo una variable. La medida de la fiabilidad, mediante el alfa de Cronbach, asume que los ítems miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados entre sí (Welch y Comer, 1988). Este valor oscila entre 0 y 1 y, cuanto mayor sea el valor, mayor será la fiabilidad de la escala. La validez de criterio corresponde a la eficacia de la prueba para comparar un rasgo con variables externas, midiéndolo a través de análisis correlacional o de regresión entre las puntuaciones obtenidas en la prueba y otras basadas en el criterio (García, 2002).

En este estudio, se realizó un análisis de componentes principales con rotación varimax, tomando como carga significativa 0.55, y con los siguientes criterios para la unidimensionalidad de las dimensiones (habilidades) medidas con el instrumento:

- El primer factor explica por lo menos el 50 % de la varianza (Carmines y Zeller, 1979).
- El cociente entre la diferencia del autovalor del primer y segundo factor y la del autovalor del segundo y tercer factor, es mayor a 3 (Hattie, 1985).

## Resultados y Discusión

### Descripción de la muestra

La Tabla 2 relaciona las frecuencias de las variables categóricas que describen la muestra e identifica tanto el tipo de empresa como el cargo y el rol que allí desempeñan las personas que participan en proyectos de desarrollo de *software*.

**Tabla 2.** Frecuencia de variables categóricas de descripción general de la muestra (n: 164)

Categoría	Item categoría	Frecuencia	Porcentaje
<b>Género</b>	Femenino	37	22,6%
	Masculino	127	77,4%
<b>Actividad económica</b>	Desarrollo de Software	79	48,2%
	Seguridad Social	20	12,2%
	Servicios de Salud	27	16,5%
	Servicios de TI	38	23,2%
<b>Cargo</b>	Analista/Desarrollador	128	78,0%
	Gerente/Líder de proyecto	36	22,0%
<b>Rol</b>	Analista/Desarrollador	118	72,0%
	Líder/Scrum Master/Gerente de proyecto	46	28,0%

Fuente. Creación propia

Se logra evidenciar que la mayor participación en la encuesta está representada por el género masculino (77.43 %), hecho que puede estar relacionado con los indicadores de algunos estudios, que indican que, en Colombia, solo el 39 % de las personas que trabajan en la industria TI son mujeres (SENA; MINTIC; Fedesoft, 2015).

Se observa que el 73.8 % del rol de los participantes está representando por analistas, desarrolladores y consultores. Por otro lado, existe una alta participación de personas con rol de DP, líderes y *scrum master* (un 26.2 %), pero solo el 19 % tienen el cargo de DP o líder de proyecto. Estos datos indican que el 7 % del total de encuestados tiene un cargo técnico en desarrollo de *software*, pero con funciones de liderazgo, hecho que puede llevar a identificar que dichas funciones de liderazgo son mínimas comparadas con las funciones de los directores de proyectos.

La mayoría de encuestas se aplicaron a empresas cuya actividad económica está relacionada con la industria del *software*, pero puede observarse un porcentaje alto (el 25.6 %) que pertenece a otro sector, lo que indica que organizaciones cuya actividad económica no corresponde al desarrollo de *software* tienen incluida dentro de su estructura esta área. Este es un aspecto importante, ya que diversos estudios realizados en el sector (FedeSoft, 2012; SENA; MINTIC; Fedesoft, 2015; Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2010) se basan en los códigos CIU, relacionados únicamente con el sector TIC.

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos variables cuantitativas de descripción general de la muestra (n: 164)

Categoría	Item categoría	Frecuencia	Porcentaje
<b>Genero</b>	Femenino	37	22,6%
	Masculino	127	77,4%
<b>Actividad economica</b>	Desarrollo de Software	79	48,2%
	Seguridad Social	20	12,2%
	Servicios de Salud	27	16,5%
	Servicios de TI	38	23,2%
<b>Cargo</b>	Analista/Desarrollador	128	78,0%
	Gerente/Lider de proyecto	36	22,0%
<b>Rol</b>	Analista/Desarrollador	118	72,0%
	Lider/Scrum Master/Gerente de proyecto	46	28,0%

Fuente. Creación propia

En la Tabla 3 se puede observar que la edad promedio de los encuestados es de aproximadamente 31 años, pero se identifican dos grupos de edades: uno de los 25 a 35 años, en el cual se encuentra la media de la muestra ( $\bar{X}=31.22$ ), y el otro de los 35 a los 53 años. El primer grupo está compuesto, en su mayoría, por analistas y desarrolladores y en el segundo se encuentran principalmente los DP.

En lo referente a la duración de los proyectos, los resultados presentados en la Tabla 3 muestran que la mayoría se ejecutan en un período promedio de 13 meses ( $Mo=6$  y  $\bar{X}=13.26$ ). Se observa, además, que la participación de los integrantes en un proyecto no necesariamente se da durante todo el tiempo que dura el mismo; algunos integrantes quizás se retiran antes de culminar el proyecto. Adicionalmente, algunas personas tuvieron una participación menor a 4 meses, lo que puede significar que no se les dio el tiempo suficiente de participación en el proyecto y este puede ser un período muy reducido para conocer las habilidades del DP.

Es universalmente conocido que un proyecto de desarrollo de *software* con un tiempo de duración superior a un año se identifica como un proyecto complejo; cuanto más complejo sea, mayor es la incertidumbre, lo que puede impactar en el tiempo, el costo y la calidad del proyecto. En los datos obtenidos se identifica que el 26 % de las personas participaron en proyectos con un período superior a un año. Sin embargo, se observa un dato atípico, que corresponde a una duración de 108 meses; este caso podría estar relacionado con actividades de soporte y mantenimiento de *software*, que, normalmente, tienden a ser confundidas con un proyecto de desarrollo de *software*. En promedio, el tiempo de participación de las personas es de 11 meses ( $Mo=6$   $\bar{X}=11.37$ ), de lo que se puede concluir que la mayoría de ellas está desde el inicio hasta el cierre del proyecto.

### Éxito en la dirección de proyectos

De acuerdo con la Tabla 4, el alcance del proyecto (P1) tuvo una calificación promedio superior a 4 ( $Mo=5$   $\bar{X}=4.46$ ) y solo el 6.71 % de la muestra indicó un bajo cumplimiento

del alcance del proyecto. El nivel de calidad del proyecto (P2) tuvo un cumplimiento alto (calificación entre 4 y 5) según el 96.3 % de los encuestados; solo el 3.66 % indica que no se cumplió. Este conjunto podría pertenecer al 6.71 % de quienes no cumplieron con el alcance. El cronograma de trabajo (P3) fue uno de los criterios que se cumplió en un bajo nivel: se tiende a una calificación entre 3 y 4, con una media de 3.73 ( $Mo=3 \bar{X}=3,73$ ); el 53 % de las respuestas tienen una calificación de 1 a 3. Este hecho puede estar relacionado con diversos factores: alta complejidad de los proyectos (evidenciada en la Tabla 3, donde el 16 % de los proyectos tuvo una duración superior a un año), regular levantamiento de requisitos para proyectos tradicionales o incorrecta definición de las historias de usuario para metodologías ágiles. El presupuesto financiero (P4) obtuvo una calificación favorable. Pese a que, según los estudios, junto con el cronograma, es el elemento que tiene el menor cumplimiento, se observa en la Tabla 4 que el promedio fue de 3.91 ( $Mo=4 \bar{X}=3.91$ ). En los datos se encuentra que un 23 % de los encuestados indicó que tuvo un bajo nivel de implementación en los proyectos en que participó. Este hecho puede deberse a que, en los últimos años, en la región, se han extendido las buenas prácticas con la implementación de metodologías ágiles, lo que permite dar una mejor proyección en temas de presupuesto. Con respecto al éxito general de la gestión del proyecto (P5), esta puede considerarse altamente exitosa ( $Mo=4 \bar{X}=3.98$ ); solo un 27.44 % de los encuestados declaró que la gestión no fue exitosa.

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos variables cuantitativas de éxito en la dirección de proyectos

Categoría	Item categoría	Frecuencia	Porcentaje
<b>Genero</b>	Femenino	37	22,6%
	Masculino	127	77,4%
<b>Actividad economica</b>	Desarrollo de Software	79	48,2%
	Seguridad Social	20	12,2%
	Servicios de Salud	27	16,5%
	Servicios de TI	38	23,2%
<b>Cargo</b>	Analista/Desarrollador	128	78,0%
	Gerente/Lider de proyecto	36	22,0%
<b>Rol</b>	Analista/Desarrollador	118	72,0%
	Lider/Scrum Master/Gerente de proyecto	46	28,0%

Fuente. Creación propia

### **Análisis de la unidimensionalidad y la fiabilidad para el modelo guiado por la teoría**

El modelo guiado por la teoría fue presentado en la Tabla 1. Teniendo en cuenta que en el análisis univariado se determinó que los proyectos de más de 108 meses probablemente corresponden a actividades de soporte y mantenimiento del *software*, y que las personas

con una participación en proyectos de menos de 4 meses probablemente no tienen los criterios suficientes para evaluar los comportamientos del gerente de proyectos, se procedió a descartar estos registros. Tras este paso, se obtuvo un total de 145 registros, con los que se realizó este análisis.

El análisis de unidimensionalidad se realizó para cada una de las habilidades (dimensiones) contenidas en el modelo, mediante el análisis de componentes principales (ACP). Con base en dicho análisis, teniendo en cuenta la carga de los factores de los ítems en el primer factor, se realizó una reducción de las dimensiones a partir de la eliminación de aquellos ítems que tenían carga inferior a 0.55 en el primer factor. Los resultados se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Resumen de resultados análisis de la unidimensionalidad y la fiabilidad del modelo obtenido a partir de la teoría

Dimensión	Ítems	Media	Des- viación están- dar	Cargas Factor	$\alpha$ de Cron- bach si elemento se ha su- primido	Alfa Cronb.	% Var. Explic.	Ratio de au- toval inicial.
Liderazgo	P8	4,08	0,838	0,87	0,957	0,963	56,35	13,75
	P13	4,04	0,807	0,62	0,96			
	P17	4,39	0,859	0,7	0,957			
	P18	4,3	0,96	0,68	0,959			
	P19	4,28	0,917	0,79	0,959			
	P20	4,17	0,817	0,6	0,961			
	P21	4,05	0,892	0,79	0,959			
	P22	4,11	0,891	0,9	0,956			
	P23	4,25	0,795	0,78	0,956			
	P25	3,8	1,018	0,57	0,961			
Trabajo en equipo	P26	4,04	1,17	0,82	0,962	0,969	78,184	81,94
	P27	3,6	1,255	0,65	0,967			
	P29	4,42	1,018	0,73	0,963			
	P30	3,89	1,237	0,85	0,965			
	P32	3,94	1,153	0,82	0,961			
	P33	3,93	1,194	0,91	0,963			
	P34	4,01	1,047	0,8	0,964			
	P35	4,33	0,906	0,77	0,964			
	P36	4,06	1,056	0,66	0,975			



<b>Neg. Y Res. Conflictos</b>	P38	0,81	3,94	0,91	0,788	0,913	78,534	12,6
	P39	0,92	4,069	0,81	0,942			
	P40	0,68	3,766	1,07	0,881			
<b>Ética</b>	P42	3,83	1	0,71	0,946	0,947	86,913	34,08
	P43	4,23	0,934	0,91	0,932			
	P44	4	0,92	0,76	0,892			
<b>Razonamiento</b>	P46	3,82	1,16	0,7	0,929	0,949	82,817	17,34
	P47	3,97	1,031	0,68	0,941			
	P48	3,93	1,049	0,86	0,924			
	P49	3,97	1,25	0,92	0,937			
<b>Practicidad</b>	P51	3,63	1,11	0,87	0,907	0,946	84,301	15,85
	P52	3,83	0,938	0,89	0,931			
	P53	3,92	1,014	0,82	0,924			
<b>Comunicación</b>	P54	4,21	0,85	0,81	0,958	0,967	84,888	30,98
	P56	4,03	0,745	0,72	0,971			
	P57	4,08	0,972	0,92	0,949			
	P58	4,05	0,95	0,79	0,964			
	P59	4,03	1,06	0,92	0,951			

Fuente. Creación propia

De acuerdo con la Tabla 5, se puede observar una consistencia interna de los datos, pues, para todas las dimensiones, se tiene un alfa de Cronbach superior a 0.9, de acuerdo con lo indicado por González y Pazmiño (2015); estos autores señalan que la medida  $> 0.7$  determina una buena consistencia interna para una escala unidimensional. Así mismo, de acuerdo con lo indicado por Carmines y Zeller (1979), tenemos valores aceptables para nuestro modelo, al obtener una varianza explicada superior al 50 %. Por otro lado, las ratios de autovalores iniciales superan el margen establecido por Hattie (1985), datos que demuestran una escala unidimensional.

### **Análisis de la unidimensionalidad y la fiabilidad del éxito en la gestión de proyectos**

Es necesario validar la unidimensionalidad y la fiabilidad del éxito aplicando el análisis clúster (Rodríguez-Jaume y Mora Catalá, 2001). Consiste en analizar los datos, organizar los ítems en grupos muy similares entre sí (cohesión interna de grupo) y que las agrupaciones creadas (dimensiones) sean distintas entre sí (aislamiento de grupo). El proceso de análisis se efectuó mediante el *software* estadístico IBM SPSS®.

**Tabla 6.** Resumen de resultados del éxito en la gestión de proyectos

Dimensión	Ítems	Media	Desviación estándar	Cargas Factor	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido	Alfa Cronbach	% Var. Explicada	Ratio de Hattie (1985)
Éxito	P1	4,41	0,629	0,899	0,704	0,805	65,853	13,212
	P2	4,28	0,536	0,818	0,779			
	P3	3,59	1,01	0,752	0,727			
	P4	3,79	0,658	0,233	0,797			

Fuente. Creación propia

En la Tabla 6 se puede observar que existe una consistencia interna de los datos para los criterios de éxito P1, P2 y P3; sin embargo, las cargas de factor para el ítem P4, que corresponde al criterio de presupuesto, se encuentran por debajo de las cargas significativas determinadas para este análisis, que deben corresponder a 0.55. Este hecho lleva a suponer que el éxito en la gestión de proyectos puede dividirse en dos dimensiones: una de ellas, medida por los ítems P1, P2 y P3, que corresponden al alcance, a la calidad y al cronograma, respectivamente, y que puede considerarse como una dimensión de éxito no financiero; y la segunda, medida por el ítem P4, relacionado con el presupuesto, que puede considerarse como éxito financiero.

### Relación HB vs. éxito en la gestión de proyectos

El objeto de este procedimiento es correlacionar las HB con el EGP y obtener las hipótesis del proceso de investigación.

- De acuerdo con el modelo obtenido a partir del análisis de la unidimensionalidad y la fiabilidad, se calcularon las variables generales de cada una de las habilidades explicadas por los ítems obtenidos por cada modelo. Para el cálculo de estas variables se halló la media de cada uno de los ítems que componen la dimensión.
- Se creó la nueva variable, llamada HB, de la siguiente manera:
  - Se halló la correlación entre las HB (variables creadas en el punto anterior) y la variable que corresponde a éxito general (P5).
  - Se sumaron las correlaciones entre las habilidades con el éxito en general.
  - Se calculó el peso de cada habilidad (dimensión), como el valor de cada correlación dividido entre la suma de todas las correlaciones (correlación entre cada habilidad con el éxito general – P5).
  - Se calculó la nueva variable HB como la sumatoria del valor de cada habilidad multiplicado por el peso de la misma.

- Se halló la correlación y significancia entre la variable de HB contra éxito general, éxito financiero y éxito no financiero.
- Se halló la correlación y significancia entre las HB (cada dimensión) y el éxito general, éxito financiero y éxito no financiero. Se resume en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Relación de las HB con el éxito en la gerencia de proyectos

Dimensión de Habilidades	Dimensión de éxito	Hipótesis	$\rho$	Valor -p
<b>Habilidades Blandas</b>	Éxito	H1´	0,773	4,83E-30
	Éxito financiero	H2´	0,24	0,004
	Éxito no financiero	H3´	0,442	2,55E-8
<b>Liderazgo</b>	Éxito	H4´	0,69	8,54E-22
<b>Trabajo en equipo</b>		H5´	0,7	1,14E-22
<b>Negociación y resolución de conflictos</b>		H6´	0,814	1,69E-35
<b>Ética</b>		H7´	0,595	3,17E-15
<b>Razonamiento</b>		H8´	0,783	2,96E-31
<b>Practicidad</b>		H9´	0,672	2,23E-20
<b>Comunicación</b>		H10´	0,697	2,14E-22
<b>Liderazgo</b>		H11´	0,365	6,19E-6
<b>Trabajo en equipo</b>		H12´	0,444	2,30E-8
<b>Negociación y resolución de conflictos</b>		H13´	0,336	3,66E-5
<b>Ética</b>	Éxito no financiero	H14´	0,575	4,14E-14
<b>Razonamiento</b>		H15´	0,505	9,34E-11
<b>Practicidad</b>		H16´	0,188	0,024
<b>Comunicación</b>		H17´	0,452	1,13E-7
<b>Liderazgo</b>		H18´	0,053	0,526
<b>Trabajo en equipo</b>		H19´	0,087	0,298
<b>Negociación y resolución de conflictos</b>		H20´	0,379	2,60E-6
<b>Ética</b>	Éxito financiero	H21´	0,349	1,65E-5
<b>Razonamiento</b>		H22´	0,384	1,91E-6
<b>Practicidad</b>		H23´	0,104	0,213
<b>Comunicación</b>		H24´	0,139	0,096

Fuente. Creación propia

En la Tabla 7 se muestra que la correlación entre las HB con el éxito en general (P5) es significativamente alta, lo que indica una afectación positiva entre ambas. El valor de la significancia es casi cercano a cero (valor- $p < \alpha$  [0.05]), lo que sugiere que la hipótesis H1' es aceptada y que concuerda con diversos autores (Gillard, 2009) it is becoming more evident that success in the role of project manager cannot be attained with a technical skill set only. Project managers functioning within a matrix organizational structure and championing large-scale initiatives are in a communication paradigm unparalleled by any other management position. Excellent interpersonal, or soft skills, are necessary requisites for success. Additionally, research is revealing that leading is preferable to managing a project team, and that the leadership style of the project manager directly impacts the outcome of the project. The article presents an overview of these tenets drawn from opinion positions, practical experiences, and empirical research studies. There is clear evidence that additional empirical research would be beneficial.”, author”: [{"dropping-particle”:””, family”:”Gillard”, given”:”Sharlett”, non-dropping-particle”:””, parse-names”:false, suffix”:””}], container-title”:”Issues in Informing Science & Information Technology”, id”:”ITEM-1”, issued”: {”date-parts”: [ [”2009” ] ], ”page”:”723-729”, title”:”Soft Skills and Technical Expertise of Effective Project Managers”, type”:”article-journal”, volume”:”6”}, uris”: [ [”http://www.mendeley.com/documents/?uid=4b47d35a-96e5-4f3b-aaa5-ae6d33e30907” ] ], mendeley”: {”formattedCitation”:”(Gillard, 2009; Skulmoski & Hartman, 2010) Alberta, Canada. The authors identified the key competencies for each of the IS project phases (initiation, planning, implementation, and close-out), que indican que las HBDP parecen tener una influencia positiva y significativa sobre el EP.

Las HB tienen una correlación baja con el éxito financiero y la significancia es menor que el  $\alpha$  establecido (valor- $p < 0.05$ ), lo que permite la aceptación de la hipótesis H2'. Al validar la relación de estas habilidades con el éxito no financiero, se observa una correlación alta y una significancia muy cercana a cero, lo que evidencia una correlación mucho más fuerte con el éxito no financiero y permite la aceptación de la hipótesis H3'.

Se puede observar que la correlación entre las HB con el éxito no financiero es mucho más fuerte que la correlación con el éxito financiero, hecho que podría suponer una relación no tan directa entre las HB y el éxito financiero. En el ámbito de la gestión de proyectos, tanto el tiempo como el alcance influyen directamente en el costo de los proyectos; la afectación de alguno de los dos tiene una repercusión en los costos. Esta información lleva a suponer que existe una relación fuerte y directa entre el éxito financiero y no financiero, motivo por el cual se halla la correlación entre estas dos variables y se observa que es alta ( $\rho = 0.530$ ; valor- $p = 7.10E-12$ ) y tiene una significancia que puede aceptar la hipótesis. Este hecho podría suponer que las HB tienen una correlación con el éxito financiero, pero con factor mediador el éxito no financiero, lo que conduce a que futuros estudios contemplen esta conjetura, teniendo en cuenta esta relación. Por otro lado, se observa que cada una de las HB tiene una alta correlación con el EGP, con una significancia muy cerca a cero, lo que indica que las hipótesis H4' a H10' son aceptadas. Esto muestra a la comunidad científica y demás interesados que en los proyectos de desarrollo de *software* existe una fuerte correlación entre cada una de estas HB con el éxito en la gerencia de proyectos, que a su vez es positiva y directa.

Existe relación directa entre las HB y éxito no financiero, ya que valor- $p < \alpha$  para cada una de las relaciones, motivo por el cual se aceptan las hipótesis H11' a H17'. Pese a que

la hipótesis H16' es aceptada, la correlación con el éxito no financiero es débil, lo cual puede indicar que la habilidad de la practicidad esté implícita en otra habilidad o que no tenga relación directa con el éxito no financiero. Si bien es cierto que el DP actúa de manera rápida y oportuna, se adapta a las circunstancias y lleva a acciones concretas las ideas, esto puede sugerir que sean parte de la persona y que, por tal razón, no tengan esa relación directa con el éxito, sino que tengan un subfactor a quien alimentan.

Con respecto a la relación de las HB con el éxito financiero, podemos observar que las hipótesis H18', H19', H23' y H24' no pueden ser comprobadas, mientras que las hipótesis H20' hasta H22' tienen un valor-p cercano a cero. Esto nos puede llevar a fortalecer un poco más el supuesto en el que, si bien se encontró una correlación entre HB con éxito financiero, esta correlación no es tan fuerte y, por lo tanto, puede existir un intermediario que, como se indicó, corresponde al éxito no financiero. Si bien es cierto que el liderazgo (H18'), el trabajo en equipo (H29'), la practicidad (H23') y la comunicación (H24') están muy relacionados con la creación de un vínculo con el equipo de trabajo e interesados, a fin de lograr los objetivos, para los equipos de desarrollo de *software* es importante que prime el tiempo, la calidad y el alcance; sin embargo, puede ser que el presupuesto pase desapercibido para muchos equipos que se centran más en lograr los compromisos en el tiempo establecido y con la calidad pertinente, aspectos que, indirectamente, están afectando al costo.

Los temas de negociación y resolución de conflictos probablemente tengan una relación directa, tal como lo comprueba la hipótesis H20', pues están más relacionados con lograr acuerdos, resolver los conflictos y velar por los intereses, hecho que puede llevar al DP a estar involucrado principalmente con el presupuesto. Según Puga y Martínez (2008), la ética combina el beneficio de la empresa con el beneficio de los empleados y, en general, se comporta de manera humana, justa y responsable; si bien es cierto que está muy involucrado con los temas no financieros, al interesarse por los beneficios de la empresa, puede interesarse por alcanzar esos beneficios financieros y económicos que busca la organización. La practicidad, como ya se había expuesto, puede considerarse un factor que subyace en otras habilidades.

## Conclusiones

El estudio arrojó resultados interesantes en cuanto a la relación que existe entre las HB y el éxito en la gestión de proyectos. Aunque los criterios de éxito definidos por autores como Ika (2009), Agarwal y Rathod (2006) y el estándar del Project Management Institute (2013), hacen referencia al tiempo, alcance, presupuesto y calidad, parece que estos criterios se orientan hacia dos factores (uno financiero y otro no financiero), generando diferentes correlaciones con las HB.

En el presente trabajo se propone un modelo que correlaciona las HB con el éxito en la gestión de proyectos (éxito financiero y éxito no financiero). El primer modelo, obtenido a partir de la teoría, expresa que un conjunto de habilidades (liderazgo, trabajo en equipo, negociación y trabajo en equipo, ética, razonamiento, practicidad y comunicación) tienen alta correlación con el éxito en general. Sin embargo, en el éxito no financiero se exceptúa la practicidad, lo cual, probablemente, sugiere que se trata de

un subfactor relacionado con las demás habilidades definidas, o bien que se constituye como una acción propia de la persona que puede estar presente en diversas habilidades. Esto se explica porque existe una alta correlación positiva con las demás habilidades. Por otro lado, aparentemente, la relación entre las HB no es tan directa con el éxito financiero, hecho que se explica al encontrar baja correlación y valor- $p > \alpha$  para las habilidades de liderazgo, trabajo en equipo, practicidad y comunicación. Respecto a las habilidades de negociación y resolución de conflictos, ética y razonamiento, aunque se encontró evidencia, siguen presentando una baja correlación. En este sentido, puede asegurarse que las HB están directamente relacionadas con el éxito no financiero y este, a su vez, se relaciona con el éxito financiero.

Aunque los resultados obtenidos concuerdan con los estudios relacionados con este tipo de proyectos, la tesis de que las HB se relacionan con el EGP precisa de un estudio adicional que confirme los trabajos de Brière et al. (2015), Zielinski (2005), Gillard (2009) it is becoming more evident that success in the role of project manager cannot be attained with a technical skill set only. Project managers functioning within a matrix organizational structure and championing large-scale initiatives are in a communication paradigm unparalleled by any other management position. Excellent interpersonal, or soft skills, are necessary requisites for success. Additionally, research is revealing that leading is preferable to managing a project team, and that the leadership style of the project manager directly impacts the outcome of the project. The article presents an overview of these tenets drawn from opinion positions, practical experiences, and empirical research studies. There is clear evidence that additional empirical research would be beneficial.”, "author": [{"dropping-particle": "", "family": "Gillard", "given": "Sharlett", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}], "container-title": "Issues in Informing Science & Information Technology", "id": "ITEM-1", "issued": {"date-parts": [{"2009"}]}, "page": "723-729", "title": "Soft Skills and Technical Expertise of Effective Project Managers", "type": "article-journal", "volume": "6", "uris": [{"http://www.mendeley.com/documents/?uuid=4b47d35a-96e5-4f3b-aaa5-ae6d33e30907"}]}, "mendeley": {"formattedCitation": "(Gillard, 2009 y Tohidi y Jabbari (2012). Un aspecto importante de esta investigación es la posibilidad de que las dimensiones no sean independientes y que, por el contrario, tengan algún tipo de relación entre sí. Futuros estudios podrían analizar las posibles relaciones causales de esas dimensiones, lo que convertiría al proyecto en una base importante para el aporte al conocimiento científico, inspirando y apoyando la investigación que existe sobre las HB en los DP.

El estudio se limitó al sector de desarrollo de *software* y fue realizado en empresas de desarrollo de *software* del Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia. Consistió en una investigación meramente exploratoria, por lo que requiere de validaciones empíricas de mayor profundidad, tal como la validez convergente y discriminante.

## Referencias

- Agarwal, N. y Rathod, U. (2006). Defining “success” for software projects: An exploratory revelation. *International Journal of Project Management*, 24(4), 358–370. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.009>

- Ahsan, K., Ho, M. y Khan, S. (2013). Recruiting Project Managers: A Comparative Analysis of Competencies and Recruitment Signals From Job Advertisements. *Project Management Journal*, 44(5), 36–54. <https://doi.org/10.1002/pmj.21366>
- Brière, S., Proulx, D., Flores, O. N. y Laporte, M. (2015). Competencies of project managers in international NGOs: Perceptions of practitioners. *International Journal of Project Management*, 33(1), 116–125. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.04.010>
- Carmines, E. G. y Zeller, R. A. (1979). Reliability and validity assessment. In *Quantitative Applications in the Social Sciences* (Vol. 17, p. 70 p.). <https://doi.org/10.1037/018269>
- Comision de Regulacion de Comunicaciones. (2010). *Análisis del sector TIC en Colombia : Evolución y Desafíos* (2). <https://www.crcm.gov.co/images/stories/crt-documents/ActividadRegulatoria/AgendaRegulatoria/AR2010/DocumentoAnalisisIndustria.pdf>
- Conpes 3582, Consejo Nacional de Política Económica y Social I (2009). <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3582.pdf>
- FedeSoft. (2012). *Estudio de la Caracterización de Productos y Servicios de la Industria de Software y Servicios asociados*. <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-74009.html>
- Fletcher, S. M., Gunning, J. G. y Coates, R. (2014). Soft skills of senior contracts managers in Northern Ireland. *Proceedings of the ICE - Management, Procurement and Law*, 167(1), 35–45. <https://doi.org/10.1680/mpal.12.00029>
- García, S. (2002). La Validez y la Confiabilidad en la Evaluación del Aprendizaje desde la Perspectiva Hermenéutica. *Revista de Pedagogía*, 23(67), 297–318. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-97922002000200006&lang=pt](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000200006&lang=pt)
- Gillard, S. (2009). Soft Skills and Technical Expertise of Effective Project Managers. *Issues in Informing Science & Information Technology*, 6, 723–729. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.28945/3378>
- Gómez Álvarez, M. C., Manrique-Losada, B. y Gasca-Hurtado, G. P. (2015). Propuesta de evaluación de habilidades blandas en ingeniería de software por medio de proyectos universidad-empresa. *Educación En Ingeniería*, 10, 131–140. <http://hdl.handle.net/11407/3409>
- González, J. y Pazmiño, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2(1), 62–77. <https://doi.org/1390-9304>
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. (1995). Multivariate Data Analysis: With Readings. In *Statistics* (Vol. 151). <https://doi.org/10.2307/2983017>

- Hattie, J. A. (1985). Methodological review: Assessing unidimensionality of test and items. *Applied Psychological Measurement*, 9, 139–164.
- Langer, N., Slaughter, S. A. y Mukhopadhyay, T. (2014). *Project Managers ' Practical Intelligence and Project Performance in Software Offshore Outsourcing : A Field Study Project Managers ' Practical Intelligence and Project Performance in Software Offshore Outsourcing : A Field Study*. March 2015. <https://doi.org/https://doi.org/10.1287/isre.2014.0523>
- Ika, L. A. (2009). Project success as a topic in project management journals. *Project Management Journal*, 40(6), 6–19. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pmj.20137/full>
- Maya, M. D. T. y Orellana, B. S. (2016). Desarrollo de soft skills una alternativa a la escasez de talento humano. *INNOVA Research Journal*, 1(12), 59–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.33890/innova.v1.n12.2016.81>
- Merchan, L. (2007). Estudio de Factores Críticos de Éxito Local e Internacional para Empresas de la Industria del Software. *Avances En Sistemas e Informática*, 4(3), 157–164. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avances/article/view/9935>
- MINTIC. (2019). *Aspectos básicos de la industria 4.0*. [https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767\\_recurso\\_1.pdf](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf)
- Moss, P. y Tilly, C. (1996). “Soft” Skills and Race:: An Investigation of Black Men’s Employment Problems. *Work and Occupations*, 23(July 2015), 252–276. <https://doi.org/10.1177/0730888496023003002>
- Pérez-Rave, J. (2016). Tópicos avanzados en la elaboración del artículo de investigación científica: Materiales y métodos. In *Documento inédito* (p. 128). Universidad de Antioquia.
- Pinkowska, M. y Lent, B. (2011). Evaluation of Scientific and Practice Approaches to Soft Skills Requirements in the ICT Project Management. *IBIMA Business Review Journal*, 2011, 1–12. <https://doi.org/10.5171/2011.318867>
- Project Management Institute, I. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®)*.
- Puga Villarreal, J. y Martínez Cerna, L. (2008). Competencias Directivas En Escenarios Globales. *Estudios Gerenciales*, 24(109), 87–103. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(08\)70054-8](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(08)70054-8)
- Rodríguez-Jaume, M.-J. y Mora Catalá, R. (2001). Análisis de cluster o análisis de conglomerados. In *Estadística Informática: casos y ejemplos con el SPSS* (Universida, pp. 145–155). Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/12079>
- SENA; MINTIC; Fedesoft. (2015). *Caracterización del Sector Teleinformática Software y TI en Colombia 2015* (Vol. 1). [https://observatorioti.mintic.gov.co/703/articles-101679\\_boletin\\_pdf.pdf](https://observatorioti.mintic.gov.co/703/articles-101679_boletin_pdf.pdf)



- Shenhar, A. y Dvir, D. (2008). Project management research - The challenge and opportunity. *IEEE Engineering Management Review*, 36(2), 112–121. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/EMR.2008.4534315>
- Skulmoski, G. J. y Hartman, F. T. (2010). Information systems project manager soft competencies: A project-phase investigation. *Project Management Journal*, 41(1), 61–80. <https://doi.org/10.1002/pmj.20146>
- Tohidi, H. y Jabbari, M. M. (2012). Organizational culture and leadership. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31(2011), 856–860. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.156>
- Welch, S. y Comer, J. (1988). *Quantitative Methods for Public Administration: Techniques And Applications* (Third Edit).
- Zavala Ruiz, J. M. (2004). ¿ Por Qué Fracasan los Proyectos de Software ?; Un Enfoque Organizacional. *Congreso Nacional de Software Libre, November*, 1–21. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4741.3206>
- Zhang, F., Zuo, J. y Zillante, G. (2013). Identification and evaluation of the key social competencies for Chinese construction project managers. *International Journal of Project Management*, 31(5), 748–759. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.10.011>
- Zielinski, D. (2005). Soft skills, hard truths. *Training*, 42(7), 18–23. <https://doi.org/10.1109/EMR.2006.261409>

# Diagnóstico de Motivación Laboral en la Empresa Zada Salud Ocupacional S.A.S

Leidy Viviana Velosa Sepúlveda , Yolima Andrea Hernández Puerto , María del Pilar Báez Roa 

Velosa Sepúlveda, Leidy Viviana  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia  
leidy.velosa@uptc.edu.co

Hernández Puerto, Yolima Andrea  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia  
yolima.hernandez@uptc.edu.co

Báez Roa, María del Pilar  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia  
Autor para correspondencia: mariadelpilar.baez@uptc.edu.co

## Resumen

En los inicios de la industrialización, los factores que aportaban al desarrollo de la economía eran la tierra, el capital y el trabajo. Hoy en día, con la globalización y el desarrollo de las telecomunicaciones, volvemos nuevamente al trabajo, pero desde la perspectiva del conocimiento del capital humano, el cual marca una ventaja competitiva para las empresas. Por esta razón, es necesario desechar la visión del hombre económico y pensar en el bienestar integral, lo que llevará a las organizaciones a un alto desempeño. Así, el presente estudio busca conocer la percepción de los colaboradores de la empresa Zada Salud Ocupacional S.A.S respecto a su organización y puesto de trabajo. Para esto, se realizó una investigación con enfoque mixto, que permite obtener resultados confiables a partir de la recolección de información con encuestas y entrevistas semiestructuradas. El tipo de investigación es descriptiva no experimental de tipo transversal; se tomó como base un modelo teórico con enfoque sistémico. Los principales hallazgos encontrados apuntan a que el liderazgo de los fundadores es un factor importante que influye en la cultura de la organización, contribuyendo a su éxito a largo plazo. Los colaboradores de la empresa Zada S.A.S cuentan con una alta motivación por sus labores, fruto de una cultura fuerte creada por sus directivos, en la que priman el respeto y la solidaridad en un ambiente laboral agradable y familiar, propicio para el desarrollo de las labores. Así mismo, se cuenta con una alta satisfacción, propiciada por el diseño de puesto, que se adapta a este tipo específico de organizaciones, a las condiciones laborales, a los perfiles de personalidad de sus colaboradores orientados al logro y a una marcada empatía.

**Palabras clave:** motivación, clima organizacional, cultura organizacional

## Introducción

La empresa Zada Salud Ocupacional S.A.S ofrece un servicio de calidad enmarcado en la prevención, desde los parámetros de responsabilidad y compromiso ante el ser humano. La organización busca siempre, mediante la calidad del servicio que presta, cubrir las necesidades de los clientes y empleados. Por tal razón, es importante identificar el nivel de motivación de los colaboradores de la empresa, teniendo en cuenta que todos los seres humanos no están en el mismo entorno y con las mismas condiciones. Considerando que los clientes de esta organización son personas y que el trato directo con ellas es la principal actividad de la empresa, se requiere que el personal tenga una amplia disposición para ofrecerles el mejor servicio. Debido a esta característica, ser una organización que está formada por personas y que presta un servicio a personas, debe ser prioritario el compromiso y la satisfacción de sus colaboradores.

En este sentido, como lo definió Becker (1964), el capital humano son todos los conocimientos relacionados con su calificación y capacitación que una persona adquiere para desarrollar capacidades y habilidades que aumentan su productividad. Por lo tanto, los individuos que realicen una mayor inversión en formación y capacitación tendrán más probabilidad de obtener mayores ingresos que aquellos que no invirtieron en educación. De esta forma, existe una mayor probabilidad de tener empleados satisfechos, económicamente productivos y competentes dentro de una industria, aportando al crecimiento económico de un país.

Por lo anterior, es importante conocer la percepción de los colaboradores en cuanto a su puesto de trabajo, clima laboral, motivación y liderazgo, con el objetivo de mejorar el desarrollo y el rendimiento laboral de los trabajadores. Así, es posible brindar soluciones, como la implementación de estrategias por parte de las directivas que apunten a un mejor rendimiento laboral, teniendo como referencia los resultados de este proyecto. Los principales beneficiarios del estudio serán los colaboradores de la empresa y, por ende, la organización, ya que contará con información que le permitirá identificar el nivel de motivación de su personal y sus falencias en el área de Talento Humano. A su vez, será un aporte a la validez de las teorías científicas y a la dirección del capital humano en el contexto colombiano. Se reconoce que el personal de salud, en su mayoría, tiene perfiles de personalidad que se enmarcan en un nivel alto en los cinco grandes rasgos de personalidad. Además, se apoya la teoría de que un clima organizacional agradable y un liderazgo participativo aumentan la satisfacción y el compromiso de los colaboradores.

## Presentación de la Organización Zada Salud Ocupacional S.A.S

La sociedad Zada Salud Ocupacional S.A.S, ubicada en Bogotá DC, es una persona jurídica constituida mediante documento privado el 10 de junio de 2015 e inscrita el 16 de junio de 2015, cumpliendo con todos los requisitos para funcionar. La sociedad tiene como objetivo principal la prestación de servicios médicos y paraclínicos, generales y especializados, y de medicina ocupacional, tales como los siguientes: a) atención de pacientes y colaboración con especialistas clínicos en el diagnóstico, tratamiento, control y prevención de enfermedades, mediante la utilización de equipos especializados en instalaciones de su propiedad, a través de laboratorios alquilados o recibidos en concesiones o a través de cualquier otra clase de contratos; b) asociación con empresas similares o complementarias en el país o en el exterior; c) prestación de

servicios de salud ocupacional, y d) capacitación y entrenamiento de personal en la misma materia. Para el cumplimiento de sus objetivos, puede desarrollar las siguientes actividades: abrir sucursales en diferentes partes del país, importar, comprar, vender equipos médicos y medicamentos relacionados con la prestación de sus servicios, realizar programas y proyectos de investigación y promover y desarrollar temas afines a su objeto social.

## **Revisión teórica**

Para el presente estudio, se ha aplicado un enfoque sistémico que nos permite tener diferentes perspectivas de la motivación de los colaboradores de la empresa Zada S.A.S. Se indagará acerca de la personalidad del trabajador, el análisis de puestos, la cultura organizacional y el clima laboral.

A continuación, expondremos algunas investigaciones que se han realizado en torno al tema de este estudio. Montenegro (2016), en su trabajo desarrollado en empresas del sector de la construcción en Colombia, encontró que los motivadores más relevantes fueron la capacitación para el trabajo, el buen salario, el reconocimiento de sus jefes, el desarrollo de nuevas habilidades físicas e intelectuales y las tareas desafiantes.

Fuentes (2012), en su estudio acerca de la satisfacción laboral y su influencia en la productividad de la Delegación de Recursos Humanos del Organismo Judicial en la ciudad de Quetzaltenango Guatemala, concluyó que la estabilidad laboral, las relaciones interpersonales, el gusto por el trabajo, las condiciones generales y la antigüedad dentro de la Delegación de Recursos Humanos eran indicadores que influían para que los colaboradores estuviesen satisfechos. Igualmente, se recomienda efectuar mediciones de satisfacción laboral periódicamente para mantener información actualizada de la misma y se propone la comunicación asertiva como estrategia para mejorar la satisfacción del recurso humano por medio de capacitaciones.

García et al. (2015), en su trabajo desarrollado en las pequeñas y medianas empresas (pymes), abordaron los factores que motivan al trabajador y que prevalecen para identificar los intereses sobre el logro, el poder, la afiliación, la estima y el incentivo económico que influyen entre los colaboradores de las pymes. Para esto, se aplicó el instrumento de la teoría de David McClellan sobre la motivación a 250 colaboradores, de los que 63 eran mujeres y 187 hombres, de 9 empresas diferentes de la región del sur de Sonora; las edades variaban entre los 16 y los 68 años. Algunos de los resultados apuntaron a que el factor prevalente dentro de la población es el de la estima y que la edad y el género son elementos que influyen en la motivación, ya que, en función de las características naturales del individuo y los rangos de edad, se tiene una perspectiva diferente de la motivación. Dimitrova (2017), en su investigación de la empresa CHG, en la que el objetivo principal era conocer el nivel de influencia que tiene la motivación laboral en las empresas, obtuvo como resultado que, en cuanto al clima laboral, se presentaban problemas relacionados con la integración de los empleados y las condiciones físicas del puesto de trabajo, lo que provocaba desmotivación de los colaboradores y disminuía la productividad.

## Personalidad

Como es sabido, la motivación para cada persona es diferente, pues depende de su género, sexo, antecedentes familiares, valores y personalidad. Estas características, junto con otros factores, determinan las necesidades tanto intrínsecas como extrínsecas. Uno de los modelos que puede predecir la personalidad de un individuo es el modelo de las cinco grandes dimensiones de personalidad (Lussier y Achua, 2005):

- Emocionalidad, en la que se miden los rasgos de liderazgo y extroversión y se identifican a las personas que siempre quieren hacerse cargo de las situaciones, las que son competitivas o aquellas que quieren solo ser colaboradoras.
- Empatía, que incluye los rasgos de llevarse bien con la gente o de ser poco amigable.
- Ajuste de la personalidad, que comprende rasgos relacionados con la estabilidad emocional.
- Escrupulosidad, en la que se incluyen rasgos relacionados con el logro.
- Apertura a la experiencia, que contiene rasgos relacionados con la disposición a cambiar y probar cosas.

## Análisis de Puestos de Trabajo

La descripción y el análisis de cargos están relacionados con la productividad y la competitividad de las organizaciones, ya que lo más importante para el desarrollo de cualquier empresa son las personas que trabajan en la misma, así como la forma y los métodos que utilizan para este análisis (Chiavenato, 2011). Por lo tanto, si se conocen las funciones, habilidades y conocimientos que necesitan los cargos, se puede obtener un potencial de motivación para el puesto. El análisis de puestos de trabajo (APT) es una herramienta básica de recursos humanos que puede definirse como:

El proceso mediante el cual se obtiene toda la información relevante a un trabajo determinado que pueda ser útil para un óptimo desempeño del mismo, tanto en lo que se refiere a la consecución de los objetivos y metas de la organización como a la seguridad, satisfacción y comodidad de los operarios. (Pereda, 1993, citado por Guijarro et al., 2010, p. 2)

## Cultura Organizacional

La cultura organizacional son las presunciones y creencias que comparten quienes forman parte de una empresa; para explicar de forma más amplia el significado que para la organización tiene el concepto de cultura, se define como las “respuestas que ha aprendido el grupo ante sus problemas de subsistencia en su medio externo y ante sus problemas de integración interna” (Schein, 1988, p. 24, citado por Pedraza et al., 2015).

El nivel 1: Producciones...está dado por su entorno físico y social. En este nivel cabe observar el espacio físico, la capacidad tecnológica del grupo, su lenguaje escrito y hablado y la conducta expresa de sus miembros.

El nivel 2: Valores, que reflejan en última instancia la manera en que deben relacionarse los individuos, ejercer el poder y pueden ser validados si se comprueba que reducen la incertidumbre y la ansiedad.

El nivel 3: presunciones subyacentes básicas, permite la solución a un problema cuando esta se ha dado repetidamente y queda a la larga asentada... (Schein, 1988, pp. 30-32, citado por Pedraza et al., 2015)

Para los fines de la presente investigación, se tomó el instrumento validado de constructo y confiabilidad de la “Escala Multidimensional de Clima Organizacional (EMCO): Un Estudio Empírico con Profesionales de la Salud” (Patlán y Flores, 2013), el cual concibe el concepto de clima organizacional como el conjunto de percepciones subjetivas y socialmente compartidas que tienen los colaboradores acerca de las características de la organización y el ambiente de trabajo, destacando la percepción de atributos en tres niveles: individual (atributos individuales), interpersonal (atributos de la relación trabajador-entorno laboral) y organizacional (atributos de la organización, el trabajo y el ambiente).

## **Teorías de Motivación**

De acuerdo a Gibson (2007), las teorías de la motivación se han desarrollado principalmente en dos perspectivas. Por un lado, las teorías de contenido, que buscan responder a la pregunta de qué es lo que motiva a los individuos; entre estas se encuentra la jerarquía de las necesidades de Maslow, en la que se señala que los individuos buscan, en primer lugar, satisfacer sus necesidades básicas y después las necesidades de seguridad, autoestima y autorrealización. Sin embargo, esta teoría ha recibido algunas críticas respecto a la jerarquía que se debe estipular. Herzberg divide estas necesidades en factores higiénicos o extrínsecos y motivacionales o intrínsecos.

Por otra parte, entre las teorías desde la perspectiva del proceso, que estudian cómo las personas eligen satisfacer sus necesidades y, por ende, motivarse, se encuentra la teoría de la equidad de Stacy, que afirma que los individuos continuamente se están comparando con sus pares tanto en recompensas como en esfuerzos. La teoría de reforzamiento tiene como base el aprendizaje social de causa y efecto, existiendo reforzamientos tanto positivos como negativos. Por otro lado, en esta teoría se incluyen tres variables: expectativa, que explica la relación entre el esfuerzo y el desempeño, es decir, mide la confianza del individuo en conseguir llegar al nivel de desempeño deseado y así obtener los resultados esperados; fuerza, que es la relación entre el desempeño y la recompensa, es decir, mide hasta qué punto una persona cree que su empresa le otorgará recompensas según su desempeño para lograr el resultado deseado, y valencia, que es el valor o la importancia que una persona le otorga a las recompensas que puede obtener después del trabajo.

## **Métodos**

El método de investigación utilizado tiene un enfoque mixto —en el que el investigador utiliza más de un método para obtener resultados— con diseño no experimental de tipo transversal. En su mayor parte, esto involucra el desarrollo de investigaciones

combinando una metodología cuantitativa con una cualitativa, para así obtener resultados más confiables, y la recolección de información tanto de encuestas como de entrevistas semiestructuradas. Este trabajo presenta un tipo de investigación descriptiva porque los datos son enfocados a una relación causa-efecto. El objetivo de los estudios descriptivos es describir una característica en una población; por lo tanto, son útiles cuando se conoce poco acerca de lo que queremos estudiar y normalmente sirve como inicio de posteriores investigaciones analíticas (Sampieri et al., 2014).

Para el respectivo estudio se tendrá en cuenta a la población de la empresa, que está compuesta por 11 colaboradores: fonoaudióloga, psicóloga, médico, gerente general, gerente administrativo, óptica, recepcionista, contador, bacterióloga, asesor comercial y servicios generales. Los colaboradores que participaron en el estudio fueron informados por los autores de la investigación de forma verbal y a través del consentimiento informado. Posteriormente, se procedió a la aplicación de los instrumentos en la empresa Zada S.A.S. en diciembre de 2021.

Para la recolección de los datos del individuo se utiliza el test de personalidad de las cinco grandes dimensiones. En el análisis de puestos se toma como base a Guijarro et al. (2010) y a Chiavenato (2011). Se determina que las subdimensiones más importantes de este tema con respecto a la descripción de puestos son: la asignación de tareas y de responsabilidades y el conocimiento de deberes. Igualmente, en las especificaciones de puestos influyen las destrezas, los conocimientos adquiridos y las habilidades para el desarrollo del trabajo. Por ende, para evaluar su dimensión, se realiza una entrevista que consta de 16 ítems de respuestas abiertas. Para el factor cultura organizacional se aplica el análisis reiterado de Schein y para el factor de clima organizacional se toma la escala multidimensional de clima organizacional, en la que se integran los factores estructurados en tres niveles de análisis; se caracteriza por ser una escala de 29 reactivos con validez de constructo y con adecuados niveles de confiabilidad, cuyas propiedades psicométricas garantizan que la medición del clima organizacional sea objetiva, válida y confiable.

## **Resultados y Discusión**

### **Análisis y estudio de diseño de puestos**

Una vez realizadas las entrevistas a todo el personal, se evidenció la cordialidad, disponibilidad y sinceridad de parte de cada uno de los colaboradores; como es de entender, algunos fueron más espontáneos y expresivos al dar sus respuestas y, de esta forma, nos permitieron comprobar el compromiso y sentido de pertenencia hacia la organización.

Las preguntas de la entrevista se clasificaron en dos dimensiones, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

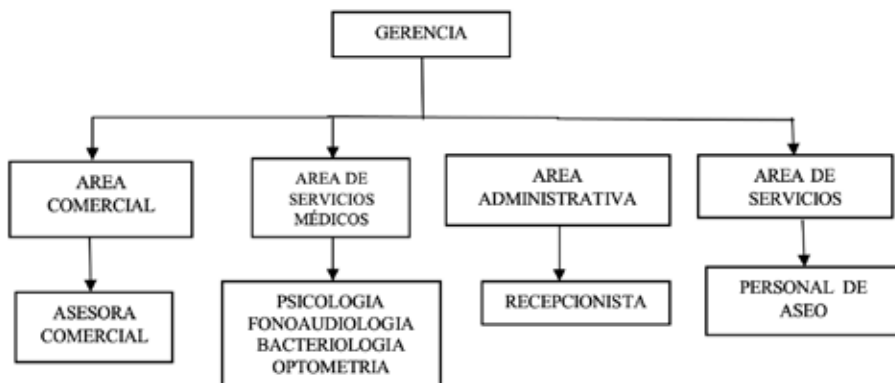
### **Condiciones, tareas, competencias, conocimientos, habilidades y destrezas**

En general, todos los colaboradores de la empresa Zada S.A.S cuentan con unas condiciones adecuadas en sus consultorios y con la dotación de equipos para desarrollar

su labor. Así mismo, todos tienen claras sus funciones, roles, responsabilidades y deberes para llevar a cabo sus tareas. Los resultados de todos los cargos son reportados directamente a los gerentes, ya que en la organización no existen supervisores ni jefes de área; ellos permanecen en la empresa durante toda la jornada laboral, por lo que exigen efectividad en los procedimientos diarios que se realizan. Como es una empresa del sector de la salud, gran parte de los colaboradores que aportan a las metas de la organización son profesionales en su área, con prácticas, como lo requiere este tipo de profesiones.

### Diseño del puesto

La empresa Zada Salud Ocupacional S.A.S. no cuenta con un organigrama. Por ello, con base en la información recogida, se diseñó el siguiente organigrama, que representa una estructura organizacional de tipo funcional (Figura 1). Sobre esta base se estudió el diseño de puestos.



**Figura 1.** Organigrama empresa Zada Salud Ocupacional S.A.S.  
**Fuente.** Elaboración propia

En general, los colaboradores coinciden en que los factores motivacionales principales dentro de la organización son:

- Salario: esta organización se destaca por ser muy justa en el reconocimiento económico hacia sus colaboradores, que depende de sus diferentes especialidades.
- Horario laboral: por ser una organización de la rama de la salud, su horario debe iniciar a primeras horas de la mañana. Según los colaboradores, lo positivo es que tienen la tarde libre para realizar asuntos personales.
- Ambiente laboral: en esta organización la mayoría de los colaboradores tiene una edad similar, por lo que el ambiente se torna muy agradable y ameno. Existe colaboración entre todos y tienen momentos en los que todos comparten. Los gerentes les exigen mucha eficiencia en las horas de mayor afluencia de



clientes, para así tener más tiempo de esparcimiento.

- Instrumentalización: los colaboradores expresan que es muy positivo que la organización les brinde todo lo necesario en un solo lugar para realizar adecuadamente su trabajo.

Se recogieron los siguientes testimonios:

“Uno de los más motivacionales es el pago mensual, que siempre es a tiempo, es un monto equitativo a la actividad, el horario también, ya que es flexible, el ambiente laboral, que es muy agradable venir a trabajar” (fonoaudióloga).

“Me motiva conocer cada vez más mi especialidad, conocer cada día algo nuevo para poder ser mejor cada día” (óptometra).

El diseño de puestos cuenta con el método tradicional, en el que prima la eficiencia (Chiavenato, 2011). El desarrollo de las funciones se realiza sin generar tensión. Por otro lado, la naturaleza de la organización presenta una tendencia a tener horas congestionadas que se hacen menos estresantes debido al apoyo entre los compañeros y las directivas y, cuando disminuye la afluencia de pacientes, se permite a los empleados tomar sus descansos. La naturaleza del trabajo de una institución prestadora de salud está orientada a la eficiencia y a puestos de trabajo medianamente monótonos, ya que los profesionales de la salud deben seguir protocolos acordes a su profesión; sin embargo, según este autor, para solventar a los colaboradores “tienden a concentrarse en las reivindicaciones y en las expectativas de mejores salarios y mejores condiciones de trabajo para compensar la insatisfacción y el descontento con su labor” (p. 175).

### **Test de personalidad**

La mayoría de los miembros de la organización obtuvo un puntaje alto en las cinco dimensiones, sin destacar diferencias sobresalientes; esto dio como resultado un perfil de personalidad que es coherente e indispensable para profesionales de la salud, en los que la escriptulosidad, la estabilidad emocional y la empatía son primordiales para ejercer.

### **Análisis reiterado de Schein - cultura organizacional**

#### **Sentido de pertenencia, percepción externa, percepción interna, estilo gerencial, relaciones interpersonales**

El grupo tiene formación profesional, todos pertenecen al área de la salud, por lo que su lenguaje es respetuoso; se observa que se sienten orgullosos de la organización a la que pertenecen, agradecen la forma de trabajo y el compromiso que existe de la empresa hacia el trabajador. Igualmente, afirman que es un excelente lugar de trabajo con las mejores condiciones.

Los colaboradores de la empresa Zada S.A.S. se relacionan en un ambiente familiar y de colaboración para cumplir los objetivos de la organización, como se pudo observar en los momentos en los que había alta afluencia de pacientes. El apoyo que se brindan entre ellos no se da solo entre los colaboradores, pues también los directivos rompen las jerarquías y están prestos a apoyar en las labores y a solucionar inconvenientes.

Los colaboradores consideran a los gerentes personas muy dadas al servicio y la atención, ya que las condiciones de trabajo que les brindan van siempre orientadas hacia el bienestar de ellos. Se observa que son personas muy abiertas a escuchar a sus colaboradores en cualquier momento y en cualquier situación para encontrar conjuntamente posibles soluciones, de ser necesarias.

Se observa que el estilo gerencial que manejan está orientado a sus colaboradores y a brindar un excelente servicio; tienen en cuenta las diferentes ideas que ellos generan, manejan su postura de jefes, pero no se aíslan de sus colaboradores, ya que cuando se presentan momentos de descanso, todos se integran, sin existir diferencias de áreas. Por ejemplo, en las horas de descanso y en las fechas especiales, la gerencia se integra con todos sus colaboradores sin importar el área que ocupan, para así propiciar un ambiente agradable y familiar.

Las relaciones interpersonales son muy afectivas, pues dentro de la organización no existe distinción entre cargos, todos son una sola familia. Los gerentes están siempre buscando el mejor personal y que esté acorde a su ambiente laboral, para que no se creen discordias o inconvenientes entre ellos. En cuanto al reconocimiento de los colaboradores, los gerentes buscan la manera de brindarles espacios de esparcimiento e integración, tales como celebraciones de cumpleaños y fechas especiales. A final de año les brindan una salida fuera de la ciudad de trabajo para que tengan un excelente descanso. Igualmente, las fechas decembrinas, como el 24, 25, 31 y 1 no son laborables, para que tengan espacio en familia.

De acuerdo a Mintzberg (1979), citado por Daft (2011), esta empresa pertenece a un tipo de organización profesional cuya característica principal es que en el nivel operativo son todos profesionales con altas capacidades.

Según Etzioni (1967), citado por Da Silva (2002), existen tres tipos de organizaciones:

A partir de una estructura de consentimiento como coactivas, remunerativas y normativas. En la organización normativa se destaca el involucramiento moral y la aceptación social como medio de control, mientras que los participantes, se caracterizan por su gran involucramiento con la organización. (p. 186)

Las organizaciones médicas pertenecen a este último tipo. Por otro lado, según los tipos de organización de Mintzberg (1979), podríamos catalogar a la empresa Zada S.A.S. como una organización de burocracia profesional; el centro técnico está formado por profesionales altamente capacitados y el personal de apoyo técnico es reducido o inexistente y, aunque existe cierta especialización y formalización, los profesionales en el centro técnico tienen autonomía (Daft, 2011, p. 29).

## **Clima organizacional**

### **Sistema individual**

En las preguntas relacionadas con esta dimensión, se obtuvieron resultados favorables, con porcentajes del 80 % y 20 % en las respuestas “siempre” y “casi siempre”, respectivamente, exceptuando un ítem de autonomía en el trabajo, debido a los protocolos que deben seguir.

- **Satisfacción de los colaboradores**

En la empresa Zada, los colaboradores se encuentran satisfechos con sus labores, lo que les permite cumplir con los objetivos de la organización. Se evidenció, tanto en la encuesta como en las visitas realizadas, que los colaboradores realmente disfrutaban de su labor y, por ende, del desarrollo de las actividades.

- **Autonomía en el trabajo**

Teniendo en cuenta que las labores pertenecen al área de la salud, lo que hace que cada profesional, en su área de conocimiento, conozca los protocolos y procesos a seguir, el grado de cambio en estas labores, por su naturaleza, no es alto. Sin embargo, a la hora de solucionar problemas, cuentan con los conocimientos para solucionarlos sin afectar el buen curso de la organización. Por ejemplo, la fonoaudióloga y la bacterióloga respondieron que casi nunca podían tener libertad en la realización de sus actividades, ya que estas se deben regir a los lineamientos propuestos por la organización para la salud de los clientes.

### **Sistema interpersonal**

- **Relaciones sociales entre los miembros de la organización**

El ambiente que se desarrolla es muy ameno y acogedor; por tanto, la mayoría se entienden y colaboran, aunque el personal más nuevo aún está un poco distante de la confianza y las relaciones que llevan los más antiguos.

- **Unión y apoyo entre los compañeros de trabajo**

Al ser una organización muy unida y familiar, cada nuevo integrante es recibido de la mejor manera, ya depende de cada persona su facilidad y capacidad para integrarse. En su mayoría, sienten que son un mismo equipo de trabajo. Se unen esfuerzos cuando existe algún tipo de problema laboral para llegar a la mejor solución. El ambiente generado por todos los colaboradores es lo que permite que tengan ese compromiso de excelencia con la organización.

### **Sistema organizacional**

En esta dimensión se obtuvieron resultados del 100 % en “siempre”.

- **Consideración directiva**

Los gerentes son personas íntegras y sencillas, lo que se refleja en el trato a los colaboradores. Los valores en la organización es lo primero que se muestra y se exige al equipo de trabajo, pues no hay distinción alguna con respecto a sus profesiones y a todos se les trata con el debido respeto. Igualmente, acompañan y apoyan a los colaboradores en la realización de las actividades, ya que siempre se encuentran dentro de la organización; revisan la logística con los usuarios y están atentos a prestar ayuda en los momentos en que sea necesario, resolviendo cualquier tipo de inconveniente que se llegue a presentar durante la jornada de trabajo.

## **Beneficios y recompensas**

En esta dimensión las repuestas fueron dispersas entre toda la escala de Likert. Se evidencia que la organización no cuenta en ese momento con ese tipo de incentivos y recompensas, lo que es coherente con lo definido anteriormente respecto al modelo tradicional de diseño de puesto.

## **Motivación y esfuerzos**

Las respuestas se reparten en un 50 % y 50 % en “casi siempre” y “siempre”, lo que nos indica que todos los colaboradores tienen sentido de pertenencia y compromiso a la hora de desarrollar sus labores. El agrado con el que realizan sus labores se evidencia en la forma en que prestan el servicio. Cada día los colaboradores dan a la organización y a su labor lo mejor de ellos, con el firme propósito de cumplir las metas y objetivos organizacionales.

## **Liderazgo de directivos**

Los jefes siempre están dispuestos a escuchar las ideas, sugerencias, quejas o reclamos de los colaboradores y se tienen muy en cuenta en las decisiones de la organización.

Diariamente, una de las gerentes está presente en el proceso de la prestación del servicio orientando a los usuarios y atenta a cualquier inquietud o necesidad de ayuda.

Los jefes, por sus profesiones, son personas que constantemente tratan con mucha gente; por consiguiente, el manejo de sus colaboradores no se les dificulta en el momento de encaminar a todo el equipo hacia un mismo propósito.

Podemos observar que los valores de respeto, responsabilidad, colaboración y solidaridad con los que cuentan los gerentes se han impregnado en la organización y en sus colaboradores.

Después de analizar los datos de la encuesta de clima organizacional, se puede afirmar que el clima organizacional de la empresa Zada S.A.S cuenta con un ambiente laboral agradable y familiar, donde son muy pocas las circunstancias que generan algún tipo de descontento en los colaboradores. Esto se evidencia en las percepciones tanto a nivel individual, grupal y organizacional de los colaboradores como también en el compromiso y desempeño de los mismos.

## **Satisfacción laboral**

La satisfacción laboral es una actitud que los individuos tienen acerca de sus empleos, en aspectos como el pago, el puesto, el supervisor y los compañeros de trabajo, principalmente (Gibson, 2007).

**Tabla 1.** Dimensiones de satisfacción laboral de la empresa Zada S.A.S.

Dimensión	Pregunta	Nunca	Casi Nunca	A Veces	Casi Siempre	Siempre
Trabajo en sí mismo	Los colaboradores se sienten satisfechos con sus actividades.	0	0	0	3	8
	Los colaboradores se sienten realizados en su trabajo.	0	0	0	2	9
	Dentro de la organización los colaboradores disfrutan al realizar sus actividades.	0	0	0	2	9
Compañeros de trabajo	En la organización hay compañerismo entre los colaboradores.	0	0	0	1	10
	Existe confianza entre los compañeros para platicar cualquier tipo de problema.	0	0	0	4	7
	En mi trabajo se unen esfuerzos cuando surgen problemas laborales.				4	7
Director	El director trata a su personal de la manera más humana posible.	0	0	0	0	11
	Los directivos dan apoyo a su personal en la realización de sus actividades.	0	0	0	0	11
Salario	La organización se destaca por ser muy justa en el reconocimiento económico hacia sus colaboradores.	0	0	0	1	10
Horario	El horario laboral le permite atender sus obligaciones personales.	0	0	0	0	11

**Fuente.** Datos proporcionados por la encuesta

Con base en la Tabla 1, se observa que las respuestas se encuentran en “casi siempre” y “siempre”, lo que determina que la empresa Zada Salud Ocupacional S.A.S. cuenta con un nivel de satisfacción laboral alto.

## Conclusiones

El liderazgo de los fundadores es un factor importante que influye en la cultura; contribuye al éxito a largo plazo de la organización al guiar el comportamiento y dar significado a las actividades. Como afirma Schein, citado por Kast y Rosenzweig (1987): “los fundadores generalmente empiezan con una teoría sobre cómo tener éxito; tienen un paradigma cultural en la mente, basado en su experiencia en la cultura en la que crecieron” (p. 704).

Los colaboradores de la empresa Zada S.A.S cuentan con una alta motivación por sus labores, fruto de una cultura fuerte creada por sus directivos, donde prima el respeto y la solidaridad. Hay un ambiente laboral agradable y familiar, propicio para el desarrollo del trabajo, resultado de una alta satisfacción proporcionada por el diseño de puesto, que se adapta a este tipo específico de organizaciones, a las condiciones laborales, a los perfiles de personalidad de sus colaboradores orientados al logro y a una marcada empatía. En consecuencia, los colaboradores tienen una alta motivación hacia su trabajo, determinada principalmente por la satisfacción de sus necesidades fisiológicas, de seguridad, de relaciones y de autoestima.

La satisfacción laboral de los colaboradores de la empresa Zada S.A.S se situó en un nivel alto. Por lo tanto, se encuentran satisfechos con su trabajo, con el liderazgo de los directivos y con las relaciones con sus compañeros; esto hace que sean más productivos y ofrezcan un trato amable a los clientes, beneficiando a la organización y permitiendo su crecimiento a largo plazo.

La empresa Zada S.A.S. es una organización normativa, en la que se destaca el involucramiento moral y la aceptación social como medio de control, mientras que los participantes se caracterizan por su gran implicación con la organización.

Zada S.A.S, como empresa del área de la salud, pertenece al tipo de organización de burocracia profesional, definida por Mintzberg, donde el centro técnico está formado por profesionales altamente capacitados y el personal de apoyo técnico es reducido o inexistente y cuenta con una alta especialización. Los profesionales tienen cierta autonomía y capacidad para resolver problemas.

Considerando la teoría de las contingencias, la empresa Zada S.A.S. cuenta con una configuración que se adapta a su contexto, misión y tamaño, creada por sus altos directivos, lo que la ha llevado a ser una empresa deseada por los profesionales del mercado laboral.

## Referencias

- Becker, G. (1964). *Human Capital*, 1st ed. (New York: Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research).
- Chiavenato, I. (2011). *Administración de Recursos Humanos*, 9ª ed. Mc Graw Hill.
- Daft, R. (2011). *Teoría y diseño organizacional*, 10ed. Cengage Learning.

Da Silva, R. (2002). *Teorías de la Administración*, Thomson.

Dimitrova, I. (2017). *Plan de motivación laboral en la empresa CHG*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/97741/IGNATOVA%20-%20ESTUDIO%20DE%20MOTIVACI%C3%93N%20LABORAL%20Y%20PLAN%20DE%20MOTIVACI%C3%93N%20EN%20LA%20EMPRESA%20CHG.pdf?sequence=1>

Falcones, G. (2014). *Estudio descriptivo de la cultura organizacional de los colaboradores de la unidad de negocio de suppl y chain guayaquil de nestle ecuador*. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6287>

Fuentes, S. (2012). *Satisfacción laboral y su influencia en la productividad” (estudio realizado en la delegación de recursos humanos del organismo judicial en la ciudad de Quetzaltenango*. Universidad Rafael Landívar.

García, C., Ochoa, E., Fernández, M., Verduzco, R. y Campo, M. y Miranda, (2015). Factores motivacionales que influyen en los trabajadores de las PYMES *CULCyT, Volumen 57*. 22-31.

Gibson, J. (2007). *Organizaciones comportamiento, estructura y procesos*, 13ª ed. McGraw-Hill.

Guijarro, E., Babiloni, E., Canós, L. y Santandreu, M.. (2010). *El analisis y la descripción de puestos de trabajo*. Universidad politecnica de valencia:. 1-9. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69160/EI%20An%C3%A1lisis%20y%20la%20Descripci%C3%B3n%20de%20Puestos%20de%20Trabajo.pdf?sequence=1>

Kast, F. y Rosenzweig, J. (1987). *Administración en las organizaciones*, 4ta ed. Mc Graw Hill.

Lussier, R. y Achua, C. (2005). *Liderazgo*, 2da ed. Thomson.

Mintzberg, H. (1979) *The Structuring of Organizations: The Synthesis of the Research*, Englewood Cliffs, N.J. Prentice- Hall





Montenegro, F. (2016), *Factores motivacionales en empleados de empresas del sector de la construcción en Colombia*. Universidad del Rosario. [https://doi.org/10.48713/10336\\_12812](https://doi.org/10.48713/10336_12812)

Patlán, J. y Pérez, R. (2013). Desarrollo y validación de la escala multidimensional de clima organizacional un estudio empírico en profesionales de la salud . *Ciencia y trabajo, Volumen 48*, 131-139.

Pedraza, L., Obispo, K., Vásquez, L. y Gómez, L. (2015). Cultura organizacional desde la teoría de Edgar Schein: Estudio fenomenológico. *Revista Clío América, Volumen 9* (17), pp-pp. 17 – 25.

Sampieri, H., Collado, F. y Baptista, L. M. (2014). *Metodología de la investigación*, 5ª ed. Mc Graw Hill.

# **Análisis del impacto financiero y laboral causado por el covid-19 en MiPymes de artículos de cuero, de la ciudad de Cotacachi, en la provincia de Imbabura**

Verónica Gisella Jaramillo Cruz , Sandra del Carmen Ramos Quistial , Karol Solange Pillajo , Gissela Mercedes Ponce Ruales 

Jaramillo, Verónica Gisella  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ecuador  
Autor para correspondencia: [vgjaramillo@pucesi.edu.ec](mailto:vgjaramillo@pucesi.edu.ec)

Ramos, Sandra del Carmen  
[sramos272@hotmail.com](mailto:sramos272@hotmail.com)

Pillajo, Karol Solange  
[pillajokarol@gmail.com](mailto:pillajokarol@gmail.com)

Ponce, Gissela Mercedes  
[ponce20141a@gmail.com](mailto:ponce20141a@gmail.com)

## **Resumen**

Esta investigación tiene como finalidad analizar el impacto financiero y laboral de la pandemia en los comerciantes formales e informales de artículos de cuero, en el periodo de enero a septiembre de 2020, del sector urbano en las parroquias San Francisco y El Sagrario de la ciudad de Cotacachi, provincia de Imbabura. La metodología utilizada fue de enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). Se aplicó la técnica de la encuesta a los artesanos del sector urbano. Los resultados de la caracterización de los artesanos muestran que todos tienen certificación artesanal, en su mayoría, con una experiencia de más de 10 años; el 82 % de esta población lleva registros de ingresos y egresos. El análisis de la situación financiera de los artesanos dedicados a la producción y comercialización de artículos de cuero de esta ciudad, tras los efectos del COVID-19, refleja reducciones en sus ingresos en un 80 %. Consecuentemente, se generó una disminución en sus costos y gastos operacionales en la misma proporción, ocasionando un efecto directo en la liquidez y en los flujos de caja de estas microempresas. En el ámbito laboral, se establece que, en su mayoría, tenían de 5 a 10 trabajadores. Los efectos de las medidas adoptadas para contrarrestar la pandemia y el decrecimiento de las actividades productivas y comerciales provocó que estas empresas actualmente dispongan de 2 empleados, en promedio. Estrategias competitivas de liderazgo en costos, diferenciación del producto y enfoque o segmentación de mercado fueron planteadas, con la finalidad de reactivar económicamente a los artesanos dedicados a la confección de artículos de cuero en la ciudad de Cotacachi y fortalecer la cadena de valor, la participación en el



mercado y el posicionamiento de sus productos.

**Palabras clave:** artesano, artesanías en cuero, análisis financiero, análisis laboral, trabajo

## Introducción

El cantón Cotacachi está ubicado en las faldas del volcán de su mismo nombre, situado al norte de Quito, en la provincia de Imbabura. Cuenta con una superficie de 1809 km<sup>2</sup>, aproximadamente, siendo el cantón más extenso de esta provincia. Limita al norte con el cantón Urucuquí, al sur con el cantón Otavalo y la provincia de Pichincha, al este con el cantón Antonio Ante y al oeste con la provincia de Esmeraldas (Gobierno Autónomo Descentralizado de Cotacachi [GAD Cotacachi], 2015).

Los artesanos de las parroquias San Francisco y el Sagrario pertenecen al área urbana del cantón Cotacachi, cuya actividad económica principal es la confección de artículos de cuero, considerada de gran importancia por la variedad de productos que se elaboran y por el posicionamiento alcanzado en segmentos de mercado nacional y extranjero, generando fuentes de empleo directo e indirecto a la población económicamente activa.

La crisis económica y social generada por el COVID-19 a nivel nacional, y específicamente en el sector de las microempresas formales e informales de la confección de artículos de cuero de la ciudad de Cotacachi, tuvo impactos negativos en la estructura productiva y comercial. La crisis provocó incidencias directas en el ámbito financiero por la caída de sus ingresos, lo que ha ocasionado el despido laboral de una gran parte de trabajadores de estas microempresas, afectando fuertemente a este sector. La mayoría de estas mipymes registraron importantes caídas de sus ingresos que les generaron dificultades para mantener sus actividades operativas y cumplir con sus obligaciones corrientes salariales y financieras.

La crisis económica afectó a todas las familias del cantón, que se vieron obligadas a la reapertura de sus comercios, pero la mayoría con una nueva actividad económica para mantener y generar una fuente de ingresos. Es por esto que, a pesar de las dificultades, a través de la adquisición de préstamos con entidades financieras han logrado reactivar, en menor proporción, su actividad económica y laboral, ya que la política monetaria de varios bancos ha consistido en reducir su tasa de interés de referencia, con la intención de mejorar las condiciones de financiamiento y liquidez (Clavellina y Domínguez, 2020).

En este contexto, se ha considerado importante analizar la situación financiera y laboral de este grupo de comerciantes, con el propósito de develar los impactos financieros y laborales ocasionados. Especialmente, se busca estudiar la recesión operativa y comercial que causó el despido de una gran parte de sus trabajadores e incrementó el desempleo de la población económicamente activa de este cantón. Con ello, se espera dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cuál es el impacto financiero y laboral del COVID-19 en los comerciantes de artículos de cuero del sector urbano en las parroquias San Francisco y El Sagrario de la ciudad de Cotacachi?

## **Revisión teórica**

### **Importancia Socioeconómica de la Producción Artesanal**

El artesano es tan antiguo como la existencia del hombre mismo; quizás todos los sistemas productivos se iniciaron así y todavía muchos lo hacen, es decir, cuando alguien domina un oficio artesanal, puede contratar personal, adquirir maquinaria, etc. y, por tanto, fundar una empresa.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), la importancia trascendental de la producción artesanal radica, además de en los productos en sí mismos, en las competencias y los conocimientos que son imprescindibles para que no desaparezca este tipo de producción.

La productividad es la relación que existe entre la cantidad de bienes y servicios que se producen y la cantidad de recursos que se utilizan; por medio de esta es posible determinar el rendimiento de una persona o de un grupo de trabajo (Coello, 2015).

Así mismo, se puede decir que algunos de los factores que conducen a un aumento de la productividad están relacionados con la implementación de nuevas tecnologías, el aumento de capital físico, el aumento de capital humano, la mejora en la gestión de recursos humanos, la formación de trabajadores y la implementación de sistemas de gestión de calidad. Por otra parte, existen factores tanto internos como externos que afectan a la productividad. Entre los factores internos se encuentran los logros, el reconocimiento o la independencia laboral, la responsabilidad, la promoción y la satisfacción profesional. Los factores externos engloban el sueldo y los beneficios, la política de la empresa y su organización, las relaciones con los compañeros de trabajo, el ambiente físico, la supervisión, el status, la seguridad laboral y el crecimiento (Coello, 2015).

Según el Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores (1981), numeral 155, los empleadores tendrán la responsabilidad global de asegurarse de que se adopten todas las medidas de prevención y protección factibles para reducir al mínimo los riesgos profesionales, así como el uso ropas y equipos de protección apropiados sin costo alguno para el trabajador; este punto es el principal limitante laboral.

Así, cuando se produzca un caso de despido a causa de las repercusiones económicas de la pandemia de COVID-19, o por razones de seguridad y salud, el trabajador deberá tener derecho a una indemnización por fin de servicios u otras prestaciones análogas, prestaciones de seguro de desempleo o asistencia para compensar la pérdida de ganancias sufrida como consecuencia del despido, de conformidad con el Convenio sobre la terminación de la relación de trabajo, 1982 (núm. 158).

De la misma manera, los gobiernos deberán adoptar medidas para hacer extensivas las prestaciones de desempleo a los trabajadores que se enfrentan a una pérdida de ganancias a causa del desempleo parcial, así como en casos de reducción temporal de la duración normal o legal del trabajo y de suspensión o reducción de ganancias como consecuencia de una suspensión temporal del trabajo, especialmente por motivos económicos, tecnológicos, estructurales o análogos.

## Rotación de Personal

El término “rotación de recursos humanos”, según Chiavenato (1999), se utiliza para definir la fluctuación entre una organización y el ambiente, que se define por el volumen de personas que ingresan y salen de la organización. La rotación de personal se expresa mediante la relación porcentual entre las admisiones y los retiros y el promedio de los trabajadores que pertenecen a la organización en cierto periodo.

## Investigaciones Similares

**Tabla 1.** Análisis de investigaciones similares

INVESTIGACIONES	Efectos en el empleo en las micro y pequeñas empresas generados por la emergencia del COVID-19: Caso Colombia	Impacto de la emergencia sanitaria por COVID-19 en las cadenas productivas de la agricultura familiar de Salta y Jujuy	El COVID-19, aislamiento social, pesca artesanal y seguridad alimentaria: cómo se relacionan estos temas y qué importancia tiene la soberanía de los pescadores ante el escenario distópico	Sectoros y empresas frente al COVID-19: emergencia y reactivación
ANÁLISIS	<p>Analiza índices de riesgo por actividad económica, tales como:</p> <p>Actividad económica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teletrabajo</li> <li>• Impacto</li> <li>• Vulnerabilidad</li> </ul> <p>Condiciones contractuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato</li> <li>• Tipo de contrato</li> <li>• Términos</li> <li>• Intermediación</li> <li>• Tiempo</li> </ul> <p>Sitio de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugar de trabajo</li> </ul> <p>Posición ocupacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de empleo</li> </ul> <p>Condiciones de formalidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficio</li> <li>• Cargo</li> </ul> <p>Tamaño empresa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadenas productivas activas, enfocadas en 3 eslabones principales: Producción Primaria - Logística - Comercialización.</li> <li>• Percepción que tiene el informante sobre la situación actual y anterior a la pandemia de la actividad de cada eslabón de la cadena.</li> <li>• Visión prospectiva a corto plazo sobre la cadena productiva, en un escenario de desescalada progresiva y administrada de la cuarentena, de mayores exigencias sanitarias y de distanciamiento social.</li> </ul>	<p>Busca entender si la comunidad pesquera ya ha tenido un impacto en los ingresos obtenidos a través de la pesca:</p> <p>¿Cuál es la magnitud del efecto restrictivo sobre la rutina de los pescadores y marisqueros?</p> <p>¿Cómo ven estos actores su relación con la pesca y el marisco frente al escenario actual de cambio social? (es decir, ¿impactó en la economía pesquera y en la reducción de políticas públicas específicas del sector?)</p>	<p>Variación de la producción, ventas, liquidez, empleo, desempleo, ingresos de los sectores industrial y comercial de los países: Colombia, Brasil, Argentina, Chile, Uruguay y Panamá.</p>

**Fuente.** Elaboración propia

## Análisis Crítico

La crisis mundial ocasionada por el COVID-19 nos ha expuesto a uno de los desafíos más grandes que se ha presenciado en esta generación, ya que la caída y paralización de

la economía mundial nos ha impulsado a analizar el impacto que tiene la crisis en el ámbito financiero y laboral de todas las personas, en el periodo establecido. Es importante recalcar que no se volverá a la normalidad antes conocida; ahora es primordial enfocarse en la reactivación de cada una de las actividades económicas que son el sustento de las familias, con las respectivas normas de bioseguridad presentes en cada ciudad. Es por ello que el tema de estudio se ha enfocado en analizar y propiciar estrategias que sean útiles para los comerciantes formales e informales del cantón Cotacachi, las cuales deberán ser implementadas con posterioridad a este estudio y con la colaboración de expertos en el área. Estos expertos serán los encargados de analizar las particularidades de cada negocio y producto para enfocar adecuadamente cada estrategia en función de las necesidades específicas de cada mipyme.

## **Métodos**

Este estudio comprende dos perspectivas de investigación: el enfoque cualitativo y el cuantitativo. Mediante el enfoque cualitativo, se procederá a recolectar información no numérica que permita realizar un análisis situacional económico y laboral. En cuanto al enfoque cuantitativo, posibilitará determinar la cifra real de artesanos existentes en las parroquias San Francisco y El Sagrario.

Además, el método inductivo se utiliza para hacer un análisis de las observaciones y hechos de la nueva realidad; esta información ayuda a plantear conclusiones específicas de este estudio.

El alcance es descriptivo, ya que en la realización de la investigación se detalla específicamente el impacto financiero y laboral que la pandemia ha generado para estos artesanos y comerciantes.

La investigación cuenta con un diseño de estudio no experimental, debido a que no se manipularán de forma directa las variables dependientes e independientes; estas fueron observadas y analizadas de manera natural, recopilando datos e información generada únicamente en la pandemia del COVID-19, dando paso a un tipo de diseño transversal con un eje descriptivo. La recopilación de la información se hizo mediante la observación y la aplicación de encuestas a 66 artesanos de los locales comerciales ubicados en las parroquias de estudio.

## **Resultados y Discusión**

### **Análisis de la situación financiera de los artesanos dedicados a la producción y comercialización de artículos de cuero**

Para el análisis de la situación financiera de los artesanos (unidad económica) se utilizaron los datos de las encuestas. En ellas se evidencia que el 78 % es parte del Régimen Impositivo Simplificado RISE, por lo que no presentan información financiera a entidades de control, de acuerdo a las especificaciones de dicho régimen. Por ello, se consideran relevantes los siguientes resultados:

**Tabla 2.** Situación financiera de los artesanos

<b>Variable</b>	<b>Valores antes de la pandemia</b>	<b>Rango de variación durante el estado de excepción</b>	<b>Valores actuales</b>
<b>Ingresos</b>	\$2500 - \$3000	Disminuyeron en un rango del 80 % al 100 %	Menos de \$500
<b>Gastos</b>	\$500 - \$1000	Disminuyeron en un rango del 80 % al 100 %	Menos de \$500
<b>Producción</b>		Disminuyó en un rango del 80 % al 100 %	
<b>Financiamiento externo</b>			No obtuvieron

Los ingresos de las unidades económicas de los artesanos dedicados a la confección de artículos de cuero del cantón Cotacachi, antes de la pandemia, fluctuaban entre los \$2500 a \$3000 mensuales; por los efectos de la pandemia, estos ingresos sufren un descenso significativo del 80 %, lo que significa que tienen un ingreso actual promedio de \$500. En el sector textil, en ese mismo año, las unidades económicas tuvieron un descenso del 40 % a causa de la pandemia (Lucero, 2021).

La disminución de los ingresos en las empresas de fabricación de artículos de cuero tiene un efecto directo en la liquidez y, por tanto, en la capacidad de pago de las obligaciones corrientes (cubrir su nómina de personal, costos operativos y obligaciones con proveedores) para el normal funcionamiento de esta actividad económica.

En relación a los gastos, se sitúan en un promedio de \$500 a \$1000 antes de la pandemia; a causa de la crisis, se disminuyen en un 80 %, lo que significa que los gastos actualmente son inferiores a \$500 mensuales. Este mismo comportamiento se asume que tuvieron las empresas del sector textil (Lucero, 2021).

Respecto a la producción, los artesanos de la confección de artículos de cuero tuvieron una disminución del 80 % por los efectos de la pandemia. En el sector textil, se determina una disminución en la producción del 40 % en el año 2020, por la misma causa (Lucero, 2021).

En relación con el financiamiento de los artesanos dedicados a la confección de artículos de cuero, estos no accedieron a ningún tipo de financiamiento. Con el programa de línea de crédito ReactívatE Ecuador, se ofertaron créditos desde \$500 con una tasa de interés fija del 5 %, con un plazo de 36 meses y un periodo de gracia de hasta 6 meses. Estos créditos podían ser destinados a capital de trabajo, que incluía el pago de nóminas y costos operativos por 6 meses (Heredia y Dini, 2021).

### **Situación laboral de los trabajadores de las unidades económicas de producción y comercialización de artículos de cuero**

Los artesanos (unidades económicas) fabricantes de artículos de cuero, en su mayoría, disponían de 5 a 10 trabajadores antes de la pandemia. Por efectos de esta, el personal

se disminuyó para gran parte de estos artesanos en un 80 %; actualmente, estas unidades económicas cuentan con 2 trabajadores en promedio. En el sector textil, por la misma causa, se perdieron más de 10 000 empleos en el año 2020 (Lucero, 2021).

Los trabajadores que perdieron sus empleos sufren disminución de sus ingresos y efectos adversos en sus economías familiares, lo que los lleva a una situación económica desfavorable. Por lo tanto, se convierten en grupos específicos más vulnerables frente a las consecuencias negativas en el mercado laboral dentro del sector de la confección de artículos de cuero del cantón Cotacachi, donde se generan mayores niveles de desempleo de la población económicamente activa que se dedica a esta actividad económica.

Otra repercusión en el plano laboral, a raíz de la disminución en la operatividad de las microempresas de elaboración de artículos de cuero de la ciudad de Cotacachi por el COVID-19, es que aumentan los niveles de pobreza y, en ocasiones, estos se sitúan por debajo del umbral de vulnerabilidad en el plano económico, lo que genera una recesión económica en la población artesanal de este cantón.

### **Formulación de estrategias**

Se proponen las siguientes estrategias, con base en la investigación de Pillajo y Ponce (2021).

#### **Liderazgo en costos**

La estrategia de liderazgo en costos permitirá a los propietarios de estas empresas aplicar procesos de planificación y control de costos que se ajusten a los objetivos y metas de reactivación económica y que les permitan formular acciones correctivas y de replanificación.

Con las estrategias de liderazgo en costos se pretende que estas empresas alcancen en el mediano y largo plazo lo siguiente:

- Aumentar la penetración en el mercado, debido a sus precios competitivos.
- Enfatizar el precio como un indicador para atraer mercados.
- Comercializar los productos con precios más bajos que los competidores y productos sustitutos para incrementar su volumen de ventas.
- Determinar los costos de producción por cada producto elaborado, los gastos administrativos-ventas, y establecer los costos unitarios respectivos.
- Formular los presupuestos en base al volumen de producción planificado.
- Mejorar los niveles de eficacia, eficiencia y efectividad en base a la planificación y control de costos.

## Estrategia de diferenciación del producto

Las estrategias de diferenciación del producto tienen como finalidad alcanzar lo siguiente:

- Mantener procesos productivos de calidad, de seguridad y de salud para sus trabajadores.
- Cumplir con los lineamientos legales en lo pertinente a seguridad y salud en el trabajo que exige el Ministerio de Trabajo.
- Garantizar productos de óptima calidad, de manera que se constituya en un objetivo básico de producción.
- Disponer de una filosofía de comercio justo para mejorar las relaciones comerciales en el mercado nacional e internacional.
- Disponer de instalaciones físicas y distribución de áreas —pisos, paredes, cubiertas y drenajes— de acuerdo a las especificaciones técnicas, con la finalidad de obtener óptimos ambientes de trabajo y excelente desempeño del personal.
- Innovar de forma continua con nuevos diseños de los productos, de acuerdo a las tendencias del mercado, en lo relacionado con colores, tipos de napas, forros y accesorios, mejorando así la presentación para sus clientes.
- Obtener la certificación de buenas prácticas de manufactura, realizando el procedimiento para el registro en los organismos respectivos, de acuerdo a los instructivos y la categorización de estas empresas. Para alcanzar las buenas prácticas de manufactura es importante el levantamiento y documentación de los procesos de producción, verificar las instalaciones físicas, especialmente del área de producción y disponer del plan mínimo de prevención de riesgos.

Los requisitos para su calificación son los siguientes:

- a. Guía de certificación de buenas prácticas de manufactura.
- b. Lista de productos que elabora la empresa.
- c. Plano arquitectónico de la infraestructura de la empresa.
- d. Pago de dos salarios básicos unificados (categoría microempresarial).

La entidad certificadora es el Ministerio de Industrias y Productividad (MI-PRO), en el Programa Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

- Obtener la certificación de comercio justo en las cuatro certificadoras que operan en el Ecuador. Fairtrade Internacional (certificación FLO), una certifica-

ción a escala global que otorga un sello de garantía al consumidor que certifica el cumplimiento de los criterios de comercio justo por parte de los artesanos de confección de artículos de cuero. Las otras certificadoras son Fairtrade Certified, World Fair Trade Organization y Fairtrade Small Producers (comercio justo para pequeños productores). El beneficio del comercio justo es, principalmente, permitir a los artesanos fortalecer sus capacidades organizacionales, productivas, comerciales, económicas y financieras.

Los requisitos para la certificación son los siguientes:

- a. Cumplimentar el formulario de aplicación / membresía, a través del sitio web de la certificadora.
  - b. Presentación de documentación de soporte de la empresa.
  - c. Auditoría externa de cumplimiento de comercio justo.
  - d. Evaluación, análisis y presentación de los resultados.
  - e. Aprobación de la certificación.
  - f. Obtención de la certificación de comercio justo.
- g. Seguimiento del cumplimiento de criterios.
- Formular acciones de responsabilidad social empresarial (RSE), que les permitan a estas organizaciones artesanales proyectar una mejor imagen empresarial, generando una sinergia positiva para alcanzar ventajas competitivas.

### **Estrategia de enfoque o segmentación de mercado**

Las estrategias de enfoque o segmentación de mercado permitirán a los artesanos de confección de artículos de cuero:

- Atraer y fidelizar a sus distintos segmentos y nichos de mercado actual y potencial.
- Mejorar las posibilidades de participación y posicionamiento en el mercado.
- Disponer de acciones de marketing digital y campañas específicas diseñadas en mercados específicos.
- Fortalecer la penetración de sus productos según las necesidades y expectativas de los mercados meta nacional e internacional.

### **Estrategia de segmentación indiferenciada, no diferenciada o masiva**

Este tipo de estrategia debe ser empleada por los artesanos indistintamente de los segmentos de mercado definidos, es decir, se dirige a todos los mercados, aplicando el principio de enfoque comercial masivo (público en general). En esta estrategia se diseñan los productos, la tipología de las napas, cueros y accesorios; está dirigida al público en general, como una herramienta altamente significativa para la reactivación económica.



## **Estrategia de segmentación diferenciada**

Para la ejecución de esta estrategia es importante que, de manera corporativa (todos los artesanos), realicen estudios de mercado, con la finalidad de definir los segmentos de mercado específicos y, para cada uno de estos segmentos, desarrollar los productos de acuerdo a la información obtenida, generalmente, de encuestas aplicadas. De igual forma, se desarrollarán las campañas de marketing para cada segmento de mercado.

## **Estrategia de segmentación personalizada**

Estas acciones están definidas para formular campañas de lanzamiento de productos personalizados con base en los segmentos de mercado identificados (expectativas, necesidades, requerimientos de los productos). Para ello, se realizará lo siguiente:

- Realizar entregas de los productos a domicilio en todo el país, sin recargo, realizando convenios con empresas, como Servientrega, Urbano, cooperativas de transporte y otras empresas de entrega, para así aumentar su volumen de ventas.
- Definir distintas formas pago por medios digitales para facilidad de los clientes.
- Realizar campañas en redes sociales con las imágenes de los productos y sus precios respectivos, orientadas al posicionamiento de la marca (nombre de cada empresa) para fortalecer su reputación corporativa y alcanzar clientes potenciales.
- Participar en ferias globales y específicas en la provincia de Imbabura, en la región y el país, así como en ferias internacionales, para lo cual es importante realizar alianzas estratégicas con ProEcuador y Exportafacil.
- Realizar campañas de promoción específicas para empleados y funcionarios, de entidades públicas y privadas, para atraer clientes interesados en sus productos y diferenciarse de sus competidores.

Para mantener el liderazgo en costos se plantea que realicen la formulación de presupuesto de costos de producción y gastos de administración-ventas y la producción programada, de manera que puedan obtener el costo unitario total de cada producto elaborado en el año operativo pertinente.

- Innovar de forma continua con nuevos diseños de los productos, de acuerdo con las tendencias del mercado, en lo relativo a colores, tipos de napas, forros y accesorios, mejorando así la presentación para sus clientes.
- Obtener la certificación de buenas prácticas de manufactura, realizando el procedimiento para el registro en el Ministerio de Industrias y Productividad

(MIPRO), en el Programa Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), en concordancia con los instructivos y la categorización de estas empresas. Para ello, es importante el levantamiento y documentación de los procesos de producción, verificar sus instalaciones físicas, especialmente del área de producción, y disponer del plan mínimo de prevención de riesgos.

- Alcanzar la certificación de comercio justo en las cuatro certificadoras que operan en el Ecuador. Fairtrade Internacional (certificación FLO) es una certificación a escala global que otorga un sello de garantía al consumidor que certifica el cumplimiento de los criterios de comercio justo por parte de los artesanos de confección de artículos de cuero. Las otras certificadoras son Fairtrade Certified, World Fair Trade Organization y Fairtrade Small Producers (comercio justo para pequeños productores). El beneficio del comercio justo es, principalmente, permitir a los artesanos fortalecer sus capacidades organizacionales, productivas, comerciales, económicas y financieras.
- Formular acciones de responsabilidad social empresarial (RSE), que les permitan a estas organizaciones artesanales proyectar una mejor imagen empresarial, generando una sinergia positiva para alcanzar ventajas competitivas.

### **Presupuesto referencial de las estrategias de reactivación económica**

Se procedió a formular el presupuesto de las estrategias de reactivación económica para disponer de las referencias económicas necesarias para cada estrategia propuesta. Se consideró un presupuesto referencial para cada estrategia, valores económicos que actualmente tienen los consultores de la ciudad de Ibarra que desarrollan este tipo de estrategias. Este presupuesto referencial puede ser aplicado a cualquier unidad económica formal e informal de artículos de cuero de la ciudad de Cotacachi.

**Tabla 2.** Presupuesto referencial de las estrategias de reactivación económica

<b>Estrategia</b>	<b>Acciones</b>	<b>Presupuesto</b>
<b>Liderazgo en costos</b>	Determinación de costos de producción, gastos administrativos y ventas	\$ 900.00
	Formulación de precios de venta	\$ 200.00
<b>Estrategia de diferenciación del producto</b>	Certificación de Buenas Prácticas de Manufactura	\$ 400.00 (un salario básico)
	Certificación de Comercio Justo	\$ 35.00
	Responsabilidad Social Empresarial	\$ 600.00

<b>Estrategia de enfoque o segmentación de mercado</b>	Alianzas estratégicas con empresas de entrega a domicilio: Servientrega, Urbano	\$ 200.00
	Campañas en redes sociales	\$ 300.00
	Participación en ferias	\$ 500.00
	Campañas de promoción en empresas públicas y privadas	\$ 400.00
<b>Total</b>		<b>\$ 3175.00</b>

La formulación de presupuesto de las estrategias de reactivación económica tiene como finalidad que los artesanos dispongan de valores referenciales por cada estrategia y actividad que desarrollarán las empresas, y establecer los valores económicos que concuerden con cada una de las actividades formuladas, para su asignación, ejecución, control, supervisión y evaluación respectiva.

La crisis económica y social generada por la pandemia del COVID-19 a nivel nacional ha tenido impactos significativos en el sector de estudio, ocasionando pérdidas en la estructura productiva y comercial, con incidencias directas en el ámbito financiero por la disminución de ingresos. Esta situación ha ocasionado el despido laboral de una parte de los trabajadores de las microempresas objeto de estudio.

En el cantón Cotacachi existen alrededor de 180 artesanos calificados que elaboran todo tipo de artículos de cuero: chaquetas, chompas, calzado, chalecos, cinturones, billeteras y sombreros, entre otros (Ayala, 2018). A partir de los resultados de la caracterización de los artesanos investigados, que, según el GAD Municipal de Cotacachi, son 66, las encuestas aplicadas a esta población establecen que el 50 % de ellos son de género masculino, el 48 % femenino y el 2 % otro; en su totalidad disponen de calificación artesanal y el 95 % se encuentran registrados en el SRI. Respecto al registro de ingresos y egresos que tienen estos talleres artesanales, el 82 % sí lleva este tipo de registro.

El análisis de la situación financiera de las mipymes muestra que la pandemia del COVID-19 en el Ecuador ha tenido un efecto negativo en las ventas, principalmente por el estado de excepción, que originó la suspensión y disminución de las actividades productivas de los sectores dedicados a la manufactura, el comercio y los servicios (Red de Instituciones Financieras de Desarrollo y Equifax, 2020). Los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas determinan que, antes de la pandemia, los ingresos fluctuaban entre los \$2500 y \$3000 mensuales. Estos ingresos, en el año 2020, debido a la pandemia, se redujeron hasta llegar a un promedio de \$500 mensuales, lo que tuvo efectos directos en la liquidez de estos artesanos para cumplir con sus obligaciones y mantenerse en el mercado. Esta misma fuente de información (encuesta) establece que los gastos operacionales promedio que tenían los artesanos eran de \$500 a \$1000 en un rango mensual; a causa del COVID-19, se redujeron a menos de \$500 mensuales. En relación con la producción, los artesanos de la confección de artículos de cuero tuvieron una disminución del 80 %.

En lo referente a la situación laboral en el Ecuador ante la pandemia, la disminución de la producción y las ventas de los sectores económicos en general desencadenaron una

reducción del empleo formal y, por tanto, un aumento del desempleo, especialmente en el sector de servicios y manufacturero, donde la situación no permitía mantener los contratos del personal (Red de Instituciones Financieras de Desarrollo y Equifax, 2020). Los resultados de las encuestas determinan que, antes de la crisis sanitaria, disponían de 5 a 10 trabajadores, en promedio; tras la llegada de la pandemia, la mayoría de estas unidades económicas dispone de 2 empleados.

Ante las consecuencias económicas de la pandemia para las mipymes en el Ecuador, es necesaria la formulación de estrategias de reactivación económica y la adecuación de acciones para estimular la capacidad de rápida adaptación ante adversidades e insertar su direccionamiento hacia los objetivos de desarrollo sostenible (Useche y Vásquez, 2021). Las estrategias que viabilizan la competitividad en las empresas son las de liderazgo en costos, diferenciación en el producto y enfoque o segmentación del mercado (Grazzo y Moreira, 2020). Para la reactivación económica de los artesanos, se formularon dichas estrategias competitivas, con la finalidad de que enfrenten los problemas económicos y aprovechen las oportunidades de mercado interno y externo que tienen estos productos artesanales de cuero.





## **Conclusiones**

- Al igual que todos los sectores de la producción del Ecuador, la crisis económica y social generada por la pandemia del COVID-19 afectó también a la industria textil, en este caso, a los negocios dedicados a la confección de prendas de cuero; se generaron efectos negativos en la estructura productiva y perjuicios directos en el ámbito financiero y laboral.
- Gran parte de la población analizada tiene una experiencia de más de diez años en el mercado, pero, a pesar de ello, estos microempresarios no tienen sus negocios organizados a nivel contable. Su control se limita a un registro de ingresos y gastos, debido a que, en su mayoría, se encuentran incluidos en el régimen RISE, en el que la única obligación tributaria es un pago fijo mensual de acuerdo a la tabla establecida por el SRI y según el capital con el que iniciaron sus actividades económicas; por lo tanto, no elaboran estados financieros.
- Los ingresos de los microempresarios investigados han disminuido notablemente como consecuencia de la crisis sanitaria, que generó una disminución en su liquidez y sus flujos de caja. Por este motivo, para contrarrestar la reducción de sus ingresos, se vieron obligados a reducir sus costos y gastos operacionales. En tal virtud, dejaron de contratar personal, es decir, si antes tenían de 5 a 10 trabajadores, con esta situación, el personal fue reducido a 2 trabajadores por empresa.
- Las estrategias competitivas de liderazgo en costos, diferenciación del producto y enfoque o segmentación de mercado se plantearon con la finalidad de reactivar económicamente los negocios de los artesanos y fortalecer la cadena de valor, su participación en el mercado y el posicionamiento de sus productos.

## Referencias

- Ayala, A. (02 de mayo de 2018). *El cuero, un atractivo singular de Cotacachi*. <https://www.numbersmagazine.com/articulo.php?tit=el-cuero-un-atractivo-singular-de-cotacachi>
- Chiavenato, I. (1999). *Administración de Recursos Humanos*. Editorial Mc Graw Hill.
- Clavellina, J. y Domínguez, M. (2020). Implicaciones Económicas de La Pandemia Por Covid-19. *Instituto Belisario Domínguez* 81:1–11.
- Coello Almeida, Verónica del Rocío. 2015. *Condiciones Laborales Que Afectan El Desempeño Laboral de Los Asesores de American Call Center ( ACC ) Del Departamento Inbound Pymes , Empresa Contratada Para Prestar Servicios a Conecel ( CLARO )*.
- Grazzo, J. y Moreira, J. (2020). *Análisis de la competitividad en mipymes de servicios de alimentos en Guayaquil, desarrollo digital y COVID-19*. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Heredia, A. y Dini, M. (2021). *Análisis de las políticas de apoyo a las pymes para enfrentar la pandemia de COVID-19 en América Latina*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Lucero, K. (02 de mayo de 2021). *El sector textil, un puntal de la industria que busca levantarse*. <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/el-sector-textil-un-puntal-de-la-industria-que-busca-levantarse>
- GAD de Cotacachi. (2015). “Manifestaciones Culturales.” *GAD Municipal de Cotacachi*. <https://www.cotacachi.gob.ec/index.php/turismo/manifestaciones-culturales>.
- Red de Instituciones Financieras de Desarrollo y Equifax. (2020). *Covid-19 y sus implicaciones en el Sistema Financiero Nacional*. Ecuador: Red de Instituciones Financieras de Desarrollo.
- Pillajo, K. y Ponce, G. (2021). *Análisis del impacto financiero y laboral en los Comerciantes formales e informales de artículos de cuero, en el periodo enero-septiembre 2020, del sector urbano en las parroquias San Francisco y el Sagrario, de la ciudad de Cotacachi, en la provincia de Imbabura* [Tesis de Grado, Pontificia UNIVERSIDAD católica del Ecuador Sede Ibarra]
- Useche, M. y Vásquez, L. (2021). Fórmula estratégica empresarial para pymes en Ecuador ante la COVID-19. *Revista Universidad & Empresa* , 1-22.

# Incidencia del *Marketing Mix* en la Captación de Estudiantes para la Carrera de Marketing en la ULVR

Félix David Freire Sierra , Wladimir Alberto Del Rosario Alvarado , Bolívar Alfredo Madero Romero , Guido Mesías Mantilla Buenaño 

Freire Sierra, Félix David  
Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador  
Autor para correspondencia: davidfreiresierra@hotmail.com

Del Rosario Alvarado, Wladimir Alberto  
Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador  
wdelrosarioa@ulvr.edu.ec

Madero Romero, Bolívar Alfredo  
Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador  
bmaderor@ulvr.edu.ec

Mantilla Buenaño, Guido Mesías  
Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador  
gmantillab@ulvr.edu.ec

## Resumen

Este estudio es un análisis de los elementos del *marketing mix* que influyen en la captación de alumnos para la carrera de Marketing de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (ULVR), en el que se busca reflejar los factores de mayor valor para ellos en la toma de decisión a la hora de ingresar al primer semestre como nuevos estudiantes; esto permite conocer la universidad y estudiar en qué aspectos de su *marketing* educativo debe enfocarse para atraer potenciales clientes. Se aplicó una investigación exploratoria y descriptiva, así como una metodología deductiva e inductiva, con un enfoque mixto; se realizó una encuesta dirigida a una muestra representativa de estudiantes actuales de todos los semestres de la carrera de Marketing, a fin de conocer qué variables incidieron en su ingreso a la ULVR. Además, se realizó una observación en medios digitales de la publicidad de la Universidad Laica frente a su competencia, con la que se pudieron determinar los aspectos de promoción y publicidad que deben atender para mejorar su posición en el mercado de esta especialidad, además de conocer los intereses de los potenciales estudiantes y los medios de comunicación que frecuentan.

**Palabras clave:** *marketing mix*, *marketing* educativo, captación de estudiantes, carrera de *marketing*, competencia educativa, instituciones de educación superior

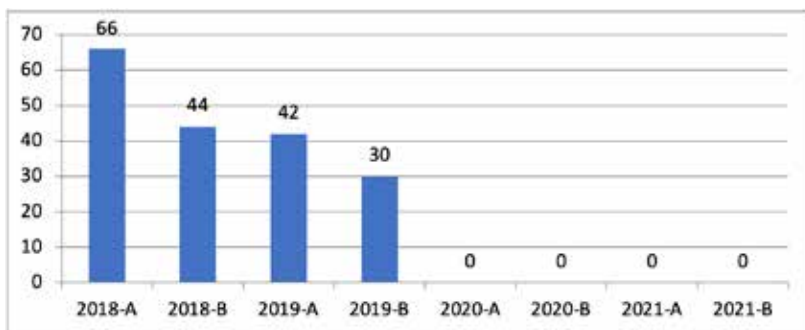
## Introducción

La situación de la educación superior se ha visto afectada por la pandemia del COVID-19. Como resultado, se ha producido un decremento de la cantidad de estudiantes en las universidades particulares por el impacto económico que han sufrido las familias ecuatorianas, las cuales se han visto afectadas por el incremento de costos del combustible y de los alimentos de primera necesidad, por la reducción del comercio y por el aumento del desempleo, entre otros aspectos. A ello se suma el pago de las matrículas y pensiones que debe cubrir el potencial alumnado universitario, lo que ha generado incluso peticiones de financiamiento y reducción de costos por parte de quienes quieren estudiar en universidades pagadas, que se han visto obligados a postergar su ingreso a la universidad particular por la situación económica (El Comercio, 2020).

La Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (ULVR) es una institución de educación superior (IES) acreditada por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES), la cual, desde sus inicios, tuvo un alto grado de aceptación entre la ciudadanía debido a que los horarios permitían a los estudiantes no interrumpir sus jornadas laborales, objetivo primordial del Dr. Alfonso Aguilar Ruilova, su fundador (ULVR, 2020).

Pese a ello, los efectos económicos y sociales que ha generado la emergencia sanitaria mundial han causado estragos desde inicios de 2020. El caso de la carrera de Marketing de la ULVR no ha sido la excepción, ya que, revisando el comportamiento de los estudiantes nuevos que ingresaron al primer semestre de la carrera desde el período académico 2018-A hasta el período académico 2021-B, se evidencia una caída sostenida en la captación de estudiantes potenciales, más allá del golpe que ha generado la situación pandémica.

Como se puede observar en la Figura 1, la captación de estudiantes para la carrera de Marketing ha ido descendiendo desde el ciclo 2018-A, que contaba con 66 alumnos en el paralelo del primer semestre; en el siguiente ciclo 2018-B se matricularon 44 estudiantes en el primer semestre y en el ciclo 2019-B solo se matricularon 30 estudiantes. En los dos ciclos de 2020 y en el primer ciclo de 2021 no se matriculó ningún estudiante nuevo en la carrera para iniciar sus estudios.



**Figura 1.** Nuevos estudiantes desde el 2018 hasta el 2021 en la carrera de Marketing  
**Fuente.** Los autores (basados en listados de asistencia de primer semestre)

Estos datos son una alerta que invita a revisar el comportamiento de compra del consumidor de servicios educativos en la carrera de Marketing, así como también la propuesta que plantea la universidad y los medios de publicidad que utiliza, con el propósito de estudiar su efectividad, que se debe traducir en resultados positivos en la captación de nuevos clientes.

Actualmente, se está impartiendo educación virtual, la cual es una alternativa considerablemente más barata que la enseñanza presencial, pues se necesitan menos instructores, menos aulas de clases y menos personal administrativo para atender a un mayor número de alumnos. Por lo tanto, esta reducción en los costos académicos está estimulando la oferta de cursos virtuales en cada vez más instituciones educativas. Esto significa que, a medida que las instituciones de educación superior oferten más cursos y programas en línea, aumentará la competencia por atraer alumnado. Justamente esta competencia, a la cual se suman los menores costos de la formación en línea, puede producir la reducción de la cantidad de estudiantes matriculados en la modalidad presencial, con la cual se ha posicionado la ULVR desde sus inicios (El Universo, 2020).

El objetivo de este estudio es conocer la incidencia del *marketing mix* en la captación de estudiantes para la carrera de Marketing en la ULVR. Los objetivos específicos son identificar los factores de decisión en la selección de la universidad para los estudios superiores de los estudiantes y determinar los medios de comunicación que frecuentan los estudiantes universitarios para la publicidad de la oferta académica de las universidades.

## Revisión teórica

### El *Marketing* Educativo

Se puede definir el *marketing* educativo como el conjunto de estrategias y técnicas utilizadas por los centros educacionales desde primaria hasta los posgrados dirigidas a conseguir la satisfacción de las necesidades educativas de los alumnos, sus familias y la comunidad, de forma que la institución educativa obtenga rentabilidad no solo en la parte económica, sino también social (Núñez, 2017). El *marketing* educativo permite realizar una investigación de las necesidades sociales enfocada en la educación, a fin de desarrollar una propuesta de servicios educativos que genere una percepción de valor tanto de la oferta académica como de los servicios administrativos y la infraestructura; esta propuesta se debe promocionar entre personas y organizaciones para lograr incrementar el número de alumnos. También permite conocer los canales de comunicación, promoción y publicidad más efectivos, para así poder optimizar la inversión de la Universidad en medios publicitarios eficientes.

### Las 7 P del *Marketing Mix*

Un buen mercadólogo debe saber mezclar muy bien los ingredientes o elementos del *marketing*, de tal forma que el resultado sea una excelente propuesta que permita solucionar las necesidades de mercadeo de la empresa y de sus clientes, principalmente. El *marketing mix* educativo es un análisis de la estrategia interna de la institución



educacional, basado en las siguientes 7 variables: el producto, el precio, la plaza o distribución, la promoción y publicidad, la presencia física, el personal y los procesos. La educación es un servicio; por ello, se puede decir que las empresas de servicios comparten los elementos del *marketing mix* comunes a las productoras de bienes. El común denominador son las decisiones respecto a producto, precio, distribución, publicidad, personal, procesos y presencia física, las cuales deben considerarse tomando en cuenta el volumen de gasto de esa actividad de *marketing* y la capacidad de actuación de la empresa sobre esa variable. El *mix* de *marketing* hace referencia a un conjunto de herramientas, técnicas y métodos de *marketing* reconocidas que se utilizan para la satisfacción de los consumidores en el mercado objetivo (Gaona y Santiago, 2021, p. 9).

## ***El Inbound Marketing***

Este concepto se refiere al proceso centrado en los factores orgánicos que, vía *online*, atraen a los potenciales clientes y logran su conversión hacia una venta, al mismo tiempo que los satisfacen; es decir, no solo se busca vender sino crear una relación empresa-cliente para así fortalecer su comunidad virtual (Araujo, 2016). En el caso de los centros de educación superior, estos deben considerar atraer a los estudiantes para su matriculación y además cuidar la relación hasta su graduación, ya que pueden generar potenciales buenas referencias.

## **Venta Personal**

La llevan a cabo los vendedores de la institución; realizan la propuesta de venta directa del servicio o producto a un potencial cliente o a uno actual, logrando una interacción entre vendedor-cliente (Escribano et al., 2014, p. 264). Esto es una realidad en varias instituciones educativas de nivel superior, que utilizan personal de ventas para visitar empresas e instituciones de nivel medio y persuadir a sus educandos para que se decidan por la universidad que ofertan.

## ***Marketing Digital***

El *marketing* digital integra tres mundos en paralelo: el físico, el digital y el virtual. El físico es el que siempre ha existido en medios convencionales; el digital y el virtual, en conjunto, permiten, a través de recorridos reales dentro de un mundo creado, conocer las diferentes facetas de la persona. Este *marketing* es personalizado, permite comunicación directa y bidireccional, facilita datos más precisos, es masivo y viral, genera experiencia y emoción y, además, integra el mundo físico, digital y virtual (Shum, 2019, pp. 37-38). Por lo tanto, toda institución educativa debe aplicar el *marketing* digital en la comercialización de sus servicios académicos para obtener nuevos estudiantes y mantener satisfechos a los que ya tiene cautivos.

## ***Social Media Marketing***

Las siglas SMM (*Social Media Marketing*) hacen referencia a las plataformas sociales en Internet; es una rama del marketing que busca notoriedad y posicionamiento de la imagen de marca, desarrollo comercial y comprometer o generar *engagement* en los miembros de la red social y la comunidad. Aporta al *branding* fomentando experiencias en las redes sociales virtuales como canal de comunicación (Uribe y Sabogal, 2020). Estas redes se perfilan como una herramienta de uso continuo y diario por parte de los

estudiantes universitarios, la cual debe ser explotada con comunicaciones por parte de las universidades que ofrecen sus servicios.

## Captación de Alumnos

La educación como producto requiere de un mercado educativo; por lo tanto, para que la oferta de enseñanza sea conocida por dicho mercado, se requiere de un canal de comunicación y distribución adecuado. Para ello, es necesario definir claramente la cadena de captación de estudiantes (enseñanza ofertada–canal de comunicación y distribución–mercado estudiantil). El análisis en el sentido contrario, desde el mercado hacia la enseñanza ofertada, proporciona el flujo de información sobre las necesidades educativas y la importancia y dimensión de dicho mercado.

Para llevar a cabo lo anterior, se requiere investigar el mercado educativo —por medio de encuestas, entrevistas, observación, etc.—, el perfil del producto ofertado, para que se ajuste a las necesidades de educación y tenga la calidad esperada de la enseñanza y, finalmente, las actividades de distribución, relacionadas con la promoción publicitaria *offline* y *online*, visitas en colegios, relaciones públicas, seminarios de promoción, webinars, etc. De acuerdo con Guevara et al. (2020), la investigación es la oportunidad de intercambiar saberes, experiencias y conocimientos y aplicar técnicas para la recolección de información, aprovechando los resultados para beneficiar a la organización y la comunidad.

**Tabla 1.** Las 7 P del *marketing mix* en la educación superior

P del marketing educativo	Descripción
<b>Producto</b>	Es el servicio de educación superior. Si bien existe un currículo mínimo que se debe respetar, la autonomía de las IES ha permitido el desarrollo de proyectos educativos singulares y mejor adecuados a la realidad social que las circunda.
<b>Precio</b>	La gratuidad de la educación es una verdad incompleta, pues con las tributaciones impositivas los ciudadanos sostenemos el sistema educativo. La gratuidad tiene la ventaja de la igualdad de oportunidades de acceso a la educación, pero también tiene sus desventajas porque, a menudo, lo que no se paga no se valora.
<b>Plaza</b>	Las redes de distribución de servicios educativos, incluyendo sedes, extensiones y centros asociados, deben ser coherentes y consistentes tanto en la calidad de sus prestaciones como en la imagen que proyectan. Las redes de instituciones educativas virtuales son un buen ejemplo de esta variable.
<b>Promoción</b>	Es la variable que se orienta a la difusión de la oferta y los servicios universitarios, sea por recomendación o a través de mecanismos promocionales específicos, como los siguientes: la publicidad, la promoción institucional, las relaciones públicas y la prensa, el marketing directo y el marketing digital.

### **Personas**

Se refiere al personal de contacto con el cliente —es decir, el equipo de dirección, el claustro de profesores, la administración y servicios— en su relación con los alumnos y la colectividad. La IES debe responder al concepto moderno de organización de servicios, orientada a la satisfacción de las necesidades del cliente tanto externo como interno.

### **Procesos**

Comprende todos los procesos requeridos para la prestación de servicios educativos, desde la enseñanza y aprendizaje hasta la organización de la IES. La evaluación de los procesos permite analizar la satisfacción de la comunidad universitaria y determinar los indicadores de calidad.

### **Presencia física**

Las instalaciones y el equipamiento de las IES forman parte de la presencia física, pero también se incluye el cuidado, el mantenimiento, la limpieza, la distribución de espacios, el plano de evacuación y la señalética. Asimismo, la presencia física se extiende al personal de la institución educativa, su pulcritud, aseo y vestimenta.

**Fuente.** Elaborado a partir de Urresta et al., 2014, pp. 33-44

## **Métodos**

Para llevar a cabo el estudio, se realizó una investigación bibliográfica, de alcance exploratorio, cuyo objetivo es captar una perspectiva general del problema. Según Asiú et al. (2021), la técnica de la exploración se realiza a través de repeticiones, comentarios, especificaciones y reformulaciones; la investigación descriptiva, mediante la observación, descripción y catalogación de determinados hechos. La descriptiva es una estrategia con la que el investigador puede identificar el extracto de la experiencia del ser humano en relación con un fenómeno, tal como lo describen quienes participan (Flores, 2018). Esta se puede emplear en lo relacionado con el *marketing* educativo y su aplicación en las IES y, de forma específica, en la ULVR, es decir, en el campo universitario. Se escogió un enfoque mixto, en el que se aplicó la metodología inductiva para, a partir del estudio particular, obtener posteriormente las conclusiones. Los investigadores inductivistas dan la atribución de esta función a los enunciados perceptivos, considerando afirmaciones que son justificadas de forma directa por la experiencia perceptiva; por lo tanto, no necesitan de justificación adicional (Andrade et al., 2018). Respecto al método deductivo aplicado, consiste en llegar al conocimiento de casos particulares a partir de observaciones generales. Cuando se valida una conjetura por medio de un proceso deductivo, se deben exponer las razones sobre por qué cada paso aplicado es o no verdadero, además de justificar la veracidad de los razonamientos expresados (Álvarez et al., 2019). Se utilizó la encuesta con una muestra no probabilística a conveniencia de los investigadores, por las restricciones de la emergencia sanitaria, a estudiantes de la carrera de Marketing; además, se realizó la observación directa de medios de promoción y publicidad *offline* y *online* del objeto de estudio y su competencia.

## Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta realizada a una muestra de 52 estudiantes de la carrera de Marketing de todos los semestres. Las preguntas apuntan a conocer qué aspectos incidieron en la decisión de seleccionar la ULVR como su centro de estudio superior para cursar la carrera de Marketing. Se lleva a cabo un análisis general de los resultados de esta encuesta para, posteriormente, revisar la observación realizada en distintos medios de comunicación y conocer cómo se oferta la carrera por parte de la ULVR y los demás competidores educativos.

### 1. Rango de edad del encuestado

**Tabla 2.** Rango de edad del encuestado

<b>Rango de edad</b>	<b>Encuestados</b>	<b>%</b>
21 – 25 años	28	53.80 %
17 – 20 años	15	28.80 %
Mayor a 25 años	9	17.40 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

De todos los encuestados, la mayoría se incluye en el rango etario de entre 21 y 25 años, lo que podría indicar que estos estudiantes no se matricularon tan pronto terminó el colegio en el primer semestre de la carrera. Aquellos que tienen entre 17 y 20 años podrían ser los alumnos que iniciaron sus estudios en la universidad inmediatamente después de terminar el bachillerato.

## 2. Sexo del encuestado

**Tabla 3.** Sexo del encuestado

<b>Sexo</b>	<b>Encuestados</b>	<b>%</b>
Femenino	34	65.38 %
Masculino	18	34.62 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

Los estudiantes, en su gran mayoría, son mujeres, lo que significaría que la publicidad puede direccionarse a la inclusión de la mujer en la sociedad de forma positiva, resaltando el interés que tiene la preparación académica para su desarrollo profesional y empresarial.

## 3. ¿Por qué medio de comunicación conoció usted la ULVR?

**Tabla 4.** Medio de comunicación por el que conoció la ULVR

<b>Medio de comunicación</b>	<b>Encuestados</b>	<b>%</b>
Referido de otra persona	27	51.90 %
Redes sociales	11	21.20 %
Página web	6	11.50 %
Visita a colegio	5	9.60 %
Ferías	2	3.85 %
Anuncio en Google	1	1.95 %
Revista	0	0 %
Periódico	0	0 %
Radio	0	0 %
Televisión	0	0 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

Más de la mitad de los encuestados indicaron haber conocido la ULVR por medio de la referencia de otras personas. Como segunda opción, respondieron que habían conocido la universidad a través de las redes sociales. Esto podría indicar que se debe apostar por la aplicación del *marketing* relacional, de tal forma que se generen referidos por las recomendaciones de los estudiantes o clientes actuales y así estos se motiven a traer nuevos alumnos a través de sus relaciones personales, compartiendo sus experiencias universitarias.

#### 4. En Internet, ¿en qué sitio no ha visto usted publicidad de la ULVR?

**Tabla 5.** Sitios de Internet donde no ha visto publicidad ULVR

Sitio de internet	Encuestados	%
YouTube	13	25.00 %
LinkedIn	12	23.07 %
Twitter	10	19.23 %
Google	8	15.38 %
No he visto en ninguna de estas	3	5.77 %
Instagram	2	3.85 %
Sí he visto en todas estas	2	3.85 %
Facebook	2	3.85 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

La mayoría de los encuestados indica que no ha visto ninguna publicidad de la ULVR en YouTube, lo que significa que no hay promoción comercial en ese medio, que frecuentan los prospectos desde varios dispositivos para ver videos. En segundo lugar, se sitúan aquellos que no han visto publicidad en LinkedIn, un medio que suelen utilizar los profesionales y que también es parte del mercado potencial. Después, se encuentran los estudiantes que indican no haber visto ninguna publicidad en Twitter y, en quinta posición, los que no han visto publicidad de la ULVR en el buscador número uno del mundo, Google. Es importante considerar estos aspectos a la hora de establecer el plan de *marketing* para la captación de nuevo alumnado y dirigir la publicidad a estos canales digitales que usan los prospectos.

#### 5. ¿Qué atributo consideró usted más importante para elegir la ULVR para estudiar Marketing?

**Tabla 6.** Atributo más importante que tiene la ULVR

Atributo de la Universidad	Encuestados	%
Flexibilidad de horario	21	40.40 %
Calidad de enseñanza	10	19.20 %
Contenido de la malla de estudios	8	15.50 %
Precio	5	9.60 %
Prestigio de la marca	5	9.60 %
Ubicación de la universidad	2	3.80 %
Infraestructura	1	1.90 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

La flexibilidad de horario es el atributo más valorado por la mayoría, seguido de la calidad de la enseñanza y el contenido de la malla de estudios. Estos datos indican claramente que el horario, con un 40.40 %, y la enseñanza, con el 34.90 % (enseñanza y malla), son los elementos diferenciadores que tiene la universidad, los cuales debe mantener, cuidar y fortalecer para garantizar una relación duradera con sus estudiantes.

#### 6. De las siguientes promociones e incentivos, ¿cuál considera usted más atractiva para los nuevos estudiantes?

Tabla 7. La promoción más atractiva para los estudiantes

Promociones e incentivos	Encuestados	%
Descuento del 15 % por pronto pago en pensión	20	38.50 %
Refiere un nuevo estudiante y recibe el 50 % de descuento en tu matrícula	13	25.00 %
Descuento del 25 % en la matrícula ordinaria	9	17.30 %
Diploma de reconocimiento al mejor estudiante de cada semestre	8	15.40 %
Certificado de aprobación por créditos o semestres	2	3.80 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

Elaborado por: Los autores

La promoción más atractiva para los estudiantes encuestados es el descuento por pronto pago en la pensión, seguido del descuento de 50 % en la matrícula por referir un nuevo estudiante, lo que indica que el alumnado es atraído por la parte económica; sin embargo, no son menos importantes el 15.40 % y el 3.80 % que valoraron el diploma de reconocimiento y el certificado de aprobación, los cuales son incentivos simbólicos de reconocimiento. Esto puede indicar a la universidad que es importante considerar ambos tipos de incentivos para fidelizar y lograr que los clientes contentos generen buenas referencias para nuevos estudiantes.

## 7. ¿Cómo considera usted la enseñanza de la carrera de Marketing en la ULVR?

**Tabla 8.** Percepción de la enseñanza en la ULVR

<b>Percepción de la enseñanza</b>	<b>Encuestados</b>	<b>%</b>
Excelente	22	42.40 %
Muy Buena	15	28.80 %
Buena	15	28.80 %
Mala	0	0 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

La mayoría de los encuestados califica la enseñanza de la ULVR como excelente en la carrera de Marketing; si se suma la calificación “muy buena” y “buena”, significa que la universidad debe considerar en su publicidad la fortaleza que tiene en su calidad de enseñanza para que sea uno de los atributos distintivos que conozcan quienes son ajenos a la universidad. Además, esta fortaleza es su ventaja competitiva frente a otras instituciones que ofertan la misma carrera de estudios.

## 8. Considera usted que la infraestructura de la ULVR en la carrera de Marketing es:

**Tabla 9.** Percepción de la infraestructura de la ULVR

<b>Percepción de la infraestructura</b>	<b>Encuestados</b>	<b>%</b>
Excelente	21	40.40 %
Muy Buena	18	34.60 %
Buena	13	25.00 %
Mala	0	0%
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

Gran parte de los encuestados considera excelente la infraestructura de la ULVR; si a eso se suma el porcentaje que considera muy buena la infraestructura de la universidad, se puede concluir que es otro elemento de importancia que debe promocionar como fortaleza la institución, por medio de imágenes que atraigan visualmente al prospecto y que le permitan conocer, a través de un tour por los distintos medios, las instalaciones de la universidad.



9. ¿Cómo considera los servicios del personal administrativo de la ULVR (recaudaciones, secretaría, bienestar estudiantil, centro de salud, atención de directivos)?

**Tabla 10.** Percepción de los servicios administrativos en la ULVR

<b>Percepción de los servicios administrativos</b>	<b>Encuestados</b>	<b>%</b>
Buena	20	38.50 %
Muy Buena	16	30.80 %
Excelente	13	25.00 %
Mala	3	5.70 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

En general, la mayoría de los encuestados ha calificado los servicios del personal administrativo como buenos, muy buenos y, en menor escala, excelentes; sin embargo, llama la atención el 5.70 % que considera malo el servicio administrativo. A diferencia de los otros aspectos evaluados, en los que las calificaciones “muy buena” y “excelente” encabezan los porcentajes, aquí se percibe algún factor que causa que la mayoría opte solo por la calificación de “buena” y un pequeño porcentaje por la de “mala”, lo que constituye materia para otra investigación.

### **10. En su opinión, ¿la oferta académica debe incluir la opción de modalidad a distancia y modalidad *online*?**

**Tabla 11.** ¿Se debe incluir la modalidad a distancia y *online*?

<b>Interesa modalidad abierta <i>online</i></b>	<b>Encuestados</b>	<b>%</b>
Sí	47	90.40 %
No	5	9.60 %
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100.00 %</b>

**Fuente.** Los autores

La respuesta de los encuestados es contundente: casi todos opinan que la ULVR sí debe incluir la modalidad abierta *online* en su oferta. Esto supone un reto y un cambio de paradigma respecto a lo que se ha ofertado hasta ahora como principal producto, la modalidad presencial. Por lo tanto, la universidad debe abrirse a esta necesidad que exponen sus potenciales clientes.

En cuanto a los resultados de la observación que se ha realizado en los distintos medios *offline* y *online* en los que están publicitando con mayor fuerza a las IES en Guayaquil y, específicamente, a la carrera de Marketing o Mercadotecnia, se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 12.** Observación de la publicidad offline y online de algunas IES.

Institución de Educación Superior	Anuncio vial	Anuncio vehicular	Anuncio en internet	Comercial YouTube	Redes sociales
Universidad ULVR	X				X
Tecnológico Argos	X	X	X		X
Universidad ECOTEC	X	X	X	X	X
Instituto Superior ISUF	X	X			X
Tecnológico ITB	X	X	X	X	X
Universidad Metropolitana UMET	X	X	X	X	X
Universidad UCSG	X	X	X	X	X
Universidad UEES	X	X	X	X	X
Universidad UIDE	X	X	X	X	X
Universidad UNEMI	X		X	X	X
Universidad UTE	X		X	X	X
Universidad UTEG	X		X	X	X
Universidad UTPL	X	X	X	X	X

**Fuente.** Los autores

De acuerdo con lo observado, se evidencia que las universidades que tienen presencia en prácticamente todos los medios observados son ECOTEC, ITB, la UMET, UCSG, UEES, UIDE y la UTPL. En dichos anuncios se hace referencia a las ofertas académicas de distintas carreras, a los descuentos por matriculación temprana y a las ofertas de posgrados como principales mensajes. La ULVR tiene presencia en la publicidad vial en valla y en las redes sociales; sin embargo, no se encontraron anuncios en Google que posicionen su marca en las búsquedas que realizan los prospectos en este medio número uno en Internet con palabras clave. Tampoco se encontraron comerciales formales que se anuncien en YouTube.

Como se ha señalado, es importante analizar las necesidades de captación de estudiantes por parte de la universidad y crear una estrategia de incremento de alumnado, utilizando herramientas de captación tradicional y no tradicional de probada eficacia, a fin de apuntar a la personalización de la propuesta educativa según el tamaño, la ubicación y los objetivos de la ULVR como institución de educación superior. Es importante el uso de medios digitales, que permiten medir e identificar en tiempo real quién está viendo su anuncio o su perfil y quién está buscando una carrera de estudios de su interés.

La aplicación del *marketing* educativo se vuelve imprescindible para identificar los datos demográficos de los alumnos prospectos y poder llegar a ellos directamente con métodos de captación de clientes que cubran la inversión de la institución y generen ingresos para la sostenibilidad de la calidad de la oferta académica en el tiempo.

**Tabla 13.** Análisis del *mix* de *marketing* de la ULVR

Variable del <i>mix</i>	Actividades
Producto	El estudiante busca horarios flexibles, calidad de enseñanza y una malla con una oferta académica interesante.
Precio	La situación económica tras la pandemia ha afectado al mercado estudiantil; sin embargo, no es lo que consideran más importante a la hora de seleccionar una institución superior para sus estudios.
Plaza	Los medios de distribución de la oferta académica se han ampliado a los sitios que frecuenta el estudiante, tanto en medios tradicionales como no tradicionales.
Promoción	Los medios de comunicación más frecuentados por los estudiantes de la generación Z son los digitales, por lo que debe enfocarse a propuestas atractivas en medios de búsqueda de Internet y en espacios donde se relacionan con otros con sus mismos intereses.
Presencia física	La infraestructura de la universidad es la idónea y es bien percibida por sus potenciales clientes, pero debe ser promocionada y ofertada de forma adecuada para darla a conocer.
Personal	El personal de servicios administrativos, en general, es bien percibido; sin embargo, se debe atender al pequeño porcentaje que calificó como mala la gestión administrativa e incluirla en la planificación de su mejora continua.
Procesos	Los procesos académicos y administrativos son bien percibidos por los clientes y potenciales estudiantes, por lo que siempre se debe considerar su fortalecimiento y mejora continua.

**Fuente.** Los autores

Para atraer a los potenciales estudiantes se debe considerar también la aplicación del *inbound marketing* en las propuestas de publicidad en línea, tanto en anuncios en buscadores como en redes sociales y en la página web, ya que se trata de acompañar al cliente potencial con contenidos de interés desde los primeros pasos de la toma de decisión respecto a la universidad donde desea estudiar, lo que aporta contenido de valor para él (Naranjo, 2020, pág. 4) . El proceso ideal es atraer a los prospectos, convertirlos para que se interesen y deseen la propuesta, comprometerlos y hacerlos clientes al matricularlos y, finalmente, deleitarlos, es decir, transformarlos en promotores que generen referencias y traigan nuevos clientes potenciales.

En consecuencia, es importante considerar el contenido de la publicidad, del mensaje, por eso el *marketing* de contenidos, es decir, la creación, publicación y compartición o distribución del contenido, debe ser de valor e interés para los aspirantes; debe generar un contenido valioso para que se interesen en la propuesta académica (Ramos, 2016).

Los siguientes aspectos finales se sugieren para mejorar la captación de estudiantado en la carrera de Marketing:

1. Asegurar que la web esté optimizada, es decir, que cuente con el contenido adecuado y optimizado para los motores de búsqueda, como Google, a fin de que los potenciales estudiantes encuentren la universidad.
2. Considerar que los testimonios grabados por alumnos son importantes para generar más referencias de clientes potenciales que seleccionen la universidad recomendada.
3. Realizar videos institucionales y videos comerciales cortos, como anuncios en Youtube.
4. Mantener una interacción con los potenciales estudiantes y alumnos en las redes sociales.
5. Invertir en anuncios de Google, ya que, hoy en día, antes de seleccionar una institución o realizar cualquier averiguación, se usa este motor de búsqueda. El proceso para convertir a un prospecto en alumno está en buscadores como Google, que es el más popular a escala mundial.

## **Conclusiones**

De acuerdo a los resultados del estudio se concluye que la ULVR tiene fortalezas muy marcadas como la flexibilidad de horarios, una alta percepción de la enseñanza, una buena percepción de los servicios que brinda, una infraestructura muy bien valorada por los clientes, los estudiantes actuales, lo cual se puede potencializar en la publicidad. Además, el contenido de la malla de la carrera de Marketing es uno de los intereses más apreciados por parte de los potenciales estudiantes, sin embargo, no se está promoviendo en todos los medios estas ventajas competitivas.

Los estudiantes de la carrera de Marketing indican que debería promocionarse más los incentivos económicos y los reconocimientos a los mejores estudiantes, así también hay un gran interés en que se oferte la modalidad abierta y en línea, como propuesta adicional a la modalidad presencial que ha sido tradicional. Se debe considerar en internet publicidad con anuncios en buscadores de internet para estar en los primeros lugares de búsqueda, además de presentar un contenido interesante en videos, redes sociales y otros espacios frecuentados por los prospectos a estudiantes universitarios.

Finalmente, mantener una medición constante de los indicadores, a fin de lograr una mejora continua, diagnosticando y evaluando las fortalezas y debilidades permanentemente, tener claro el perfil del cliente potencial al que se debe apuntar para la captación del potencial estudiante, mejorar la comunicación entre la universidad y los prospectos, ubicando el sitio y el momento donde se pueda interactuar con ellos, pues solo así se puede crear un impacto de excelente reputación dentro y fuera de la comunidad social offline y online, lo que permitirá la aplicación de la mezcla de los elementos del marketing para incrementar la captación de potenciales estudiantes de la carrera de Marketing en la ULVR.





## Referencias

- Álvarez, J., Alonso, I. y Gorina, A. (2019). Enseñanza-aprendizaje del razonamiento inductivo-deductivo en la resolución de problemas matemáticos de demostración. *Conrado*, 15(68), 249-258. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442019000300249](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000300249)
- Andrade, F., Alejo, O. y Armendáriz, C. (2018). Método inductivo y su refutación deductiva. *Conrado*, 14(63), 117-122. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442018000300117](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000300117)
- Araujo Caraballo, G. (2016). Elementos del inbound marketing para optimizar el valor del cliente suculense de las empresas telefónicas. *Revista Investigación y Negocios*, 9(13), 11-19. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2521-27372016000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2521-27372016000100004&script=sci_arttext)
- Asiú, L., Asiú, A. y Barboza, O. (2 de Febrero de 2021). Evaluación formativa en la práctica pedagógica: una revisión bibliográfica. *Conrado*, 17(78), 134-139. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442021000100134](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000100134)
- El Comercio. (23 de Abril de 2020). <https://www.elcomercio.com>. <https://www.elcomercio.com/tendencias/sociedad/estudiantes-universidades-privadas-des-cuentos-crisis.html>
- El Universo. (4 de Noviembre de 2020). <https://www.eluniverso.com/>. <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2020/11/04/nota/8036392/futuro-educacion-virtual-institutos-educacion-superior/>
- Escribano, G., Alcaraz, J. y Fuentes, M. (2014). *Políticas de Marketing*. Madrid. <https://books.google.com.ec/books?id=vhlfAwAAQBAJ&pg=PA264&dq=venta+personal&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjDq6WYmaH6AhWM-STABHUOcBP44ChDoAXoECAkQAg#v=onepage&q=venta%20personal&f=false>
- Flores, G. (2018). Metodología para la investigación cualitativa fenomenológica y/o hermenéutica. *Revista Latinoamericana de Psicoterapia Existencial*(17), 17-23. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58457909/>

metodologia\_para\_la\_investigacion\_cualitativa\_fenomenologica\_y\_o\_hermeutica-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1657763616&Signature=ck~VRHJKs7veTQ-96pzIpk9nh2mASqIafxlGawm0TBUDnxM3kKkyqeM1Jvb6SoR-KgxHJ-tm5Pk6LD17U

- Gaona, A. y Santiago, X. (2021). *Las 7 P's del marketing mix y la fidelización al cliente del Grupo Paz, Cercado de Lima 2021*. Lima: Universidad César Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85472/Gaona\\_LAV-Santiago\\_OXX-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85472/Gaona_LAV-Santiago_OXX-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Guevara, G., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860/1363>
- Naranjo, F. (2020). *Todo lo que debes saber sobre inbound marketing y las tendencias 2020*. Observatorio Digital.
- Núñez, V. (2017). *Marketing Educativo: Cómo comunicar la propuesta de valor de nuestro centro*. España: Ediciones SM.
- Ramos, J. (2016). *Marketing de contenidos, guía práctica*. España.
- Shum Xie, Y. M. (2019). *Marketing digital. Navegando en aguas digitales*. Bogotá: Ediciones de la U. <https://books.google.com.ec/books?id=RiwaEAAAQBA-J&pg=PA13&dq=el+marketing+digital+juan+merodio&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi56er7oaH6AhXEZjABHQ74DnkQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=el%20marketing%20digital%20juan%20merodio&f=false>
- ULVR. (2020). <https://www.ulvr.edu.ec/>: <https://www.ulvr.edu.ec/universidad/rendicion-de-cuentas/informes-anuales>
- Uribe, C. y Sabogal, D. (2020). El uso de los «social media» en pymes y microempresas del sector publicitario. *Pensar la publicidad*, 14(2), 141-151. [https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Sabogal-3/publication/348701398\\_El\\_uso\\_de\\_los\\_social\\_media\\_en\\_pymes\\_y\\_microempresas\\_del\\_sector\\_publicitario/links/612f9af32b40ec7d8bdc48fa/El-uso-de-los-social-media-en-pymes-y-microempresas-del-sector-publicita](https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Sabogal-3/publication/348701398_El_uso_de_los_social_media_en_pymes_y_microempresas_del_sector_publicitario/links/612f9af32b40ec7d8bdc48fa/El-uso-de-los-social-media-en-pymes-y-microempresas-del-sector-publicita)
- Urresta, R., Cahuasqui, E. y García, I. (23 de Diciembre de 2014). La gestión del marketing y el posicionamiento de las universidades. Una perspectiva de Iberoamérica y del Ecuador. *Sathiri*(7), 33-44.

# Plan de Marketing y Estrategias Competitivas Digitales para la Comercialización de Miel de Abeja en Ibarra, Ecuador

Carla Berenice Rojas Bedón , Lucía del Rocío Vásquez Hernández , Galo Jacinto Pabón Garcés , Juan Guillermo Brucil Almeida 

Rojas-Bedón, Carla Berenice  
Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
Autor para correspondencia: carli6195@gmail.com

Vásquez-Hernández, Lucía del Rocío  
Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
ldvasquez@utn.edu.ec

Pabón-Garcés, Galo Jacinto  
Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
gjpabon@utn.edu.ec

Brucil-Almeida, Juan Guillermo  
Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
jgbrucil@utn.edu.ec

## Resumen

En Ecuador, la apicultura es una actividad que históricamente se ha caracterizado por ser realizada a pequeña escala, en zonas rurales, por pequeños y medianos apicultores. Lamentablemente, la comercialización informal de miel de abeja en Ecuador no permite que el producto pueda competir con miel de abeja importada o con grandes empresas. Ante esto, el presente estudio propone la promoción del producto a través de las redes sociales que han adquirido popularidad como consecuencia de la pandemia del COVID-19. Una estrategia clave para incrementar la demanda del producto es la implementación de un plan de *marketing* digital basado en la creación de páginas de Facebook e Instagram. Se realizaron encuestas a los consumidores y comerciantes de miel de abeja del cantón Ibarra, las cuales permitieron identificar las necesidades de los clientes y el aumento de la demanda de este producto. Entre los principales resultados, se encontró que el 100 % de las personas encuestadas realiza compras por Internet al menos una vez al mes y que el 80 % de los encuestados consume al menos un litro de miel de abeja por mes. Ante esto, se concluye que el plan de *marketing* digital permite llegar al segmento objetivo evitando intermediarios y que gracias al *feedback* cliente-comerciante se genera fidelización.

**Palabras clave:** agroindustria, comercialización, estudio de mercado, herramientas digitales

## Introducción

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) indica que Ecuador tiene una capacidad total de 200 000 colmenas a instalar, mientras que la capacidad usada es de 12 188. Por lo tanto, únicamente se ha cubierto el 6 % en actividades apícolas, lo que no ha podido satisfacer la demanda a nivel nacional. Sin embargo, se trata de la industria con mayor progreso, que, con una adecuada capacitación y un manejo técnico, logrará producciones en condiciones de calidad (Díaz, 2017).

En Ecuador, el sector apícola ha tenido un crecimiento considerable y constante, debido a las restricciones de los productos importados como parte de las medidas para incrementar la matriz productiva nacional. Por esta razón, las industrias con mayor progreso son las dedicadas a la producción apícola. Las pequeñas empresas, en esta última década, se han convertido en una parte sustancial de la economía del país y en una fuente generadora de trabajo y dinamizadora del comercio. Es así que este proyecto busca incentivar al productor y comerciante informal de miel de abeja a dar un valor agregado a su producto mediante la aplicación de una marca, la mejora de su presentación y el desarrollo de un plan de *marketing* que permita aumentar la demanda de su producto y mejorar su precio.

En el ámbito productivo local, la comercialización informal de miel de abeja en la ciudad de Ibarra no permite que este producto logre competir con miel de abeja de otros cantones o países que cuentan con una agradable presentación visual y, en general, con aspectos que generan valor agregado. Así, los productores locales experimentan los riesgos del regateo y la pérdida de la materia prima por daños físicos y termales. A esto se suma la inadecuada promoción del producto a través de, principalmente, las redes sociales, que hoy en día son tendencia a nivel internacional y son clave para aumentar la demanda del producto por medio del adecuado *marketing* digital (Zapata et al., 2019).

La presente investigación contribuye a fortalecer el sector apícola y, de esa manera, fomentar el trabajo, incrementando las capacidades productivas y de emprendimiento. Asimismo, se espera potenciar la comercialización local de miel de abeja de las apícolas existentes en el cantón, permitiendo mejorar los ingresos económicos de los apicultores del cantón Ibarra. Así, se potencia la producción de alimentos suficientes y saludables que permitan satisfacer la demanda respecto a las formas de producción local con pertinencia cultural. Este estudio caracteriza el sistema de comercialización actual de la miel y determina la oferta y demanda de este producto para la realización de un plan de *marketing* basado en el uso de herramientas digitales y en el desarrollo de estrategias competitivas, con el objetivo de mejorar el mercadeo de miel en el cantón Ibarra.

## Revisión teórica

### La Apicultura

Es una actividad que se encarga de la crianza de abejas para la producción de miel, propóleos, cera y jalea real. Estos productos han sido utilizados con fines medicinales, nutritivos, curativos y religiosos a lo largo de la historia del ser humano, debido a sus



beneficios y aportes. Las abejas son de gran importancia para el mundo; gracias a la polinización que realizan, garantizan gran parte de la alimentación del ser humano. Al mismo tiempo, la apicultura como actividad económica apoya la economía familiar de los agricultores (Ojeda, 2017).

En Ecuador, la apicultura es una actividad que históricamente se ha caracterizado por ser realizada a pequeña escala, en zonas rurales, por pequeños y medianos apicultores. En su estudio, Vivas (2015) indica que en Ecuador el promedio de producción por colmena se estima en 30 kg, la mayor parte de miel de abeja (85 %), seguida por cera de abejas (5 %), polen (3 %), propóleos (6 %), jalea real (1 %) y apitoxina (0.1 %). Especialmente en la zona templada de la sierra, su capacidad productiva no llega al 60 % de la producción; según Villareal (2019), en el cantón Ibarra se pudo identificar una demanda insatisfecha de 69 000 litros de miel.

## **Estudio de Mercado**

Es un instrumento para la reunión, registro y análisis de todos los hechos que permiten a la empresa acercarse al cliente y consumidor para conocerlo, entenderlo y satisfacerlo, con el fin de mejorar la participación y posicionamiento en el mercado. Además, el estudio enfocado en el cliente es una premisa básica para alcanzar el éxito de la empresa (Prieto, 2009).

La oferta se define como la cantidad de bienes o servicios que la empresa ofrece al consumidor. La demanda está íntimamente relacionada con la producción, ya que, dependiendo de esta, la empresa realiza su planificación. Por lo tanto, es necesario tener una idea clara del mercado en el que se vende el producto, conociendo la competencia y las necesidades del cliente que forma parte del mercado analizado (Cruz, 2018).

## **Plan de Marketing**

Es una función organizacional y un conjunto de procesos para generar, comunicar y entregar valor a los consumidores; se trata de un proceso social por el cual un segmento de individuos consigue lo que necesita o desea mediante la creación, la oferta y el libre intercambio de productos y servicios de valor. En la actualidad, el *marketing* digital es la herramienta más utilizada para la comercialización por su efectividad para crear la necesidad del producto que se quiere comercializar. El ser humano pasa la mayor parte de su tiempo en las redes sociales y, por la facilidad para acceder a buscar lo que necesita en sus instrumentos digitales, se establece que el *marketing* digital es la herramienta ideal para el lanzamiento de cualquier producto (Arango, 2018).

## **Estrategia de Marketing Integrada a los Medios Digitales**

Son los principios básicos contenidos en el plan de *marketing* empresarial. Factores como la calidad o el precio permiten que cualquier forma de *marketing* sea rentable, y aún más el *marketing* en línea, que es más barato, rápido, seguro y eficaz, en comparación con medios tradicionales como la radio y la prensa. Es importante captar la atención de los usuarios, pues, por muy bien que esté posicionada en buscadores nuestra web, si el producto o servicio no es llamativo, no podrá vender nada. El contacto con el cliente luego de captar su interés es un punto clave para lograr cerrar la venta y fidelizarlo (Arango, 2019).

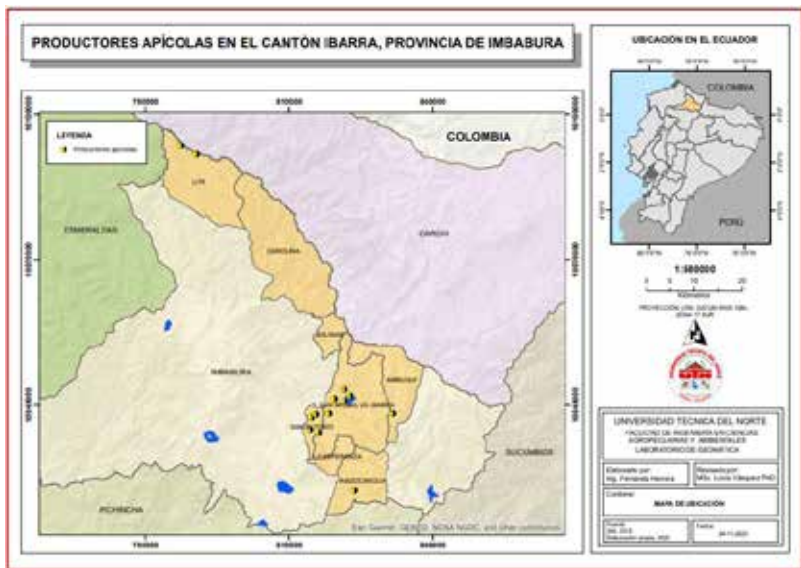
## Modelos de Marketing Digital

Según Sosa et al. (2017), “las empresas elaboran estrategias digitales que se adaptan a los nuevos medios online, y permiten que los clientes interactúen en ellos”. Las estrategias del *marketing* digital propuestas por los autores mencionados (Aranda et al., 2018a) incluyen: motores de búsqueda, página de Internet empresarial, redes sociales, blogs, foros, e-mail *marketing* y publicidad gráfica, entre otros. Para Tiago y Veríssimo (2014): “el movimiento en la dimensión digital permite a las personas compartir conocimientos, entretenerse y promover diálogos entre diferentes culturas”, lo que coincide con las propuestas de *marketing* digital de Arango (2019).

## Metodología

### Área de Estudio

El presente estudio analiza la demanda de miel de abeja en el cantón Ibarra, situado en la provincia de Imbabura, Ecuador (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de ubicación de los productores apícolas en la provincia de Imbabura  
**Fuente.** Ubicación geográfica de los productores proporcionada por Agrocalidad 2020

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque mixto; se recolectarán, analizarán y vincularán datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación. La aplicación de este enfoque permitirá obtener datos que hagan posible la triangulación de información, como una forma de comprensión e interpretación lo más amplia posible del fenómeno en estudio (Valdés, 2015). Esta investigación es de tipo descriptiva; según

Paneque (1998), los estudios descriptivos se sitúan sobre una base de conocimientos más sólida que los exploratorios.

Se utilizó la entrevista como técnica de procedimiento y recurso fundamental para la recolección de información. Para ello, se focalizó a los actores; es importante señalar que, debido al estado de emergencia sanitaria que atravesaba la provincia de Imbabura y el Ecuador, se realizaron las encuestas en la plataforma Google Forms. Para realizar las encuestas, se aplicó un muestreo no probabilístico por cuotas tomando una muestra del mercado objetivo, constituido por el grupo de personas que forman parte de la oferta y demanda de miel de abeja en el cantón Ibarra.

Para la determinación de la demanda, se utilizó la técnica de muestreo aleatorio simple. Según el INEC (2020), la proyección poblacional del cantón Ibarra al 2022 es de 229 978 habitantes, los cuales se dividen en 47 521 familias; este dato se tomó como referencia para la determinación de la muestra, bajo el precepto de que existe un jefe de hogar que adquiere el producto. A esto se aplicó un nivel de confianza del 95 % y un grado de error de 0.05; de este cálculo se obtuvo una muestra total de 381 habitantes, a quienes se les realizó la encuesta para determinar la demanda (verificando en primera instancia que fuesen jefes o jefas de hogar).

Por otra parte, se realizó una investigación de los lugares donde se comercializa la miel de abeja, como supermercados y pequeñas tiendas. En el municipio del cantón Ibarra se registran 437 locales de alimentos y bebidas que expenden miel de abeja. Para determinar la muestra para esta población, se empleó un nivel de confianza del 95 % y un grado de error de 0.05, lo que dio como resultado un total de 196 locales comerciales, a los cuales se les aplicó la encuesta.

Para la propuesta del plan de *marketing*, se aplicó el modelo de Tiago y Veríssimo, que se enfoca en la marca como una herramienta que se puede experimentar de muchas maneras y evocar sentimientos, pensamientos o comportamientos; es parte de la identidad, el mensaje, el diseño y el entorno del producto. Además, con base en las estrategias de *marketing* del modelo de Sosa et al., se investigó el efecto de la utilización de las redes sociales como herramienta para promocionar la miel de abeja. Se elaboró la propuesta del plan de *marketing* basada en los resultados de la encuesta, que indicaron que las redes sociales de mayor influencia para el mercado objetivo son Facebook, Instagram y *apps de delivery*, con la finalidad de alcanzar un segmento de clientes de edad adulta y adolescentes.

## Resultados

### Análisis FODA

Se elaboró el análisis de la comercialización de miel de abeja con base en la observación de los datos obtenidos en las encuestas realizadas tanto a comerciantes como a consumidores. Además, se recopiló información de investigaciones previas acerca de la comercialización de miel de abeja en el cantón Ibarra. Los resultados del análisis FODA se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Análisis FODA

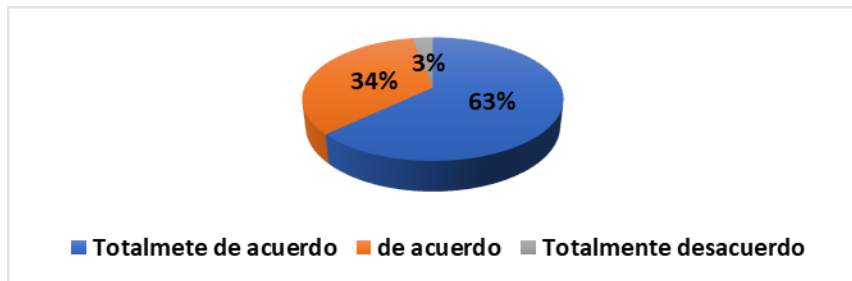
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La vegetación de la zona permite aumentar la producción.</li> <li>• Control del proceso de producción por parte de Agrocalidad.</li> <li>• Características benéficas de la miel de abeja para la salud de los consumidores.</li> <li>• Uso de la miel como edulcorante natural.</li> <li>• Productores con años de experiencia en la producción de miel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo capital de los productores para la industrialización.</li> <li>• Conservación del producto en el tiempo manteniendo su calidad original.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pandemia ha aumentado la demanda de productos naturales.</li> <li>• Alto consumo de miel de abeja natural.</li> <li>• Consumidores prefieren consumir la miel de abeja local.</li> <li>• Aumento del uso de las redes sociales y de las compras en línea.</li> <li>• Presentación y marca del producto local.</li> <li>• Generar ventaja comparativa y competitiva frente a la comercialización informal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miel de abeja importada de bajo costo y excelente presentación.</li> <li>• Mercado de miel de abeja adulterada que ofrece producto natural a bajos precios.</li> <li>• Factores ambientales que alteran la producción constante.</li> <li>• Grandes productores que ya tienen su marca en el mercado.</li> <li>• Miel de abeja importada de forma ilegal.</li> </ul>

**Fuente.** Información adaptada de las encuestas realizadas a consumidores 2021

### Encuestas aplicadas a los consumidores de miel de abeja

La siguiente información se recolectó mediante encuestas realizadas a 381 consumidores de miel de abeja del cantón Ibarra, de 18 años en adelante, seleccionados al azar.

1. ¿Su consumo de miel de abeja ha aumentado con la pandemia debido a sus beneficios para la salud?



**Figura 2.** Incremento de consumo por pandemia

En la Figura 2, se puede observar que el 97 % de los consumidores de miel de abeja en el cantón han aumentado su consumo durante la pandemia gracias a sus beneficios para la salud.

## 2. ¿Cuál es la presentación de la miel de abeja que consume?

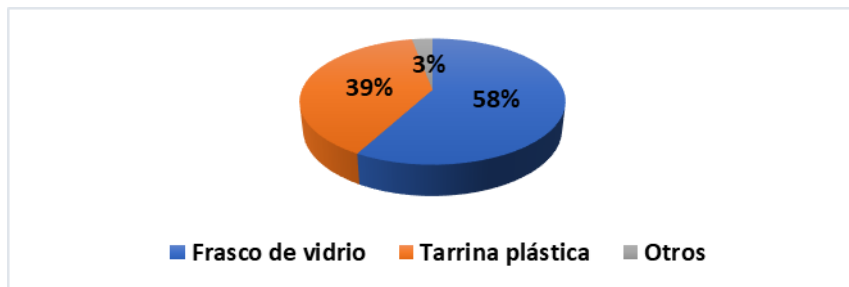


Figura 3. Tipo de frasco

Como se observa en la Figura 3, el 58 % de los consumidores encuestados prefiere comprar miel de abeja en un frasco de vidrio, el 39 % en una tarrina plástica y un 3 % compra en otras presentaciones.

## 3. ¿La miel de abeja de su preferencia cuenta con un frasco etiquetado?



Figura 4. Preferencia de etiquetado

Las encuestas realizadas dieron como resultado un alto porcentaje de consumidores de miel de abeja del cantón Ibarra que adquieren este producto de manera informal en un frasco sin etiqueta (Figura 4).

4. **¿Considera que la promoción de miel de abeja en redes sociales aumentaría el consumo de esta?**

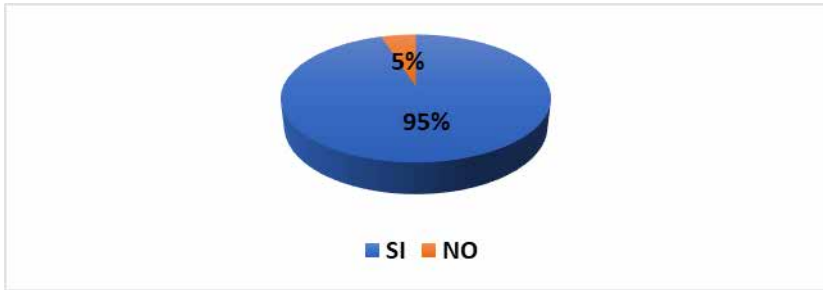


Figura 5. Influencia del *marketing* digital

Como se observa en la Figura 5, el 94 % de los consumidores encuestados considera que la promoción de miel de abeja en redes sociales incrementaría la demanda de este producto gracias al incentivo de su consumo.

5. **¿Con qué frecuencia consume productos alimenticios que se promocionan en redes sociales?**

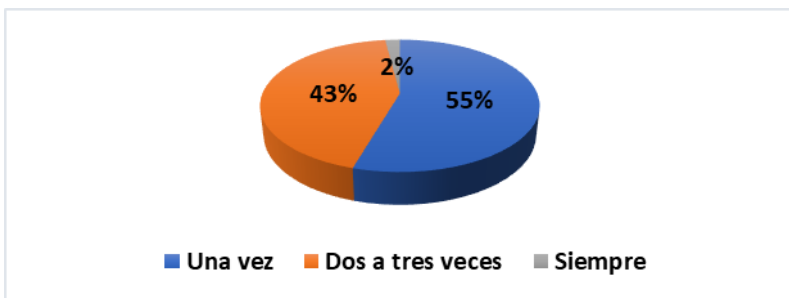


Figura 6. Consumo de alimentos promocionados por redes sociales

En la actualidad, debido a la pandemia, las compras realizadas por medios digitales han aumentado en un alto porcentaje, como se muestra en la Figura 6; todos los consumidores encuestados realizan compras por este medio mínimo una vez al mes.

6. ¿Por medio de qué *app* considera que se debería promocionar y comercializar la miel de abeja?

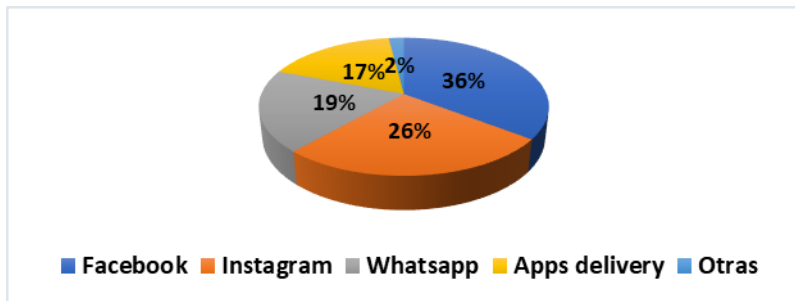


Figura 7. Apps de mayor influencia

Es importante, a la hora de promocionar un producto, enfocarse en el mercado objetivo. Considerando que son quienes ya tienen poder adquisitivo, se toma en cuenta este segmento de mercado, obteniendo los resultados que se muestran en la Figura 7, en los que las redes sociales de mayor influencia para el segmento objetivo son Facebook e Instagram.

7. ¿Qué haría que la miel de abeja de su preferencia se destaque entre sus competidores?

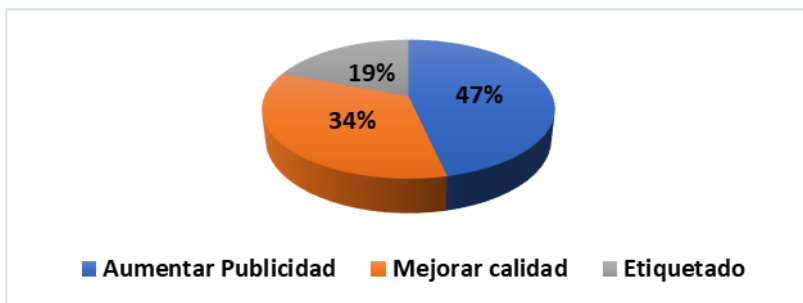


Figura 8. Estrategia de competitividad

Como se observa en la Figura 8, el 46 % de los encuestados considera que aumentar la publicidad de la miel de abeja comercializada en el cantón Ibarra permitiría que se destaque entre sus competidores. Un 34 % se enfoca en mejorar la calidad, refiriéndose a pureza y sabor, y el 20 % opina que el etiquetado también influye a la hora de buscar competitividad.

## Encuestas aplicadas a los comerciantes de miel de abeja

La siguiente información se recolectó mediante encuestas realizadas a los comerciantes de miel de abeja del cantón Ibarra. La muestra total de personas encuestadas fue de 196 propietarios de tiendas donde se comercializa miel de abeja, elegidos al azar.

### 1. ¿La miel que comercializa es 100 % natural?

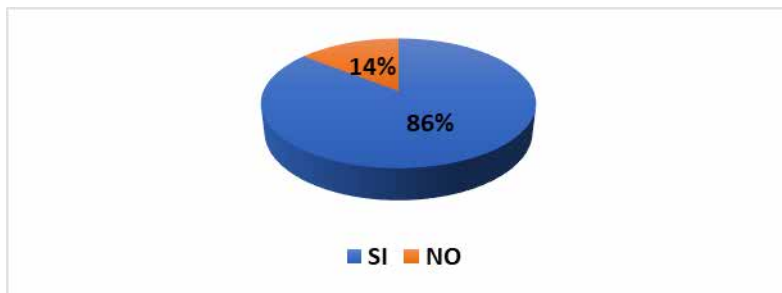


Figura 9. Pureza de la miel

Como muestra la Figura 9, de los comerciantes encuestados, el 14 % comercializa miel de abeja mezclada con otros excipientes y el 86 % comercializa miel de abeja 100 % natural.

### 2. ¿Su proveedor cuenta con el stock suficiente para satisfacer la demanda de su local?

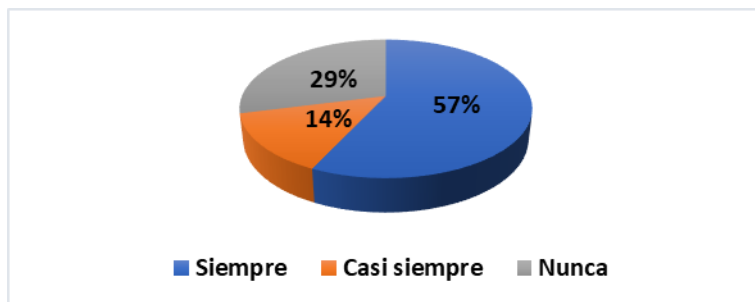


Figura 10. Stock del proveedor para satisfacer la demanda de locales

Al analizar la oferta de los proveedores, los datos tabulados en la Figura 10 muestran que el 57 % de los comerciantes de los locales del cantón Ibarra cuentan con un proveedor que satisface la demanda de su tienda. Sin embargo, el 43 % considera que no siempre lo hace e incluso que nunca se satisface su demanda.



### 3. ¿Cuál es el precio por litro al que adquiere la miel de abeja?

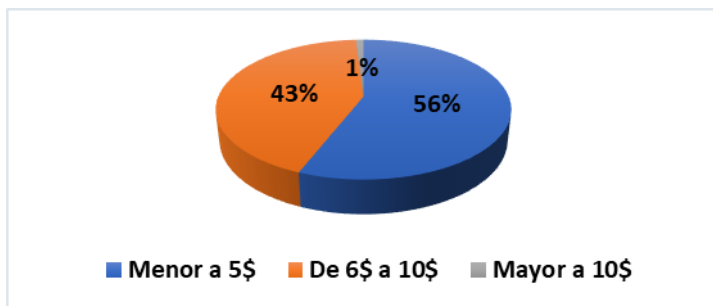


Figura 11. Precio de miel de abeja para distribuidores

Como se muestra en la Figura 11, en promedio, el precio al que el 56 % los comerciantes están adquiriendo la miel de abeja es menor a \$5, el 43 % paga de \$6 a \$10 y únicamente el 1 % la adquiere a un precio mayor a \$10. En la encuesta realizada por Fuertes (2017), “un 52,27 % venden miel de abeja a un precio de 6.00 dólares por litro, el 18,18 % a un precio de 10.00 dólares el litro, coincidiendo con un porcentaje de 13.64 % venden el producto a 8.00 y 5.00 dólares por litro cada uno, únicamente un 2.27 % vende el litro de miel de abeja a un precio superior a los 10,00 dólares.”

### 4. ¿Qué tipo de proveedor le abastece de miel de abeja?

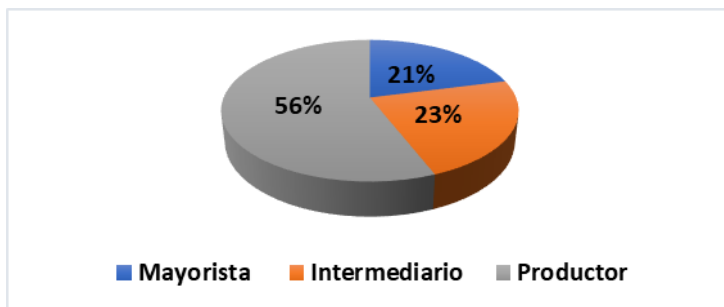


Figura 12. Tipo de proveedor de los distribuidores

Como se observa en la Figura 12, el 56 % de los comerciantes compra la miel de abeja directamente a los productores y el 44 % por medio de un intermediario o mayorista.

5. ¿Por medio de qué tipo de canal de distribución vende la miel de abeja?

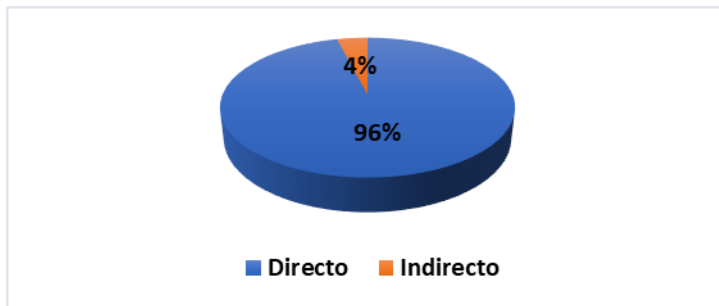


Figura 13. Canal de distribución

De acuerdo con los datos que se observan en la Figura 13, el 96 % de los comerciantes la venden directamente al consumidor y el 4 % a pequeños distribuidores o intermediarios. Los precios de los productos deben cubrir el valor de los recursos utilizados para su producción y, a su vez, mantener el margen de ganancia para el empresario, de tal forma que el uso de recursos se maneje de forma eficiente para obtener precios competitivos (Eslava, 2017).

6. ¿Considera que la demanda de miel de abeja ha aumentado durante la pandemia por sus beneficios para la salud?

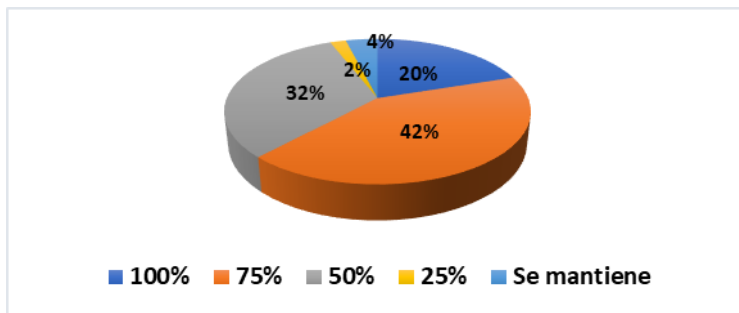


Figura 14. Aumento de la demanda de miel de abeja por pandemia

Los datos de la Figura 14 muestran que el 94 % de los comerciantes considera que el aumento del consumo de la miel de abeja durante la pandemia ha aumentado más del 50 % debido a sus propiedades beneficiosas para la salud. El 6 % considera que el aumento ha sido menor al 25 % o que se mantiene.

### 7. En promedio, ¿cuántos clientes compran miel de abeja en su local por mes?

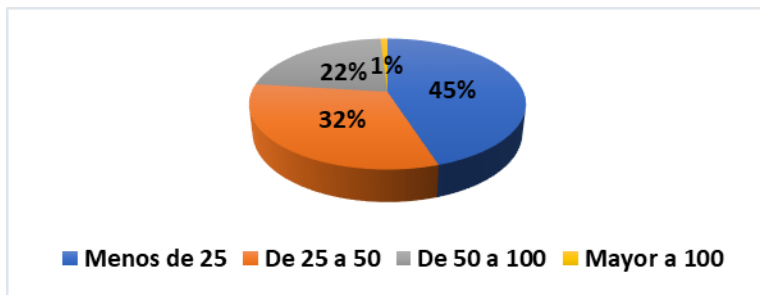


Figura 15. Promedio de clientes por local

Como se observa en la Figura 15, el 77 % de los locales donde se realizaron las encuestas tienen hasta 50 clientes al mes que consumen miel de abeja, el 22 % hasta 100 clientes y el 1 %, que corresponde a supermercados, tiene más de 100 clientes al mes.

### 8. ¿En qué tipo de envase comercializa la miel de abeja?

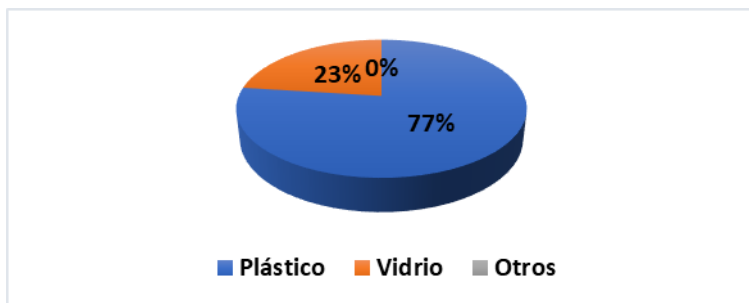


Figura 16. Tipo de envase de la miel de abeja

En los datos obtenidos de la encuesta que se muestran en la Figura 16, el 77 % de los comerciantes venden la miel de abeja en envases plásticos y únicamente el 23 % en frascos de vidrio. Asimismo, en la encuesta realizada por Fuertes (2017) a los productores en la provincia de Imbabura, se muestra que el 30 % comercializan la miel de abeja en tarrinas plásticas.

### 9. ¿Conoce sobre el uso de herramientas digitales para *marketing*?

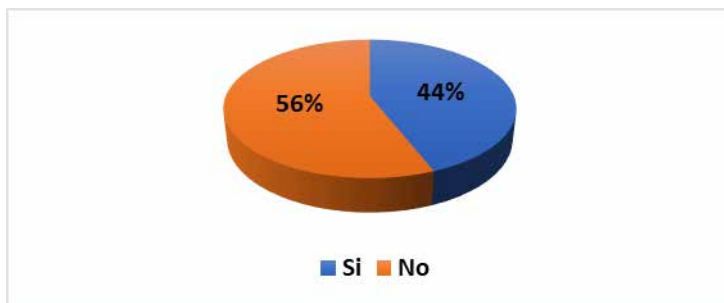


Figura 17. Conocimiento de herramientas digitales para *marketing*

Como se observa en la Figura 17, el 56 % de los comerciantes conocen las herramientas digitales para realizar publicidad y el 44 % no tiene conocimiento.

### 10. ¿Le interesaría utilizar herramientas digitales para *marketing*?

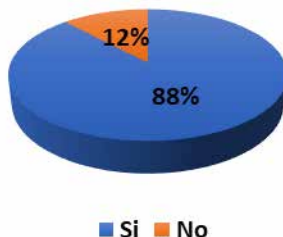


Figura 18. Implementación de herramientas digitales para *marketing*

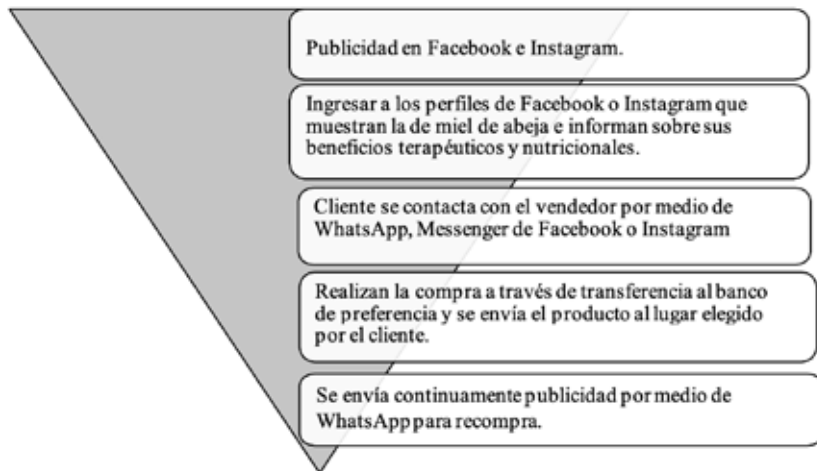
Los datos de la Figura 18 muestran que el 88 % de los comerciantes está interesado en implementar el uso de herramientas digitales para dar a conocer su producto por medio de las redes sociales y así aumentar la demanda de este.

### Plan de *marketing* digital

En este apartado se presenta el diseño del plan de estrategia de *marketing* digital para mejorar la comercialización de miel de abeja del cantón Ibarra, que incluye todos los medios por los cuales se logrará llegar al segmento elegido, detallando las estrategias necesarias para cumplir con los objetivos propuestos.

## Embudo de conversión

Para elaborar el diseño del plan estratégico de *marketing*, se procedió a realizar el análisis del embudo de conversión. Según Vallejo (2019), con este análisis se observa el proceso que se plantea para transformar el segmento de usuarios a clientes, con el objetivo de aumentar las ventas.



**Figura 19.** Implementación de herramientas digitales para *marketing*

La estrategia de ventas en línea se basa en la realidad que se está viviendo actualmente debido a la pandemia del COVID-19 y tiene el objetivo de fidelizar clientes a los que les resulte seguro y cómodo recibir sus compras en su casa o en el trabajo y realizar sus pagos por medio de transferencia o contra entrega. Para iniciar con el embudo, se colocará en las páginas de Facebook e Instagram publicidad del producto, en la que se muestre su atractiva presentación y, sobre todo, los beneficios del consumo de miel de abeja, con el objetivo de captar la atención del posible comprador. Una vez que se logra el interés del cliente, se inicia el proceso de la venta mediante el ingreso a un enlace que le redirecciona a su WhatsApp; aquí se obtiene una atención personalizada por parte del *community manager*, quien ofrece toda la información necesaria, y se determina la forma de pago, ya sea transferencia, depósito o pago contra entrega. La entrega del producto será donde el cliente elija, en su casa, en el trabajo o en el lugar de ejercicio que frecuente, entre otros. Para mantener la fidelidad de los clientes, se enviarán cupones de descuento, promociones y mensajes de recordación de compra (Figura 19).

## Las 7 P para el plan de *marketing* digital

En este apartado se detallan las 7 p del plan de *marketing*, en las cuales el objetivo es enfocarse en el planteamiento de que todas las acciones que se realicen sean para satisfacer las necesidades del cliente e incluso para exceder sus expectativas.

## Plaza

La implementación del plan de *marketing* digital permitirá un nuevo canal que logre automatizar cuatro de las seis etapas del ciclo de ventas que presenta Medina (2015) en su investigación, como el conocimiento y presentación del producto, la atención personalizada por medio de WhatsApp, el cierre de ventas y el seguimiento. De esta forma, se logra generar utilidades sin una mayor inversión, pues se necesita únicamente que el comerciante, quien será el *community manager* que maneje las redes sociales, responda a los requerimientos del cliente a través de un *feedback* en el que se realizará el cierre de la venta, así como la respuesta a dudas y objeciones. Esto se puede realizar a través de la mensajería de Facebook e Instagram o por medio del enlace a WhatsApp.



**Figura 20.** Ciclo de ventas

Actualmente, en el cantón Ibarra, la comercialización de miel de abeja se realiza por dos canales de distribución: desde el productor al comerciante y después al consumidor final y también desde el productor directamente al cliente final. El plan de *marketing* digital plantea la creación de un nuevo canal que pueda ser impulsado directamente por el productor o los comerciantes de cada punto de venta del cantón Ibarra. Este es un canal digital, el cual permitirá vender y cobrar por medio de un *feedback* a través de la mensajería de las aplicaciones seleccionadas, con el objetivo de que la miel de abeja llegue al cliente a tiempo y con la calidad ofrecida (Figura 20).

Dentro de la propuesta del plan de *marketing* está el nuevo canal, en el cual la venta de la miel de abeja se realiza a partir de su promoción en las redes sociales Facebook, Instagram y WhatsApp. La distribución se realizará mediante la contratación de empresas de *delivery*, en caso de que el cliente se encuentre dentro del perímetro; en caso contrario, se contratará el servicio logístico de Servientrega para distribuir el producto a aquellos que se encuentren fuera del cantón Ibarra. El inventario del producto en los distintos puntos de venta inicialmente se mantendrá de acuerdo con el historial de ventas actual; después del lanzamiento publicitario y la captación de nuevos clientes, se aumentará en base al crecimiento de la demanda.

## Producto

El principal producto del plan de *marketing* digital es la página de Facebook, Instagram y WhatsApp, creada por el comerciante o productor; lo que se vende a través de estas aplicaciones es la miel de abeja 100 % pura, producida de forma artesanal por los apicultores del cantón Ibarra, la cual, de acuerdo a las encuestas realizadas, se debe promocionar en presentaciones de 1 litro, 500 ml y 250 ml. El empaque que el producto llevará dentro del plan de *marketing* digital será una bolsa de papel cartón reciclable rectangular, sellada, que permita la fácil movilización del producto. La bolsa tendrá impreso el logo del punto de venta, detallando la elaboración artesanal, y alrededor un hilo de sogá color marrón con un lazo y una etiqueta que muestre los beneficios nutritivos y terapéuticos de la miel de abeja.

En cuanto a las páginas de las aplicaciones seleccionadas, estas deben diseñarse de manera que brinden al usuario un producto de calidad, seguridad en la forma de pago y eficiencia en la entrega. Se debe mostrar la presentación del producto y destacar su marca para que se logre captar la atención del posible comprador y, sobre todo, para que se conozcan los beneficios del consumo de este producto. Se debe destacar que la miel es producida en el cantón Ibarra de forma artesanal.

## Precio

Con el objetivo de entrar al mercado digital e incentivar a las personas a comprar la miel de abeja local, se propone crear una oferta temporal de introducción al mercado de al menos 3 meses, en la cual se oferten productos con descuento especial a los clientes que le den a “me gusta” y “compartir” en la publicidad y que sigan las páginas creadas por el comerciante.

Para definir el precio de la miel de abeja, el comerciante debe realizar un análisis de costos de *marketing* digital (*ads*), costos de mano de obra, materia prima y costos directos e indirectos de producción, entre otros. Todos los valores se actualizan anualmente debido a los cambios de precios que se producen. Los precios que se manejan en el mercado objeto de estudio en el momento en el que se realiza esta investigación se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Precios de la miel de abeja

	Producto	PVP
Miel de abeja	1 litro	12\$
	500 ml	8.06\$
	250 ml	4.72\$

Fuente. Estudio de mercado productos Supermaxi, 2021

El diseño del plan de *marketing* digital contempla las ventas directas del comerciante o productor al consumidor final. En las redes sociales de la empresa, se venderá el producto al precio que se encuentra en el mercado y se incluirá un valor adicional, el costo de la entrega. Al ser un producto dirigido a los consumidores del cantón Ibarra, quienes son nuestro segmento objetivo, se deberá contratar una empresa de *delivery* que permita un precio cómodo para los clientes dentro del perímetro. En caso de ser pedidos realizados fuera del cantón, se deberá solicitar el pago del valor del envío por Servientrega o promocionar el envío gratis por compras superiores a los \$30.

## Promoción

Para la promoción se aplicarán las estrategias de *marketing* digital enfocadas en el modelo RACE (*Reach, Act, Convert, Engagement*): alcanzar, actuar, convertir y fidelizar. La empresa Mood Social (2017) indica que el modelo RACE es una herramienta de Smart Insights que permite crear una estructura sólida según cada etapa del ciclo de compra mediante la estructura de un plan de acción basado en los objetivos SMART y en los indicadores de efectividad.

## Personas

El *community manager*, que en este caso es el vendedor, ya sea el productor o el dueño del punto de venta, es la persona encargada de responder todas las inquietudes de los usuarios. Debido a que es muy importante el *feedback* con el cliente, el vendedor debe tener conocimiento tanto del producto que está vendiendo como de estrategias de venta, para así realizar el proceso de conversión de usuario a cliente y lograr el cierre de la venta con la persona interesada.

El segmento de mercado al que se dirige el producto es el cantón Ibarra. De acuerdo con las encuestas realizadas, se determinó que existe demanda debido a los beneficios nutritivos y terapéuticos de la miel, por lo que es importante transmitir que el producto es 100 % puro, de tal forma que el cliente perciba la calidad y la seguridad del producto en el que está interesado.

## Procesos

Para el manejo de procesos se recomienda usar la herramienta CRM Sage. CRM (*Customer Relationship Management* o gestión de las relaciones con clientes) es una aplicación que permite centralizar en una base de datos todas las interacciones entre el vendedor y sus clientes. Con esta aplicación se logra el control de los procedimientos mediante el uso de los indicadores y, sobre todo, ayuda a no perder el contacto con los clientes.

Además del uso de esta herramienta, se permite al cliente elegir una forma de pago que le brinda seguridad, ya que este se puede realizar por medio de transferencia, depósito a la cuenta del vendedor o pago en efectivo en el momento de la entrega. En la Figura 21 se muestra resumido el proceso de compra en línea.



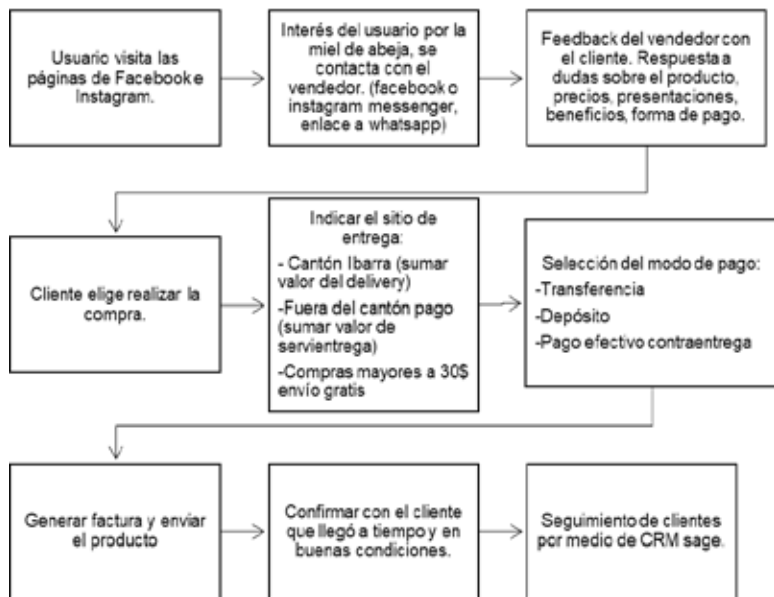


Figura 21. Proceso de compra en línea

## Prueba física

A pesar de que hoy en día las compras en línea son más comunes que años anteriores, debido al confinamiento por el COVID-19, los usuarios aún no sienten la seguridad de adquirir sus productos por este medio, ya sea por el miedo a obtener un producto diferente al ofrecido por la página o por compartir los datos de sus tarjetas en los pagos a través de páginas web. Por esta razón, se ha optado por proponer dos estrategias que brinden al cliente seguridad a la hora de realizar sus compras.

Al tratarse de la venta de miel de abeja artesanal producida dentro del cantón Ibarra, la página deberá mostrar la ubicación del lugar donde se encuentra la apícola e imágenes del método de extracción de la miel de abeja; esto no solo brinda al cliente la seguridad de que es un producto 100 % puro y extraído de forma artesanal, sino que, al tener los datos de la ubicación, le da la seguridad de que es miel de abeja local y de tener un lugar a donde acudir en caso de presentarse algún inconveniente. Por otra parte, a los clientes se les solicitará comentarios acerca de la miel adquirida para que sean publicados en la página y puedan ser visualizados por todos los usuarios. En cuanto a la forma de pago, el cliente no debe compartir datos de sus tarjetas o cuentas, ya que únicamente se requiere la captura de la transferencia realizada, la fotografía del depósito o, si prefiere, puede pagar en efectivo en el momento de la entrega.

## Marketing digital en redes sociales

En este subapartado de la presente investigación, se detallan las redes sociales que se plantea utilizar en la propuesta de plan de *marketing* digital. Estas redes sociales, según las encuestas al mercado objetivo, son las de mayor popularidad. El contenido que se publicitará debe ser la presentación del producto, donde se destaque su marca, su calidad y su pureza. Se deben publicar imágenes que muestren el frasco con su etiqueta en sus distintas presentaciones y el empaque en el que se transporta al lugar de destino. Además, en las páginas se subirán videos del procedimiento de la extracción de miel de abeja de forma artesanal, en los que se destaque el envasado de miel de abeja 100 % pura. Es ideal que estos videos, a su vez, muestren la vegetación que se encuentra alrededor de la apícola y las abejas con las que trabaja el apicultor.

En Facebook se plantea realizar una publicación por día mostrando el producto y videos que inciten al usuario a la compra. A su vez, se propone publicar promociones con el mensaje “solo por hoy” para llamar la atención del cliente una vez al mes. El contenido de las publicaciones en el perfil de Facebook debe incluir fotos del producto y sus beneficios y, además, recordatorios de compra que muestren la seguridad en la entrega y las facilidades de pago. En la página también se deben publicar videos del proceso de extracción de la miel de abeja que ilustren sus propiedades. El contenido de las historias de Facebook se basará en videos o publicaciones de los clientes en las que se recomiende la compra del producto debido a su calidad y seguridad. La página debe incluir el enlace directo a WhatsApp para contactar con el *community manager*, quien debe estar presto a responder dudas y, sobre todo, a lograr cerrar la venta. Se propone realizar una inversión mensual en Facebook Ads; esta herramienta permite la segmentación, que ayuda a comprender mejor al usuario objetivo, y crear audiencias personalizadas al mostrar anuncios a los usuarios para que puedan encontrar los productos ofrecidos.

En Instagram, se debe realizar una publicación semanal mostrando la presentación del producto e imágenes que exhiban los beneficios para la salud del uso de productos naturales; también se deben publicar historias que muestren a clientes satisfechos con sus entregas y recomendaciones. Se recomienda realizar una oferta al mes para llamar la atención del cliente, así como ofrecer descuentos y regalos a clientes que sigan la página y compartan la publicidad de Instagram.

En cuanto al Messenger, WhatsApp y las llamadas telefónicas, se debe crear una cuenta de CRM Sage que permita tener la base de datos del cliente para así enviar mensajes de recordación de compra y las ofertas mensuales. El *community manager* debe estar atento a los requerimientos de los usuarios por medio de Facebook, Instagram, Messenger y WhatsApp. Tanto la página de Facebook como la de Instagram tendrán un enlace a WhatsApp para que el cliente pueda comunicarse a través de esta aplicación.

## Conclusiones

Las aplicaciones de mayor influencia son Facebook e Instagram; el 62 % de los encuestados considera que se debería promocionar y comercializar el producto usando estas herramientas digitales. Para impulsar el crecimiento de los apicultores del cantón Ibarra es indispensable buscar nuevas herramientas, como las que se proponen en la

presente investigación, que permitan generar demanda de la miel de abeja local y lograr competitividad, sobre todo frente a productos importados. La propuesta de *marketing* digital es una oportunidad para la recuperación y el desarrollo del sector apícola del cantón Ibarra, pues se logrará demanda del producto, lo que llevará al crecimiento de las apícolas y generará empleo, principalmente para las personas del sector rural. El plan de *marketing* digital se basa en la implementación de un nuevo canal que permite llegar al segmento objetivo y, mediante el *feedback* del cliente con el comerciante, generar la necesidad de la miel de abeja producida en el cantón Ibarra, dando lugar a la compra del producto y a la fidelización del cliente.

## Referencias

- Alex Díaz. (2013). Plan de logística de distribución para la empresa Las 3 sss Ltda. Repositorio Unilibre. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/9398>
- Aranda, M., Javier, D., García, P., y Kimberly, M. (2018a). “Propuesta de plan estratégico de marketing digital para la empresa animate.” Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34839>
- Arango, F. (2019). Los modelos de negocio digitales en la industria discográfica (1999-2016): propuesta de una empresa musical en internet. UMA Editorial. <http://orcid.org/0000-0003-4807-8379>
- Arevalo, A. (2018). “Estudios de mercado y estrategias de marketing digital para foodie 2.0.”
- Banco Central del Ecuador. (2020). La pandemia incidió en el crecimiento 2020: la economía ecuatoriana decreció 7,8%. <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1421-la-pandemia-incidio-en-el-crecimiento-2020-la-economia-ecuatoriana-decrecio-7-8>
- Cruz Antonia. (2018). Planificación y gestión de la demanda. IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/129549>
- Cuesta Santos, A., y Valencia Rodríguez. (2007). Recursos humanos. In Indicadores de gestión humana y del conocimiento en la empresa (Vol. 0). Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/96906>
- Díaz Galindo, W. M. (2017). Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa apícola en la comunidad de Chiles Alto, ciudad San Gabriel, cantón Montufar, provincia del Carchi. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6725>
- Eslava Luis. (2017). Canales de distribución logístico comerciales. Ediciones de la U. <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/70308>
- FAO. (2015). La apicultura ayuda a crear sistemas de vida sostenibles. <http://www.fao.org/3/y5110s/y5110s02.htm>

- FAO. (2021). Ecuador en una mirada. [Http://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/](http://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/)
- INEC. (2020). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Ibarra. [www.ibarra.gob.ec](http://www.ibarra.gob.ec)
- INIAP. (2021). Índice de Precios al Consumidor. [Https://www.ecuadrencifras.gob.ec/indice-de-precios-al-consumidor/](https://www.ecuadrencifras.gob.ec/indice-de-precios-al-consumidor/)
- Jamaica Stephania. (2020). Implementación del marketing digital para la captación de clientes en tiempos de pandemia. [Https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36746/JAMAICABARBOSASTEPHANIA2020.pdf?Sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36746/JAMAICABARBOSASTEPHANIA2020.pdf?Sequence=1)
- MAGAP. (2015). La política agropecuaria ecuatoriana. [Http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu183434.pdf](http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu183434.pdf)
- Medina, J. J. (2015). Plan de marketing digital para la empresa eureka a través de la implementación de un catálogo digital en la ciudad de quito.
- Mood Social. (2017). Cómo planificar tu estrategia de Marketing de Contenidos . [Https://silo.tips/download/como-planificar-tu-estrategia-de-marketing-de-contenidos](https://silo.tips/download/como-planificar-tu-estrategia-de-marketing-de-contenidos)
- Prieto Jorge. (2009). Investigación de mercados. Ecoe Ediciones. [Https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/69104](https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/69104)
- Robalino, A. (2017). Análisis de los Costos de Producción de la Miel de Abeja en Ecuador.
- Rodríguez, K. G., Ortiz, O. J., Quiroz, A. I. y Parrales, M. L. (2020). El e-commerce y las Mipymes en tiempos de Covid-19 E-commerce and msme in times of Covid-19. 41. [Https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n42p09](https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n42p09)
- Sanchez, C., Castignani, H. y Rabaglio, M. (1990). El Mercado Apícola Internacional.
- Souza, N. P. De, Lira, P. I. C. De, Fontbonne, A., Pinto, F. C. De L. y Cesse, E. Â. P. (2017). El comercio informal transfronterizo de productos agrarios y su repercusión en el sistema agroalimentario. *Ciencia e Saude Coletiva*, 22(7), 2257–2266. [Https://doi.org/10.1590/1413-81232017227.03042017](https://doi.org/10.1590/1413-81232017227.03042017)
- Villareal Tatiana. (2019). Creación de una microempresa de producción y comercialización de miel de abeja en la parroquia san antonio ciudad de ibarra, provincia de imbabura. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9269/2/02\\_ICO\\_701\\_trabajo\\_grado.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9269/2/02_ICO_701_trabajo_grado.pdf)
- Zapata, B., Felipe, A., Campoverde, C. y Alice, B. (2019). “Estrategias de marketing para el producto ‘bee happy sweet honey & nuts’ de la empresa coapihelec s.a. en la ciudad de Guayaquil.”

# Propuesta de Reforzamiento de la Superestructura de un Puente en la Ruta del Spondylus del Ecuador

Juan Carlos Mediavilla , Luis Tinerfe Hernández , María Belén Correa   
Mediavilla, Juan Carlos

Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

Autor para correspondencia: [juan.mediavilla@epn.edu.ec](mailto:juan.mediavilla@epn.edu.ec)

Hernández, Luis Tinerfe

Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

[luis.hernandezr@epn.edu.ec](mailto:luis.hernandezr@epn.edu.ec)

Correa, María Belén

Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

[maria.corream@epn.edu.ec](mailto:maria.corream@epn.edu.ec)

## Resumen

Este artículo describe una propuesta de reforzamiento para la superestructura del puente ubicado en la ruta del Spondylus, en el cantón Pedernales, Manabí, Ecuador. Según un estudio previo, se concluye que las vigas, si bien cubren la demanda a corte, tienen déficit de resistencia a flexión ante las cargas vehiculares respecto a la normativa ecuatoriana vigente, por lo que se determina que requieren de un reforzamiento para garantizar su funcionalidad a mediano y largo plazo. A partir del objetivo de reforzarlo, se buscaron distintas alternativas para hacerlo, como las siguientes: adherir láminas de carbono de polímero reforzadas a las superficies de hormigón de los elementos estructurales, postensado externo compuesto por tendones y parantes o barras de pandeo restringido y encamisado metálico. Se optó por esta última técnica, pues los resultados apuntaron a que es factible su utilización para mejorar la capacidad resistente del puente. Este tipo de reforzamiento consiste en anclar, mediante pernos, placas metálicas en las caras de las vigas del puente. El proyecto de reforzamiento se realizó utilizando un *software* especializado en modelación de puentes y siguiendo la metodología descrita en el *Manual for Bridge Evaluation*; se llegó a la conclusión de que la resistencia a flexión de las vigas aumentó entre un 82 % y un 132 % respecto a su capacidad inicial. Se detallan pautas sobre el proceso constructivo del reforzamiento, que conforman una guía para su implementación en obra y su mantenimiento estructural en general.

**Palabras clave:** reforzamiento estructural, puente viga-losa, encamisado metálico

## Introducción y revisión teórica

Los puentes vehiculares desempeñan un papel fundamental en el sistema vial de cualquier país y su deterioro o colapso repercute de forma directa en el desarrollo socioeconómico de la población. Por este motivo, es preciso realizar evaluaciones periódicas de estas estructuras para determinar su estado de funcionalidad y evaluar si requieren de un reforzamiento o reemplazo, a fin de garantizar que la estructura funcione adecuadamente ante la creciente demanda de tráfico vehicular (Valenzuela, 2008).

El puente sobre el río Mocora fue construido en 1983 (MTOP, 1983). Se ubica en la comunidad llamada Tabuga, específicamente en las coordenadas UTM -0.070422N, -80.139751E, y forma parte de la ruta del Spondylus, una de las carreteras más extensas de la región costera del Ecuador.

Este puente vehicular de dos carriles es la principal conexión entre las comunidades de Jama y Pedernales y representa una estructura de gran relevancia para la conectividad, movilidad y desarrollo económico de la zona (Benavides & Díaz, 2020).

En el trabajo “Evaluación estructural del puente sobre el río Mocora mediante el análisis teórico de capacidad de carga” (Benavides y Díaz, 2020), se evaluó el puente de forma integral y se determinó que la superestructura no satisface las solicitaciones de carga vehicular vigentes en el *Manual for Bridge Evaluation* de la normativa (AASHTO, 2018).

Considerando lo expuesto, nace la motivación de este estudio, que consiste en realizar una propuesta de reforzamiento del puente. Se indagaron las metodologías de reforzamiento más usuales (Ibáñez, 2013), que son las siguientes: encamisado de vigas con placas de acero, implementación de riostras restringidas al pandeo (BRB), reforzamiento mediante postensado externo y adhesión de fibras de reforzamiento de polímero de carbono (FRP).

La selección de la metodología de reforzamiento depende de varios parámetros, tales como el tipo de puente, la disponibilidad de materiales, la complejidad del proceso constructivo, la modificación de la configuración estructural, la suspensión de los servicios que presta la estructura y el presupuesto económico (Parra y Alonso, 2011).

En el caso de este puente, se optó por el reforzamiento mediante el encamisado de placas de acero. La principal motivación de la elección es que esta metodología permite a la estructura seguir en funcionamiento a la par que se implementa el reforzamiento (Ramírez et al., 1995). Según la propuesta de reforzamiento para este caso de estudio, se anclarán placas, mediante pernos, tuercas y arandelas, a las caras laterales de todas las vigas que soportan los tableros; adicionalmente, se colocarán placas en las caras inferiores de las vigas, que irán soldadas a las placas laterales. Las dimensiones y ubicaciones de los componentes del reforzamiento serán calculadas según el análisis estructural.

Para que el reforzamiento sea eficaz, se debe realizar un proceso constructivo basado en las especificaciones técnicas del estudio, buscando componentes que cumplan con las dimensiones calculadas y las características físicas y mecánicas de los materiales (VICROADS, 2018). Además, se debe proveer un mantenimiento periódico, tanto a la estructura original como al reforzamiento, para garantizar la vida útil de la estructura al menos durante 75 años (AASHTO, 2018).

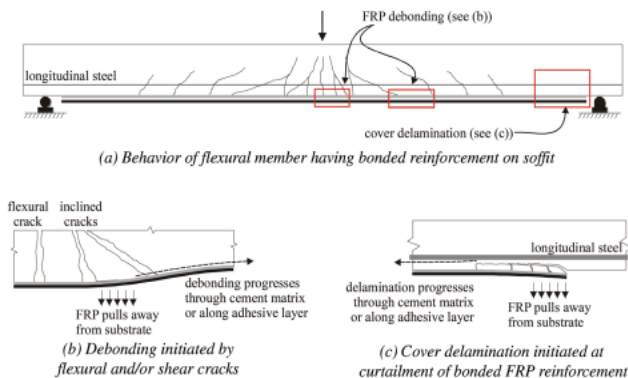
## Metodologías de Reforzamiento

En este apartado se dará una descripción de las metodologías de reforzamiento de puentes más utilizadas. Posteriormente, se discutirán las ventajas y desventajas de cada metodología y se establecerá el criterio que determinó la elección del reforzamiento con encamisado metálico para este proyecto. Esta solución fue propuesta anteriormente por Belal et al. (2015) y, en este caso, se adaptó para su aplicación.

### Metodología de Reforzamiento con CFRP

Esta metodología consiste en adherir láminas de carbono de polímero reforzadas (CFRP, por sus siglas en inglés) a las superficies de hormigón de los elementos estructurales. La normativa que regula el uso e instalación de dichas láminas es el (ACI440.2R-17, 2017). Estas fibras tienen un alto módulo de elasticidad y pueden emplearse donde las alternativas tradicionales son complicadas de aplicar, ya sea por cuestiones arquitectónicas o de accesibilidad. No se requiere mano de obra especializada para su colocación y son sencillas de implementar en comparación con otros métodos de reforzamiento (Wang et al., 2019).

Es conveniente aplicar este método de reforzamiento cuando los elementos estructurales presentan un déficit de resistencia a corte o flexión, pero no se recomienda su uso para reforzamiento de elementos sometidos a carga axial, sea de tracción o compresión (MPWT, 2018). En la Figura 1 se muestra el esquema del ensayo realizado a una viga de hormigón armado reforzado con CFRP. En este ensayo, se sometió a la viga a una carga estática incremental en la mitad de la luz. Se comprobó que, en efecto, la capacidad a flexión y a corte de la viga incrementó. También se pudo observar que el modo de falla de los CFRP es principalmente la pérdida de adherencia a la cara de hormigón (ACI440.2R-17, 2017).



**Figura 1.** Esquema de comportamiento de las fibras CFRP adheridas a la cara inferior de una viga de concreto reforzado

**Fuente.** (FHWA, 2013)

Las principales ventajas de la metodología de reforzamiento por CFRP son (Stoiber, Hammerl, & Kromoser, 2020):

- El incremento del peso en la estructura debido al refuerzo es muy pequeño.
- La estructura puede funcionar y dar servicio a la par que se realiza el reforzamiento.
- No afecta de forma significativa a la configuración arquitectónica.

Por otra parte, entre las desventajas se encuentran las siguientes:

- Son susceptibles a los cambios de temperatura y a las condiciones de la intemperie.
- Trabajan únicamente en el rango elástico y la falla de los CFRP suele ser frágil.
- Se corre riesgo de energización, es decir, que se carguen eléctricamente y pierdan sus propiedades mecánicas.

## **Metodología de Reforzamiento con Postensado Externo**

Esta metodología de reforzamiento consiste en construir una estructura externa al elemento que requiere reforzamiento. El postensado externo se compone por tendones y parantes. Los tendones son cables de acero de alta ductilidad y resistencia, mientras que los parantes deben ser de un material resistente a la compresión, como el acero, la madera o el hormigón. Los parantes se distribuyen a lo largo de los tendones y se anclan al elemento a reforzar. Los tendones son tensados mediante dispositivos tensores (como un sistema de doble tornillo) y esta fuerza de tensión se transmite a través de los parantes al elemento estructural (Dunker, 2005). En la Figura 2 se muestra el puente Fégire en Suiza, reforzado con esta técnica.



**Figura 2.** Vista inferior del postensado externo del puente Fégire en Suiza  
**Fuente.** Suntharavadiel y Aravinthan (2005)



Este método es utilizado principalmente en casos en los que las vigas o losas presentan deflexiones excesivas o cuando un elemento presenta déficit de resistencia a flexión, pero no necesariamente a corte. Su éxito se debe al bajo costo de instalación, a la mínima interrupción del funcionamiento de la estructura y al rápido tiempo de ejecución. Además, con el uso de este método se han podido reforzar edificaciones que eran candidatas a demolición. Utilizándolo no se añade peso a la estructura, ya que el peso del sistema de postensado es infimo comparado con el resto de la estructura (Burdet y Badoux, 1999).

La desventaja del uso de este método de reforzamiento es, principalmente, que afecta a la geometría y configuración arquitectónica de la estructura original, como se puede ver en la

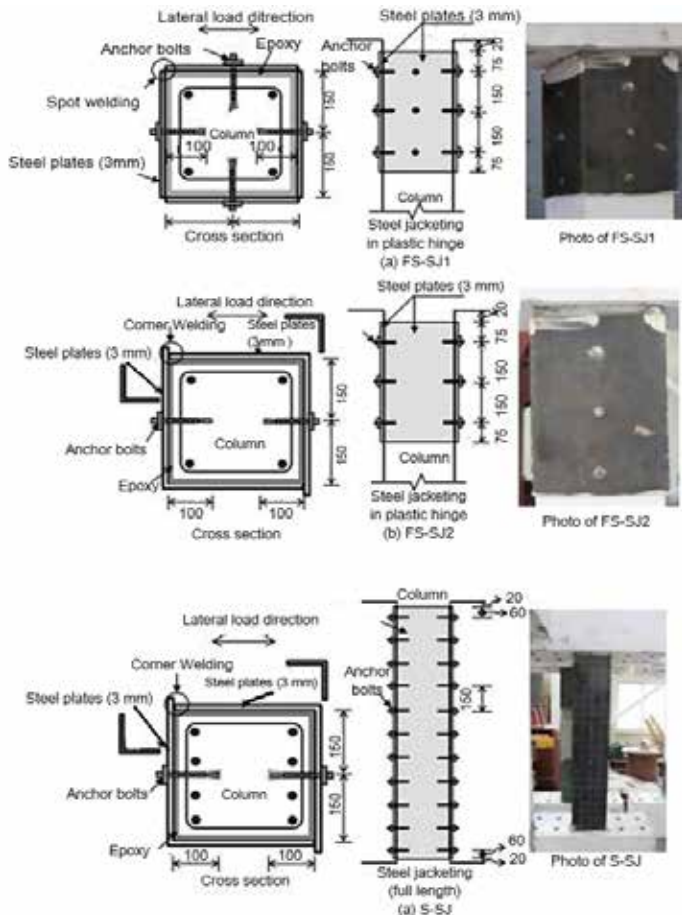
Figura3. Por ello, es más común el reforzamiento de puentes con esta metodología que el reforzamiento de losas o vigas de edificios o viviendas (Peiretti, 1999).



**Figura 3.** Tendones y apoyos metálicos bajo una losa de un parqueadero  
**Fuente.** Barchas (1991)

## **Metodología de Reforzamiento con Encamisado Metálico**

Quando los elementos no tienen la suficiente sección o cuantía de acero de refuerzo para soportar las solicitaciones de diseño, se puede optar por un encamisado de los elementos estructurales que necesitan aumentar su capacidad. El encamisado metálico se refiere al procedimiento de anclar placas metálicas a los elementos estructurales de hormigón, ya sea por tramos o de manera continua —tal como se ilustra en la Figura4—, de manera que su desempeño estructural aumente (González et al., 2007).



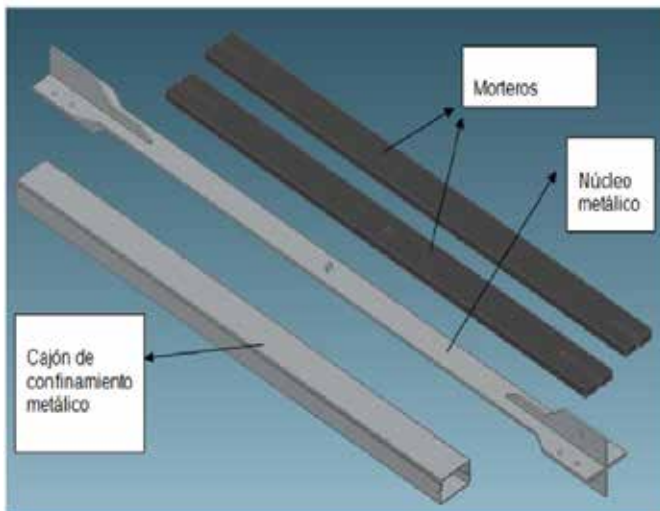
**Figura 4.** Encamisado metálico parcial y total  
**Fuente.** Belal et al. (2015)

Los resultados obtenidos por Belal et al. (2015) indicaron que el encamisado de acero aumenta la capacidad tanto al corte como a flexión del elemento estructural en un rango entre 75 % y 125 %.

Para realizar el encamisado metálico, se debe tratar la superficie del elemento de hormigón armado con cepillo de alambre y limpiar todo el polvo para mejorar la adherencia entre el hormigón existente y el encamisado que será aplicado. Posteriormente, se cortan las placas de acero del espesor requerido; sus dimensiones deben ser tales que, al colocarlas alrededor del elemento de hormigón, quede cierto espacio vacío entre dicho elemento y el encamisado metálico, el cual es recomendable rellenar con mortero de alta resistencia o *grout* (Truong et al., 2017).

## Metodología de Reforzamiento con BRB

Las barras de pandeo restringido (BRB, por sus siglas en inglés) son disipadores de energía del tipo histerético y constituyen sistemas de control pasivo. Son eficaces para controlar desplazamientos laterales y disipar energía sísmica de estructuras (NEHRP, 2015). Estos elementos de refuerzo, similares a las riostras diagonales comunes, están constituidos por un núcleo de acero (que funciona como fusible para el disipador), una envoltura metálica alrededor del núcleo y un relleno de mortero que ocupa todo el espacio entre el núcleo y la envoltura (Bahey y Bruneau, 2011). En la Figura 5 se muestra un esquema de los BRB.



**Figura 5.** Componentes de un disipador BRB en isometría  
**Fuente.** (Oviedo, 2015)

El núcleo de acero se lleva la carga axial mientras que el tubo exterior, junto con el hormigón de relleno, proveen soporte lateral al núcleo y previenen el pandeo global. Comúnmente, una delgada capa de material entre las superficies del núcleo de acero y el hormigón elimina la transferencia de corte durante el elongamiento y contracción del núcleo de acero y, además, acomoda su expansión lateral cuando está en compresión (Chávez y Gómez, 2020).

## Métodos

En este apartado se hará una descripción del puente, incluyendo su tipología estructural y partiendo de un estudio preliminar en el que se determinó que su superestructura debe ser reforzada para resistir las cargas vehiculares actuales. Se propondrá un reforzamiento con la técnica del encamisado.

Partiendo de la hipótesis de que el puente sobre el río Mocora no cumple con el estado límite de resistencia para las cargas vehiculares actuales, al realizar su reforzamiento podrán circular sobre él todo tipo de vehículos normados en esta ruta tan importante para el Ecuador, sin necesidad de limitar el tráfico de vehículos muy pesados. Se plantea como objetivo general realizar una propuesta de reforzamiento de la superestructura del puente sobre el río Mocora para garantizar la resistencia y el óptimo desempeño ante todas las posibles cargas que puedan ser aplicadas a este, con la utilización de las especificaciones de diseño actualmente requeridas.

Como método de investigación, se partió de la observación científica y, por medio del método analítico, se analizaron las siguientes variables: longitud de los tramos, dimensiones de vigas y losa, cargas vehiculares a considerar y estado actual del puente. Finalmente, se integró todo lo anterior mediante el método sintético para lograr un estudio completo del puente.

### Descripción y Estado Actual del Puente

Este puente está ubicado en la ruta de Spondylus, a 24.4 km de Pedernales con dirección a Jama, como se muestra en la Figura 6. Es de tipo viga-losa, tal como se aprecia en la Figura 7; sus materiales constitutivos son el hormigón y el acero. Según las especificaciones técnicas de los planos constructivos, el diseño se realizó con un hormigón de  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y un acero de refuerzo corrugado de (MTOP, 1983).

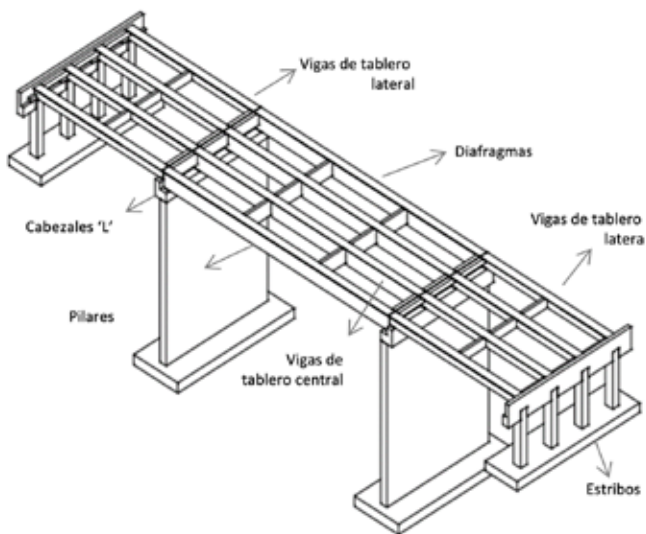


**Figura 6.** Localización del puente sobre el río Mocora  
**Fuente.** Benavides y Díaz (2020)



**Figura 7.** Vistas del puente sobre el río Mocora  
**Fuente.** Benavides y Díaz (2020)

El tablero del puente tiene una longitud de 39.20 m, dividido en 3 partes. Los tableros laterales tienen una longitud 10.40 m y el tablero central tiene una longitud de 18.40 m. El puente tiene una calzada formada por dos carriles, cada uno de 4.25 m, y, adicionalmente, dos veredas peatonales de 0.75 m, dándole un ancho total de 10 m (MTOP, 1983).



**Figura 8.** Vista isométrica de elementos estructurales bajo el tablero del puente

Las vigas que soportan los tableros laterales tienen dimensiones de 30 x 80 cm, mientras que las vigas que soportan el tablero central tienen dimensiones de 30 x 127 cm. Las vigas están arriostradas por diafragmas y se asientan sobre cabezales en forma de 'L'; estos cabezales, a su vez, se asientan sobre los pilares y estribos representados en la Figura 8.

Mediante una inspección visual, mostrada en la

Figura 9, se determinó lo siguiente: las aceras y barandas se encuentran en buenas condiciones; la capa de rodadura presenta baches y zonas donde el asfalto ha sido removido; el sistema de drenaje se encuentra colapsado; en la parte inferior del tablero se observan fisuras, mas no desprendimiento del hormigón; en los cabezales se presenta humedad, en las zonas cercanas a los drenajes; y en las pilas es apreciable la presencia de humedad, líquenes y hongos (biodegradación del hormigón) (Benavides y Díaz, 2020).



**Figura 9.** Baches en capa de rodadura, fisuras en la parte inferior del tablero y presencia de humedad y biodegradación

**Fuente.** Benavides y Díaz (2020)

Con la información obtenida sobre la configuración geométrica de la estructura, las propiedades mecánicas de los materiales y la inspección visual, se procede a realizar un análisis computacional para evaluar el desempeño estructural ante la sollicitación de carga en la normativa vigente.

### **Criterio de Selección del Método de Reforzamiento para este Puente**

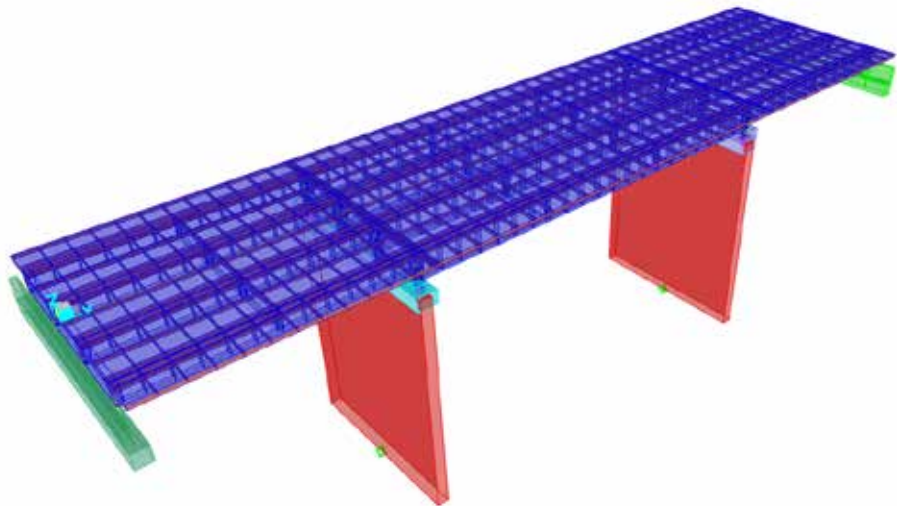
Según lo expuesto en el trabajo de Benavides y Díaz (2020), el puente presenta déficit a flexión, por lo que es preciso implementar un método de reforzamiento que aumente la capacidad a flexión de las vigas. Se ha escogido para este estudio el método de encamisado metálico, ya que este no afecta al gálibo, a diferencia del postensado externo, que sí lo haría.

Consecuentemente, se ha considerado el encamisado por sobre las fibras CFRP, debido a que estas presentan una falla frágil, mientras que las placas metálicas presentan una falla dúctil.

Considerando que el desempeño sísmico del puente es adecuado y está dentro de los parámetros normativos aceptados (Benavides y Díaz, 2020), no se ha considerado el reforzamiento con BRB como una alternativa apropiada para esta situación, ya que, si bien esta metodología aportaría resistencia a flexión y sísmica, únicamente se requiere cubrir el déficit de flexión. No obstante, se deja como posible caso de estudio en análisis la implementación de cualquier otro sistema de reforzamiento.

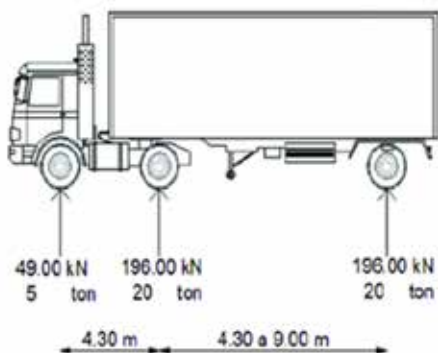
## Modelo Computacional

Para el análisis estructural del puente, representado en la Figura 10, se utilizó el *software* CSiBridge en su versión de evaluación. Se definieron en el *software* las propiedades mecánicas de los materiales, la ubicación y longitud de los ejes viales, la geometría de los elementos estructurales (pilas, cabezales, diafragmas, vigas y tableros) y se construyó una representación computacional de la estructura.



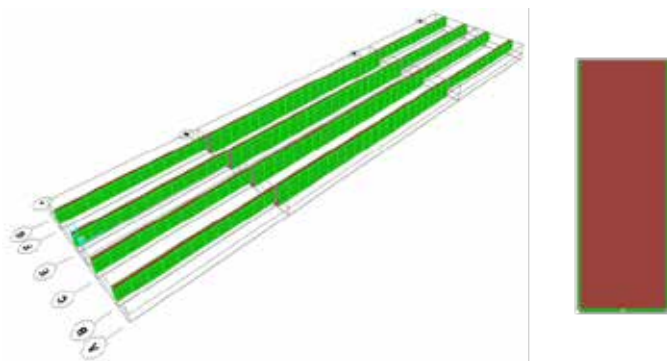
**Figura 10.** Geometría final del modelo computacional del puente en perspectiva

Para la definición de cargas en el modelo computacional, se consideró la carga vehicular especificada en la normativa actual (NEVI12, 2013), que corresponde al camión de diseño HS-MTOP. Este equivale a un incremento aproximado del 37.8 % respecto al camión de diseño de la AASHTO HS-20-44. En la Figura 161 se muestran las cargas asociadas al vehículo y la separación entre ellas. Estos datos fueron ingresados al modelo computacional como carga dinámica.



**Figura 161.** Esquema de camión de diseño HS-MTOP  
**Fuente.** Salazar y Taipe (2017)

Una vez modelado el puente en su estado actual, se procedió a realizar otro modelo que incorporara el reforzamiento con placas metálicas de un espesor de 12 mm. Para el modelamiento de las placas metálicas, se consideró adherir elementos tipo *shell* con las dimensiones requeridas y los parámetros mecánicos del acero estructural ASTM-A36. En el proceso de modelamiento se colocaron las debidas restricciones de desplazamiento para que las placas trabajen como elementos anclados a las vigas de hormigón y no como elementos que pueden tener desplazamientos independientes. En la Figura 172 se representa el modelo de reforzamiento de las vigas del puente.



**Figura 172.** Vista en perspectiva del modelo del reforzamiento. Vigas de hormigón en rojo y encamisado de placas metálicas en verde

Una vez que se cuenta con los dos modelos computacionales —modelo del puente en su estado actual y modelo del puente con el reforzamiento— se procede a obtener los resultados de fuerzas internas bajo las solicitaciones de carga vehicular y se aplica la metodología del cálculo del factor de resistencia para determinar el desempeño actual del puente y verificar si el reforzamiento incrementa este desempeño. En el apartado siguiente se resume este método.



## Metodología de Cálculo del Factor de Capacidad

El *Manual for Bridge Evaluation* (AASHTO, 2018) propone la determinación del factor de capacidad como un coeficiente cuantitativo para la evaluación del desempeño del puente. Este factor está dado por la siguiente expresión:

$$RF = \frac{C - \gamma_{DC} \cdot D_C - \gamma_{DW} \cdot D_W \pm \gamma_P \cdot P}{\gamma_{LL} \cdot L_L \cdot (1 + I_M)} \quad (1)$$

Donde:

- $RF$  : Factor de capacidad.
- $C$  : Capacidad nominal del miembro.
- $D_C$  : Efectos de carga muerta sobre los miembros debidos a su propio peso.
- $D_W$  : Efectos de sobrecarga carga muerta (capa de rodadura).
- $P$  : Cargas permanentes que no son carga muerta, se considera igual a 0.
- $L_L$  : Sobrecarga vehicular.
- $I_M$  : Incremento por carga vehicular dinámica.
- $\gamma_{DC}$  : Factor LRFD de carga para componentes estructurales y accesorios.
- $\gamma_{DW}$  : Factor LRFD de carga para superficie de desgaste y utilitarios.
- $\gamma_P$  : Factor LRFD de cargas permanentes distintas a cargas muertas.
- $\gamma_{LL}$  : Factor LRFD de cargas vivas, se considera igual a 1.

La capacidad nominal del miembro , se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C = \varphi_C \cdot \varphi_S \cdot \varphi \cdot R_n \quad (2)$$

Donde:

- $C$  : Capacidad nominal del miembro.
- $\varphi_C$  : Factor de condición.
- $\varphi_S$  : Factor de sistema.
- $\varphi$  : Factor LRFD de resistencia.
- $R_n$  : Resistencia nominal del miembro.

Como se puede apreciar, la ecuación toma en consideración aspectos como el peso propio de la estructura, la sobrecarga por elementos permanentes y no permanentes y la carga vehicular. Además, en la ecuación se incorporan los coeficientes de la metodología LRFD (diseño por factores de carga y resistencia).

La mayoría de los parámetros de las ecuaciones (1) y (2) se determinan mediante las tablas expuestas en el capítulo 6 del *Manual for Bridge Evaluation* (AASHTO, 2018). Estos parámetros dependen de las condiciones del material y de la configuración estructural. En la Tabla se presenta un resumen de los valores de los coeficientes para este caso particular de estudio.

**Tabla 1.** Resumen de factores para el cálculo del factor de capacidad

Factor	Valor
$\gamma_{DC}$	1.25
$\gamma_{DW}$	1.50
$\gamma_{LL}$	1.75
$I_M$	0.33
$\phi$	0.90
$\phi_C$	0.95
$\phi_S$	1.00

Reemplazando la ecuación (2) en (1) y sustituyendo los coeficientes por su valor numérico, se obtiene la siguiente expresión:

$$RF = \frac{0.855 \cdot R_n - 1.25 \cdot D_C - 1.50 \cdot D_W}{2.3275 \cdot L_L} \quad (3)$$

Los valores de  $R_n$ ,  $D_C$ ,  $D_W$  y  $L_L$  se obtienen del análisis estructural y de las fuerzas internas de cortante y momento obtenidas a partir del *software*. Estos valores se detallarán y discutirán en el apartado de resultados y discusión.

### Proceso Constructivo del Encamisado Metálico y Mantenimiento

Este estudio se complementa con un enfoque práctico sobre la implementación del reforzamiento de encamisado metálico. Para este tipo de reforzamiento se requiere de los siguientes materiales: placas metálicas, varillas roscadas, tuercas y arandelas (Figura 183).

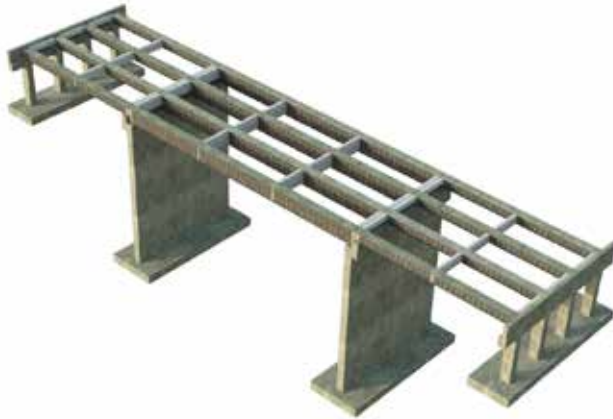


**Figura 183.** Componentes del encamisado metálico

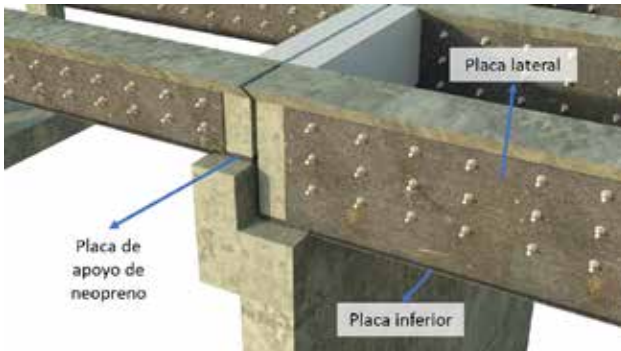
Fuente. [www.dipacmanta.com](http://www.dipacmanta.com), [www.casadelperno.com](http://www.casadelperno.com)

Las herramientas y materiales complementarios para instalar los elementos del encamisado metálico son: equipos de limpieza, taladros de percusión, mortero grout, epóxico, llave de ajuste de tuercas y material de soldadura. Además, se debe considerar el proceso de perforación de agujeros en las placas metálicas, ya sea por corte plasma o láser, y el proceso de soldadura (se recomienda usar el proceso de soldadura continuo MIG/MAG) (Somenson, 2015).

Según el diseño estructural, se han establecido dos hileras de pernos para las placas de las vigas de los tableros laterales y tres hileras para las placas de las vigas del tablero central. En la Figura 194 se muestra una vista tridimensional del reforzamiento aplicado a las vigas del puente. Las columnas de pernos en las vigas de los tableros laterales tienen una separación de 35 cm, mientras que la separación de las columnas de pernos en el tablero central es de 40 cm. En la Figura 205 se puede apreciar en detalle la distribución de las placas —y los pernos— ancladas a las vigas del puente.



**Figura 194.** Vista tridimensional del reforzamiento aplicado a las vigas del puente



**Figura 205.** Detalle de la distribución de pernos en las placas

Los pernos atraviesan toda la sección de la viga; esto garantiza un anclaje óptimo entre las placas laterales, mientras que la placa inferior va soldada a las laterales. En la Figura 216 se muestra la posición de los pernos respecto a las varillas longitudinales originales de las vigas del puente. Las perforaciones se ubican de tal manera que los pernos no atraviesen ninguna varilla longitudinal. Si se da el caso de que una perforación coincida con un estribo, se recomienda perforar el estribo.

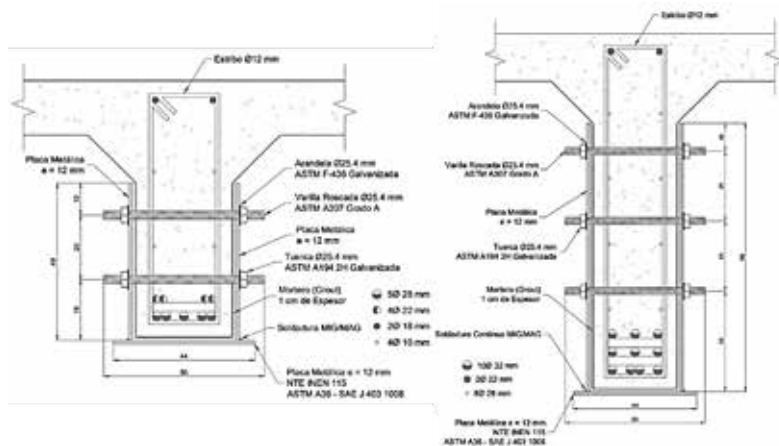


Figura 216. Sección transversal de las vigas reforzadas

Los diámetros y el número de varillas ubicados en las secciones transversales de las vigas fueron obtenidos de los planos originales del puente (MTOP, 1983) y, según esta información, se colocaron los pernos.

En lo relativo al mantenimiento de la estructura en general, se recomienda realizar intervenciones periódicas, una vez cada dos años, para evaluar y reparar fisuras, rellenar baches y remover la vegetación adherida al hormigón. Respecto al mantenimiento del reforzamiento, se recomiendan intervenciones anuales para reajustar las tuercas, como se indica en la Figura 227, pintar el acero e inspeccionar los cordones de soldadura (VICROADS, 2018).



**Figura 227.** Control de ajuste de tuercas en encamisado metálico  
**Fuente.** (VICROADS, 2018)

## Resultados y Discusión

Como se mencionó anteriormente, la metodología para evaluar cualitativamente el desempeño estructural del puente es la determinación del factor de capacidad. Según la ecuación (3), se calculan los valores de las fuerzas internas, es decir, cortante y momento flector, para cada configuración de carga: peso propio, sobrecarga y carga vehicular. Este cálculo se realizó con ayuda del *software* CSiBridge, en el que se ingresaron los patrones de carga y se obtuvieron los diagramas de fuerzas internas.

Se debe tener en cuenta que el *software* realiza un análisis de elementos finitos para la obtención de los diagramas y discretiza a los elementos, de manera que se pueda encontrar un valor de fuerzas internas para cada punto de análisis. En la Figura 238 y la Figura 249 se muestran unos ejemplos de la obtención de estos diagramas, que corresponden al cortante y momento flector de las vigas internas del puente bajo la acción de la carga vehicular dinámica para el caso del puente actual y para el caso del reforzamiento del puente.



Figura 238. Diagramas de fuerza cortante para vigas interiores debido a carga móvil HS-MTOP

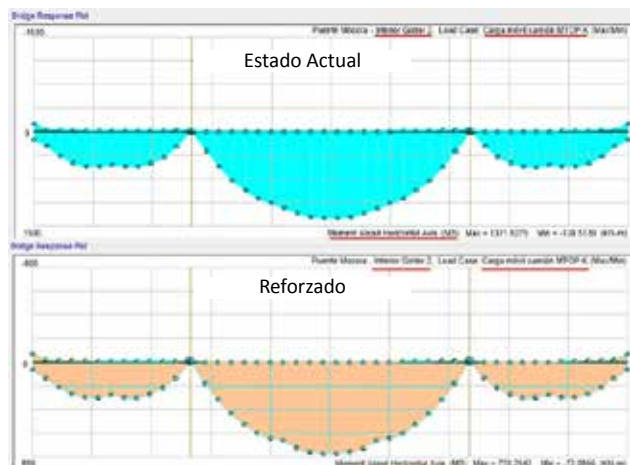


Figura 249. Diagrama de momento flector para vigas interiores debido a carga móvil HS-MTOP

El *software* subdividió la viga en 13 partes; a cada punto le corresponde un valor de cortante y de momento flector.

Estos datos fueron tabulados e ingresados en la ecuación (3), cuyos resultados se resumen en la Tabla.

**Tabla 2.** Resumen de factores para el cálculo del factor de capacidad (RF)

Puente	Posición	RF			
		Estado Actual		Reforzado	
		Cortante	Momento	Cortante	Momento
	m	-	-	-	-
Tablero 1	0.00	1.10	3.35	1.84	6.47
	2.60	1.66	0.72	2.84	1.52
	2.60	2.03	0.72	3.37	1.53
	5.20	3.21	0.61	4.42	1.42
	5.20	3.01	0.61	4.23	1.42
	7.74	2.15	0.72	3.52	1.52
	7.74	1.77	0.72	2.98	1.51
	13.10	1.33	1.38	2.35	2.67
	13.10	1.48	1.38	2.59	2.69
	15.67	1.99	0.77	3.26	1.61
Tablero 2	15.67	2.23	0.77	4.11	1.64
	18.29	2.31	0.58	3.75	1.29
	18.29	2.73	0.58	4.35	1.30
	20.91	2.73	0.58	4.35	1.30
	20.91	2.31	0.58	3.75	1.29
	23.52	2.23	0.77	4.10	1.64
	23.52	1.99	0.77	3.26	1.61
	26.10	1.48	1.38	2.59	2.69
	26.10	1.33	1.38	2.35	2.67
	31.46	1.77	0.72	2.98	1.51
Tablero 3	31.46	2.15	0.72	3.52	1.52
	34.00	2.98	0.61	4.21	1.42
	34.00	3.23	0.61	4.44	1.42
	36.60	2.03	0.72	3.37	1.53
	36.60	1.66	0.72	2.84	1.52
	39.20	1.10	3.34	1.84	6.47

Esta tabla evalúa el valor del coeficiente  $\alpha$  a lo largo de las vigas del puente. El *Manual for Bridge Evaluation* establece las siguientes relaciones en función del coeficiente (Tabla).

**Tabla 3.** Evaluación de la estructura en función del factor de capacidad (RF)

Condición	Evaluación
Si $RF \geq 1$	La estructura satisface las solicitaciones de carga
Si $RF < 1$	La estructura no satisface las solicitaciones de carga

Fuente. (AASHTO, 2018)

Al observar la Tabla, la cual resume los factores de capacidad, se puede apreciar que, para el estado actual, los factores de capacidad para corte son todos mayores que uno, mientras que para momento se cuenta con la gran mayoría de factores de capacidad menores a uno (resaltados en rojo). Esto indica que el puente en su estado actual no satisface la demanda de diseño a flexión ante las cargas vehiculares normativas vigentes. Por otra parte, se observa que los factores de capacidad para el puente en su estado reforzado son todos mayores a uno, lo que indica que con el reforzamiento se ha suplido el déficit de resistencia a momento. También se aprecia que incrementaron los factores de capacidad a cortante, lo cual, en cualquier caso, es favorable para el desempeño de la estructura.

En el desarrollo de este proyecto también se consideró la elaboración de un presupuesto de costo de los materiales requeridos para implementar el reforzamiento con encamisado metálico. En la Tabla se muestra un resumen de costos unitarios obtenidos de la (CAMICON, 2021) y costos totales.

**Tabla 4.** Estimación de materiales y costos

Elemento	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plancha de acero Dimensiones de 1.22 x 2.44 m Espesor de 12 mm NTE INEN 115 ASTM A36 – SAE J 403 1008	u	136	\$ 572.05	\$ 77 798.80
Varilla roscada de acero Longitud de 1 m Diámetro de 1 in ASTM A307 Grado A	u	476	\$ 50.40	\$ 23 990.40



Arandela de acero Diámetro nominal de 1 in ASTM F-436 Galva- nizada	u	1904	\$	0.38	\$	723.52
Tuerca de acero Diámetro nominal de 1 in ASTM A194 2H Galvanizada	u	1904	\$	2.23	\$	4 245.92
Mortero Sika Grout	m <sup>3</sup>	2.54	\$	65.00	\$	165.10
<b>Total</b>					\$	106 923.74

Finalizado este estudio, se abre la pauta para investigar otras metodologías de reforzamiento para este mismo puente y establecer, en futuras publicaciones, las ventajas y desventajas de los distintos métodos de reforzamiento.

## Conclusiones

La evaluación del puente reflejó que las vigas, si bien cubren la demanda a corte, tienen déficit de resistencia a flexión ante las cargas vehiculares de la normativa ecuatoriana vigente. Por medio del reforzamiento con encamisado de placas metálicas ancladas mediante pernos a las vigas de hormigón, se consiguió suplir este déficit, por lo que se puede decir que el reforzamiento cumple con su propósito.

Cuantitativamente, los factores de resistencia a flexión de las vigas, tras el reforzamiento, aumentaron entre un 82 % y un 132 % de su capacidad inicial y, aunque el puente no lo requería, también se incrementaron los factores de resistencia a corte.

La metodología constructiva aquí mostrada es una guía que se podría seguir para la implementación en obra; no obstante, se podría adaptar a las condiciones de sitio o disponibilidad de material y herramientas, siempre y cuando se procure que se mantenga, en lo posible, el diseño original del reforzamiento.



Se recomienda realizar un mantenimiento periódico del puente que incluya la remoción de hongos, maleza y restos vegetales, propios de la humedad, para así evitar el biodeterioro de los materiales. Se debe tener muy en cuenta la corrosión causada por la misma humedad y la salinidad propia de la zona costera; de no controlarla, oxidará los elementos metálicos utilizados para su reforzamiento. Es recomendable realizar este mantenimiento preventivo cada 2 años. La inspección de otros elementos, como capa de rodadura, aceras, barandas y drenaje, se vincula a un proceso más puntual y directo del puente, que se recomienda realizar cada 6 años. Esta inspección debe ser muy detallada; para ella se necesitan equipos especializados de apoyo y la desviación del tráfico para que se puedan evaluar mejor las partes del puente.

## Referencias

- AASHTO. (2018). *Manual for Bridge Evaluation*. Washington DC: Association of State Highway and Transportation Officials.
- ACI440.2R-17. (2017). *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- Bahey, S. y Bruneau, M. (2011). *Buckling Restrained Braces as Structural Fuses for the Seismic Retrofit of Reinforced Concrete Bridge Bents*. State University of New York at Buffalo, United States: Engineering Structures.
- Barchas, K. (1991). *Repair and Retrofit Using External Post-Tensioning*. San Rafael, California: Concrete Repair Digest.
- Belal, M., Mohamed, H. y Morad, S. (2015). *Behavior of Reinforced Concrete Columns Strengthened by Steel Jacket*. Egypt: HBRC Journal.
- Benavides, J. y Díaz, M. (2020). *Evaluación Estructural del Puente Sobre el Río Mocora Mediante el Análisis Teórico de Capacidad de Carga*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Burdet, O. y Badoux, M. (1999). *Deflection Monitoring of Prestressed Concrete Bridges Retrofitted by External Post-Tensioning*. Río de Janeiro: IABSE Symposium.
- CAMICON. (2021). *Revista Construcción*. Quito: Cámara de la Industria de la Construcción.
- Chávez, C. y Gómez, J. (2020). *Diseño del Reforzamiento Estructural para la Ampliación del Edificio “Instituto Tecnológico Superior Policía Nacional del Norte”*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Dunker, K. (2005). *Strengthening of Simple Span Composite Bridges by Post-Tensioning*. USA: Iowa State University.
- FHWA. (2013). *Post-Tensioning Tendon Installation and Grouting Manual*. USA Department of Transportation: Federal Highway Administration.
- González, O., Guerrero, J., Gómez, B., & Flores, F. (2007). *Resistencia a Fuerza Cortante de Columnas de Concreto Reforzadas con Camisas de Acero*. Distrito Federal, México: Revista de Ingeniería Sísmica.
- Ibáñez, C. (2013). *Diseño del Reforzamiento para la Reparación o Aumento de Capacidad de Carga de Vigas para Puentes de Concreto Reforzado*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- MPWT. (2018). *Bridge Repair Manual*. Cambodia: Ministry of Public Works and Transport.
- MTOP. (1983). *Diseño del Puente Sobre el Río Mocora*. Pedernales: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

- NEHRP. (2015). *Seismic Design of Steel Buckling Restrained Braced Structures*. USA Department of Commerce: National Institute of Standards and Technology.
- NEVI12. (2013). *Norma para Estudios y Diseños Viales*. Quito: Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- Oviedo, J. (2015). *Protección Sísmica y Reforzamiento de Edificaciones a través de Sistemas no Convencionales*. Bogotá, Colombia: Simposio de Ingeniería de Materiales y Estructuras.
- Parra, S. y Alonso, G. (Diciembre de 2011). *Desarrollo de Una Metodología para la Evaluación del Estado de Puentes Existentes*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Peiretti, H. (1999). *Un Ejemplo de Estructura Mixta Combinada con Pretensado Exterior: Puente Sobre el Barranco Cavalls*. Valencia, España: Revista de Hormigón y Acero N° 211.
- Ramírez, L., Bárcena, M., Urreta, I., Sánchez, A., Kafka, F. y Lauscher, L. (1995). *Métodos de Reparación Localizada de Pilares de Hormigón Basados en Encamisado Metálico*. España: Revista Hormigón y Acero N° 197.
- Salazar, R. y Taipe, E. (2017). *Propuesta de Adaptación de los Criterios para el Diseño de la Superestructura de Puentes Descritos en la Norma AASHTO-LRFD 2012 a las Condiciones Específicas de Ecuador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Somenson, M. (2015). *Estudio y Proyecto de Puentes de Hormigón Armado*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Stoiber, N., Hammerl, M. y Kromoser, B. (2020). *CFRP Reinforcement for Concrete Structures*. Vienna: Journal of Cleaner Production.
- Suntharavadivel, G. y Aravinthan, T. (2005). *Overview of External Post-Tensioning in Bridges*. Toowoomba: University of Southern Queensland.
- Truong, G., Dinh, N., Kim, J. y Choi, K. (2017). *Seismic Performance of Exterior RC Beam-Column Joints Retrofitted using Various Retrofit Solutions*. School of Architecture, Soongsil University, Seoul, South Korea: International Journal of Concrete Structures and Materials.
- Valenzuela, S. (2008). *Metodología de Gestión de Puentes a Nivel de Red Basada en Inspección Visual*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- VICROADS. (2018). *Bridge Maintenance and Repair Manual*. Denmark: Structures of Roads Corporation Victori.
- Wang, G., Dai, J., y Bai, Y. (2019). *Seismic Retrofit of Exterior RC Beam-Column Joints with Bonded CFRP Reinforcement: An Experimental Study*. School of Urban Construction and Safety Engineerin: Composite Structures.

# Potencial del turismo termal en el cantón Urcuquí

Camila Salomé Arciniega Echeverría , Dennis Victoria Ortiz Cumbal , Elizabeth Domínguez Ruiz , Tana Vanessa Palomeque Llerena 

Arciniega Echeverría, Camila Salomé  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador  
csarciniega@pucesi.edu.ec

Ortiz Cumbal, Dennis Victoria  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador  
Autor para correspondencia: dvortiz@pucesi.edu.ec

Domínguez Ruiz, Grace Elizabeth  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador  
gedominguez@pucesi.edu.ec

Palomeque Llerena, Tana Vanessa  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador  
tpalomeque@pucesi.edu.ec

## Resumen

Urcuquí cuenta con un gran potencial turístico, al poseer aguas termales de origen volcánico beneficiosas para la salud. Algunos estudios han comprobado su poder curativo para las dolencias y algunas enfermedades reumáticas. Asimismo, las termas son visitadas por turistas por motivos de descanso o relajación, entre otros. Es por ello que este estudio propone analizar el potencial del termalismo dentro de la localidad. La metodología llevada a cabo parte de dos enfoques, cualitativo y cuantitativo, es decir, es una investigación mixta, la cual va acompañada de dos métodos de investigación, el analítico-sintético y el deductivo. A ello se suman tres técnicas de investigación: la observación, las entrevistas y las encuestas. Se aplicó un muestreo no probabilístico de conveniencia en un universo de 100 turistas que llegaban a los diferentes balnearios termales del cantón Urcuquí. En los resultados se obtuvo información pertinente acerca de la situación actual de la zona donde se ubican los establecimientos, el motivo por el cual los visitantes acceden a la localidad y la importancia que tienen estas aguas. De esta manera, se establecieron las estrategias para fortalecer el turismo termal y se concluyó que el termalismo dentro de la localidad urcuquireña se ha desarrollado y fortalecido con el pasar de los años.

**Palabras clave:** termalismo, potencial turístico, Urcuquí

## Introducción

Durante las últimas décadas el turismo ha sufrido una serie de transformaciones que han intervenido en la actividad turística; estos cambios han afectado tanto a las actividades como a la demanda de viajeros, los cuales ahora tienen requerimientos diferentes. Esta transición genera oportunidades de crecimiento y desarrollo para que los territorios innoven con nuevos destinos o actividades turísticas. De esta manera, abarcando el turismo termal, se le da más importancia al turismo de salud.

El termalismo, con el pasar de los años, ha tomado gran impulso dentro de la actividad turística; se han reinventado los balnearios tradicionales y se han ofrecido nuevos servicios al consumidor. Sin embargo, la historia se remonta más de 2000 años atrás, cuando las culturas utilizaban aguas termales para diferentes fines, entre ellos el terapéutico, Torres de la Fuente (2021), en su artículo “Termalismo y turismo”, comenta que:

[...] Desde su esplendor durante la Antigua Roma hasta su declive en la Edad Media, y su resurgir en la Edad Moderna, adquieren una considerable popularidad en la Edad Contemporánea, en la que se origina el llamado turismo termal con fines curativos hasta alcanzar en la actualidad un importante desarrollo con motivaciones de bienestar, anti-estrés y estéticas, además de curativas y sanitarias (wellness) [...]. (p. 2)

Cabe resaltar que el termalismo, con el paso del tiempo, ha experimentado sus altos y bajos, pero siempre ha tenido aceptación por las nuevas tendencias de la demanda. Lenuta (2016) comparte que “esta es la única forma de turismo que se basa en un potencial permanente, muy complejo y aparentemente inagotables” (p. 10), convirtiéndose así en una tipología turística importante debido a sus características y peculiaridades.

El surgimiento de esta nueva modalidad de turismo muestra que la sociedad, actualmente, valora más las actividades termales, las cuales existen desde tiempos atrás y hoy en día se encuentran en constante crecimiento. Asimismo, “las instalaciones balnearias han intentado cambiar su imagen en las últimas décadas, modernizando sus instalaciones y ofreciendo áreas recreativas, de forma que se puedan considerar como instalaciones de descanso” (Torres, 2021, p. 3). Por esta razón, estamos pasando por un periodo en el que el turismo termal se está consolidando y replanteando ante un turista más diverso.

Es por ello que, al fortalecer este tipo de turismo dentro de la actividad turística, este ha adquirido gran importancia tanto a nivel internacional como nacional y local, convirtiéndose en un tratamiento médico para proporcionar soluciones a diversas enfermedades. Meijide (2019) afirma que “en Europa ha sido y es un tratamiento médico, prescrito y supervisado por médicos, con sociedades científicas de hidrología médica y climatología” (p. 20). Estos beneficios se han implementado no solo en Europa, sino también en los demás continentes, que cuentan con balnearios y desarrollan una cultura que promueve el uso de estas aguas con indicaciones médicas establecidas.

Hoy en día, para poder aprovechar las propiedades curativas que contienen las aguas termales, se realizan diferentes análisis científicos profundos para que estas puedan ser utilizadas al máximo. Lenuta (2016) afirma que:

[...] La balneoterapia o balneoclimatología se ha convertido en una especialidad médica muy importante ya que se implica en la mejora de la salud, a través de la prevención y rehabilitación, y por otro lado también tiene una estrecha relación con el turismo, que a su vez tiene un papel importante en la economía [...]. (p.14)

Así, el futuro de este tipo de turismo depende del crecimiento mundial, que ya se evidencia, y de las buenas decisiones que se tomen en el área para que estos balnearios sean conservados con el pasar de los años y así el turismo de salud sea un sector que cuente con potencial para el desarrollo.

Se sabe que el Ecuador, al encontrarse en el cinturón de fuego del Pacífico, cuenta con un elevado número de volcanes, los cuales contribuyen a la riqueza de las aguas termales y minerales empleadas desde tiempo atrás, en la cultura inca. Otros autores han explicado lo siguiente:

[...] Estas creencias, se extienden también a las propiedades energéticas y curativas del agua a través de los baños realizados en lagos, cascadas, ríos, termas, entre otros, en los cuales los curanderos o chamanes practicaban los rituales de sanación. En este período, también se identifican varias vertientes de “agua milagrosa”, a las que los ancestros les atribuían poderes medicinales para la sanación del cuerpo y el alma e incluso algunas son visitadas en la actualidad.

Entre mitos, leyendas y sabiduría ancestral, las aguas termales en Ecuador adquieren reconocimiento por sus propiedades curativas, que se relacionan con las características volcánicas del territorio, la exuberante y variada vegetación y, por lo tanto, los compuestos minerales que arrastra el agua. Estas termas, se encuentran distribuidas a lo largo del territorio nacional y una de las principales características es el entorno natural y ambiental en el que surgen, lo cual complementa la experiencia del turismo de salud, de bienestar y natural [...]. (Martínez et al., 2015, p. 50)

El país posee gran riqueza para promover el turismo de bienestar y salud; según el Ministerio de Turismo (2018), “Ecuador posee 105 concesiones de aguas termales por lo cual se trata de un nuevo segmento que atrae cada vez más turistas al país” (párr. 4). Los balnearios principales y más conocidos se encuentran ubicados en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Napo y Azuay, entre otras.

El termalismo en el Ecuador se ha ido fortaleciendo cada día, convirtiéndose en un producto turístico que cuenta con más opciones y visitantes al poseer balnearios termales importantes en la oferta turística del país, en la que se atribuye importancia al turismo de salud. Un punto fundamental para aprovechar la medicina termal son los beneficios que ofrecen las aguas mineromedicinales al consumidor. Andueza et al. (2018), en el artículo “Calidad bacteriológica del agua de los manantiales termales del balneario ‘Santa Ana’ Cantón Baños, Tungurahua, Ecuador”, dan a conocer las aguas termales y comentan que:

[...] Se encuentran a mayor temperatura, y son ricas en diferentes componentes minerales por esta razón son llamadas aguas minerales, lo cual permite su

utilización como medicina a través de terapéutica como baños, inhalaciones, irrigaciones, y administración vía oral, recibiendo por ello el nombre de aguas mineromedicinales [...]. (p. 530)

Como se ha venido evidenciando, estas aguas termales ofrecen al turista grandes beneficios para su salud. Han surgido nuevas enfermedades que ahora pueden ser tratadas de manera tradicional en los diferentes balnearios.

Las propiedades de las aguas termales tienen grandes beneficios al tener contacto con la piel del ser humano; algunos efectos que se pueden determinar son el incremento en la temperatura corporal y la presión en el cuerpo, al estar sumergido en el agua, y el aumento del paso del oxígeno y la circulación de la sangre. Además, ayuda a disolver y eliminar las toxinas, perfecciona la nutrición de los tejidos del cuerpo, aumenta el metabolismo, relaja la mente, produce endorfinas y regula las funciones glandulares (Muñoz, 2018). Así, estas aguas se dan a conocer por su utilidad, al poder tratar varios problemas y poseer numerosas propiedades sanadoras.

San Miguel de Urucuí es un cantón ubicado en la provincia de Imbabura, rodeado de un majestuoso paisaje donde los atractivos turísticos predominan, además de la cultura variada y la amabilidad de los habitantes. A su vez, es un territorio que cuenta con gran potencial turístico, al poseer diversos balnearios que benefician la salud del turista. Estas fuentes termales se encuentran ubicadas en dos parroquias de la localidad, Tumbabiro y San Blas.

Las principales problemáticas encontradas al realizar la presente investigación son el desinterés en el desarrollo de actividades turísticas termales dentro de la localidad, la desinformación por parte de los visitantes sobre el termalismo de la zona y la baja participación de las autoridades del cantón a la hora de realizar una adecuada gestión del desarrollo de las actividades turísticas que se ofertan. Por ello, el propósito de este estudio es dar a conocer el potencial turístico que tiene el lugar y cómo contribuye la actividad termal en el desarrollo de la localidad urcuquireña.

Para dar solución a lo antes mencionado, el objetivo general de esta investigación es analizar el potencial turístico del termalismo existente en el cantón Urucuí, mediante una investigación del sistema turístico, para conocer el impacto que genera el turismo de salud dentro del cantón. Los objetivos específicos son determinar la situación actual de la zona para identificar el desarrollo del termalismo del cantón Urucuí, analizar la relevancia de las aguas termales en la salud del turista para dar conocimiento y aprovechar los beneficios que contienen y proponer estrategias para fortalecer el termalismo del cantón Urucuí, con la finalidad de potenciar el turismo de salud a nivel nacional y aumentar la demanda turística del sector.

## **Revisión teórica**

### **Turismo de Salud**

Este tipo de turismo se ha desarrollado notablemente con el pasar del tiempo, ofreciendo al turista una oportunidad para recuperar energía y, a su vez, darse un respiro para

sentirse a gusto consigo mismo. Según la Organización Mundial del Turismo (2019), “el turismo de salud cubre aquellos tipos de turismo que tienen como motivación primordial la contribución a la salud física, mental y/o espiritual gracias a actividades médicas y de bienestar”. En la actualidad, los turistas se desplazan a diferentes destinos para realizar esta modalidad de turismo.

En otras palabras, se habla de este tipo de turismo cuando las personas se desplazan de un destino hacia otro por motivos relacionados con la salud, buscando una alternativa diferente al turismo convencional. Es por ello que algunos autores mencionan lo siguiente:

[...] El turismo de salud, en sentido amplio, incluye aquellas actividades que realiza una persona al desplazarse de su localidad a otra por más de un día, pudiéndose ser nacional cuando se realiza dentro de su mismo país o internacional cuando es fuera de este, por un tiempo de menos de un año e implicando el tener que hospedarse por lo menos una noche, teniendo como motivo principal o alterno el recibir algún servicio de salud o bienestar [...]. (Torres, 2021, p. 9)

A pesar de que surgió hace muchos años atrás, el turismo de salud se ha incrementado significativamente con el paso del tiempo, pues las personas en la actualidad buscan realizar turismo, pero a la vez recibir un beneficio para sí mismas, tal y como sucede con esta modalidad turística.

## **Termalismo**

Este término es importante para la investigación, debido a que el análisis a realizar gira en torno a él. El vocablo termalismo nace etimológicamente del griego *thermos*, que significa caliente; a su vez, engloba varios conceptos que se relacionan con el uso del agua y su utilización, de hecho, “se puede definir como el conjunto de medios médicos, técnicos, higiénicos, sociales y hosteleros al servicio de la utilización terapéutica de las aguas termales” (Mourelle, 2009, p. 14). En otras palabras, el termalismo es la práctica terapéutica del uso de las aguas termales y minerales.

Por otra parte, desde una perspectiva más actual del concepto, Gorski (2017) afirma que “es uno de los métodos más utilizados para curar problemas reumáticos o de la piel, además de ser empleado como una alternativa para lograr relajación a nivel muscular y emocional” (párr. 1). De esta forma, el termalismo se ha convertido en un instrumento de curación y, en comparación con épocas pasadas, ha recuperado el impulso, ofreciéndole al usuario diversos beneficios y un estilo de vida saludable.

## **Beneficios de las Aguas Termales**

El turismo termal es una práctica que se está desarrollando poco a poco; otorga una mejor calidad de vida al usuario, por lo que los turistas deben conocer la importancia que tienen las aguas termales de los balnearios.

En cuanto al efecto que estas aguas tienen en el turista, son varios los beneficios que generan al entrar en contacto con la piel del ser humano. Varios autores comentan que se dividen en tres: físicos, químicos y biológicos, aunque se llega a la conclusión de que los tres efectos se dan al mismo tiempo.



Según su temperatura, estas aguas se clasifican en hipertermales, mesotermas, hipotermas y aguas frías. Por tanto, brindan diversos beneficios, favorecen el sistema nervioso, reducen la obesidad y eliminan el estrés, la fatiga, la tensión y las toxinas del cuerpo. Además, en muchas ocasiones ayudan a curar heridas y lesiones de la piel (Muñoz, 2018). Así, los turistas se ven favorecidos al darse un baño de agua termal, ya que el cuerpo, al tener contacto con estas aguas beneficiosas, absorbe todos sus nutrientes.

## Balnearios

Dentro de la clasificación de turismo de salud se encuentran con los balnearios; estos surgieron mucho tiempo atrás y, poco a poco, fueron viviendo su época de mayor popularidad como santuarios de curación utilizados por las élites de la sociedad.

La palabra proviene del término latino *balnearius*, que significa baño, y el sufijo -ario, indicativo de lugar. Por ello, la Real Academia de la Lengua Española (RAE) define balneario como un edificio con aguas termales en el que se suelen ofrecer varios servicios, tales como el hospedaje y la relajación (Lozano, 2022). En otras palabras, se puede definir como un establecimiento donde se utilizan las aguas termales para realizar tratamientos relacionados con la salud. Asimismo, Meijide (2020) menciona lo siguiente:

[...] Se considera a los balnearios como “centros privilegiados” para la puesta en marcha de programas y servicios que permitan alcanzar un mejor estado de salud y una mayor calidad de vida; lugares donde se recupera y promociona la salud desde el punto de vista físico, psíquico y social [...]. (p. 22)

Por ello, se comprende que los balnearios son establecimientos en los que se puede llevar a cabo la terapia y el tratamiento termal; están ubicados en diferentes partes del mundo y en Ecuador se encuentran algunos de los mejores.

## Turismo de Bienestar

El turismo de bienestar ha tenido presencia desde la época griega, pero no ha sido hasta la actualidad que ha ganado popularidad en diversos países; es diferente al turismo médico, que es realizado por causa de alguna enfermedad o tratamiento. Por su parte, el turismo de bienestar comprende a aquellos turistas que desean conservar su salud mediante actividades físicas y tratamientos alternativos. Según la Organización Mundial del Turismo (2019):

[...] El turismo de bienestar es un tipo de actividad turística que aspira a mejorar y equilibrar los ámbitos principales de la vida humana, entre ellos el físico, el mental, el emocional, el ocupacional, el intelectual y el espiritual. La motivación primordial del turista de bienestar es participar en actividades preventivas, proactivas y de mejora del estilo de vida, como la gimnasia, la alimentación saludable, la relajación, el cuidado personal y los tratamientos curativos [...]. (p.41)

Por ende, esta modalidad de turismo, también llamado *wellness*, está pensado para enriquecer el bienestar del ser humano, con la finalidad de ofrecerle relajación física, mental y espiritual.

## Cantón Urcuquí

Este cantón, formado por seis parroquias, se encuentra localizado a 20.6 km de Ibarra, la capital de Imbabura. La página web del GAD Municipal Urcuquí da a conocer la siguiente información:

[...] El nombre que lleva esta parroquia y el cantón se origina, luego de que en estos territorios, en la antigüedad, fueron habitados por diversos Ayllus (familias indígenas), donde por la organización genial y muy desarrollada predominaron los Urcuquíes, quienes dieron el nombre aborigen de URCUCIQUE, que fonéticamente se compone de dos voces quichuas: URCU, que quiere decir cerro y, CIQUE, que quiere decir asiento; es decir “asiento de cerro”. En la actualidad la composición fonética con el español determinó a este pueblo como Urcuquí [...]. (GAD Municipal Urcuquí, 2022)

Una de las principales fuentes de ingresos del lugar es la producción agrícola-ganadera desarrollada por sus habitantes, aunque también se puede mencionar que dentro del cantón se encuentran fuentes de aguas termales importantes para la economía y desarrollo turístico.

En el periódico *Talento Manual*, Proaño (2020) da a conocer el turismo urcuquireño:

[...] Destaca por su actividad turística en los sitios de: Santa Agua de Chachimbiro, Complejo Ecoturístico Timbuyacu, Cascada de la Virgen, Laguna de Chinchivi, Laguna de Albuguá, Laguna de Yanacocha, Lagunas de Tatacho, Cocha Huanguillaro, Venado Cocha, Cascada Cóndor Pacha, Cascada Nido del Cóndor, Nagnarillos, Laguna de Patococha, Laguna Burrococha, Cascada Conrrayaro en San Blas, Mirador Pan de Azúcar, que de manera mágica y real, permiten al turista nacional y extranjero disfrutar de un renovador contacto con la propia naturaleza para mejorar su salud [...]. (p.2)

En varias publicaciones se da a conocer la potencialidad de las aguas termales existentes en los balnearios del cantón Urcuquí; en la revista *La Imagen* (2022), se afirma que “contamos con fuentes de aguas termales ricas en hierro, bicarbonatos, magnesio, calcio, que alcanzan temperaturas de hasta 25 grados” (p. 3). Así, el lugar atrae al visitante por las fuentes termales y las propiedades medicinales que tienen estas aguas.

El turismo es la actividad esencial dentro del cantón, gracias a las diversas zonas atractivas y a las aguas termales de Chachimbiro y Timbuyacu. Además, el diario *El Universo* (2020) publica que “estas aguas termales del cantón Urcuquí son parte del conjunto de motivos por los que la provincia de Imbabura fue galardonada como Geoparque Mundial de la Unesco, el 17 de abril de 2019” (párr. 2), convirtiendo así al cantón en uno de los principales lugares que cuenta con fuentes termales visitadas por nacionales y extranjeros.

## Estrategia Turística

Con el pasar de los años, el turismo se ha transformado poco a poco en un factor de desarrollo socioeconómico para los países y para las localidades, como es el caso del cantón Urcuquí. Es por eso que se buscan métodos para el progreso de este cantón a través

del análisis de los recursos que tiene el sector y el planteamiento de estrategias en las que participe la localidad. Se entiende que “la estrategia es un procedimiento dispuesto para la toma de decisiones y/o para accionar frente a un determinado escenario. Esto, buscando alcanzar uno o varios objetivos previamente definidos” (Westreicher, 2020, párr. 1). Es decir, la estrategia turística es un plan mediante el cual se quiere lograr una meta, en este caso, la de potencializar el turismo del cantón.

Un ejemplo de estrategia turística es la compartida por Gambarota y Lorda (2017), que sostienen lo siguiente:

[...] Una de las formas hoy más utilizadas para promover el crecimiento de una región a través del turismo es la conformación de Rutas Turísticas, las cuales consisten en unir varios sitios a través de una temática común. Se compone de un conjunto de localidades, elementos, comunidades, etc., organizados en forma de red dentro de una región determinada y que, estando debidamente señalizadas, suscitan un reconocimiento de interés turístico. Se organizan en torno a un tema que caracteriza la ruta y le otorga su nombre (o identidad). La ruta deberá ofrecer a quienes la recorren una serie de placeres y actividades relacionadas con los elementos distintivos de la misma, así como presentar una imagen integral a partir de la complementariedad entre sitios, servicios, atractivos y lenguaje para las comunicaciones [...]. (p. 354-355)

Es por ello que estas y otras estrategias utilizadas en la actualidad tienen como finalidad potenciar el desarrollo turístico de una localidad, en este caso el cantón Urucuquí, y así contar con un crecimiento del sector en la actividad turística termal.

## Métodos

En el estudio se emplearon dos enfoques, el cualitativo y el cuantitativo, es decir, fue una investigación mixta. Por una parte, desde el enfoque cuantitativo, se buscó analizar la situación actual del turismo termal existente en el cantón Urucuquí; de esta manera, se extrajeron los datos necesarios para ser analizados y obtener resultados. Por otra parte, se aplicó el enfoque cualitativo al realizar un levantamiento de información sobre el termalismo existente en la localidad a través de registros, entrevistas y encuestas realizadas a turistas y propietarios de los balnearios. De esta manera, los datos obtenidos a lo largo de la investigación fueron añadidos al documento para así generar las posibles conclusiones.

La técnica aplicada fue la observación de seis balnearios del cantón Urucuquí para, de esta forma, conocer las termas más representativas en las que se realiza turismo termal. La información obtenida fue plasmada en la ficha de observación para balnearios termales, la cual fue adaptada de las fichas de levantamiento de información turística ya existentes.

Con la finalidad de recopilar datos relevantes de la situación actual de los balnearios y de cómo estos han evolucionado con el paso de los años, se realizaron seis entrevistas dirigidas a los propietarios de los diferentes balnearios existentes en la zona. Estas fueron realizadas en el mes de junio del 2022. El cuestionario de las entrevistas constó

de 10 preguntas abiertas. Este instrumento permitió analizar temas relacionados con la situación actual de los balnearios termales: se pudo identificar los años de funcionamiento de cada establecimiento, los servicios que ofertan y los cambios que se han visto a lo largo de los años en el turismo de salud.

Para identificar la relevancia que tienen las aguas termales en el cantón Urcuquí se realizaron 100 encuestas, aplicando una muestra no probabilística por conveniencia, a los turistas que acceden a los diferentes balnearios, a fin de conocer la importancia que dan los visitantes a las aguas termales y, de esta manera, comprender el valor que tiene el turismo de salud dentro de la localidad y para la demanda turística. Las encuestas fueron realizadas en el mes de junio del 2022; para ello, se hizo uso de la herramienta Formularios de Google. El cuestionario de las encuestas se estructuró en 10 preguntas cerradas relacionadas con aspectos como el lugar de procedencia, el motivo por el cual visitan las termas y el nivel de satisfacción que les brindan los balnearios. Asimismo, con este instrumento se midió el conocimiento que tienen los turistas acerca de los beneficios que ofrecen las aguas termales.

## Resultados y Discusión

### Interpretación general de las encuestas

Urcuquí es un cantón que cuenta con una gran potencialidad turística al poseer fuentes de aguas termales ubicadas en dos parroquias de la localidad. Por ello, al determinar el diagnóstico de las encuestas aplicadas a los turistas, estos afirman que conocen los establecimientos ubicados en las parroquias de Tumbabiro y San Blas. Según los datos recopilados, el balneario con más afluencia de turistas es Santa Agua Chachimbiro, seguido del Complejo Turístico Arco Iris; esto se debe a la cercanía entre los dos balnearios y a la antigüedad de su funcionamiento. Asimismo, el complejo ecoturístico Timbuyacu, que se localiza en la parroquia de San Blas, tiene un índice de afluencia de turistas alta.

En cuanto al lugar de procedencia, se determinó que acceden turistas de varias localidades de la provincia Imbabura, así como turistas de la provincia de Pichincha, debido a la cercanía de los territorios. A su vez, los encuestados manifestaron que el tiempo de estadía dentro de los balnearios es de 5 a 10 horas; sin embargo, los turistas que provienen de afuera expresaron que prefieren permanecer en los balnearios dos o más días para hacer uso de los diferentes servicios que se ofertan.

Por otro lado, debido a que las encuestas fueron realizadas en diferentes balnearios, se diagnosticó que todos los encuestados tienen conocimiento de las aguas termales que ofrece el cantón Urcuquí, pues la popularidad de estos establecimientos se ha ido expandiendo a diferentes localidades de nuestro país, convirtiéndose así en un lugar de afluencia de turistas de la región norte del Ecuador. No obstante, no todos los visitantes comprenden las propiedades curativas y los beneficios que ofrecen estas aguas. Al analizar las respuestas, se señala que existen varios motivos de visita a las termas; el principal es el descanso, seguido del turismo y las propiedades curativas.

Los encuestados expresaron que se informaron sobre las termas a través de las experiencias de sus amigos o conocidos y que prefieren visitarlas en compañía de sus familiares, por la confianza que existe entre ellos. Así, mediante estas encuestas se pudo recopilar la información necesaria para el desarrollo de la presente investigación.

## Interpretación de las entrevistas

**Tabla 1.** Datos de los entrevistados

Código	Fecha de la entrevista	Nombre y apellido	Balneario termal que administra
E1	12/6/2022	Byron Armas	Complejo Turístico Arco Iris
E2	12/6/2022	Pompilio Yépez	Hostería San Jorge
E3	4/7/2022	Marta Recalde	Complejo Ecoturístico Timbuyacu
E4	4/7/2022	Jorge Yépez	Hostería Hacienda Chachimbiro

**Fuente.** Arciniega (2022)

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los propietarios de los balnearios turísticos, como se evidencia en la Tabla 1, se puede identificar la situación actual de la zona en las parroquias de Tumbabiro y San Blas. Las personas entrevistadas trabajan en la actividad turística termal por más de 20 años, por lo que transmitieron su conocimiento respecto al termalismo.

En las entrevistas, como primer punto, se diagnosticó la situación de cada complejo en función de los servicios que ofrecen al turista y los años de funcionamiento. Además, se abordaron temas muy importantes acerca de la llegada de turistas y la identificación de las temporadas de mayor afluencia de visitantes. Se dedujo que los días en que los balnearios cuentan con más alcance de personas son los feriados.

Por otra parte, los entrevistados manifestaron varios aspectos, entre los que se destacó la evolución del termalismo y la conservación de las aguas termales con el paso de los años. Se obtuvieron respuestas similares, con pequeñas diferencias, acerca de los beneficios que tienen las aguas termales y los conocimientos que tiene cada propietario respecto a este tema. Por ello, esta herramienta de diagnóstico fue bastante favorable.

## Interpretación de las fichas de observación

Con este instrumento se identificaron los datos generales y las características de los balnearios termales que se encuentran ubicados en el cantón Urcuquí; se determinó que dentro de la parroquia de Tumbabiro se localizan cinco balnearios turísticos y en la parroquia de San Blas se encuentra un establecimiento termal. Todas estas instalaciones ofertan al turista piscinas de agua termal, junto con servicios de alimentación, alojamiento y relajación, entre otros.

Estas fichas fueron realizadas en compañía de los propietarios de los establecimientos, quienes manifestaron que el balneario y el entorno natural que lo rodea se encuentran

conservados, debido al interés que le dedican al lugar para que el turista obtenga una grata experiencia. Además, se determinaron las peculiaridades de los balnearios; se encuentran ubicados en un escenario rural y cuentan con un clima templado, aspectos que constituyen atributos del destino capaces de satisfacer al turista que accede a las termas.

Finalmente, a través de las fichas, se indicaron otras singularidades de los balnearios turísticos, como los datos generales de cada establecimiento y la infraestructura básica dentro del balneario. Se culminó el diagnóstico positivamente y se obtuvo información valiosa para la investigación.

## Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el cantón Urcuquí tiene gran potencialidad turística al poseer seis balnearios, cinco de ellos ubicados en la parroquia de Tumbabiro y uno en la parroquia de San Blas. Alegsa (2018) afirma que “la suma de recursos turísticos, accesibilidad, equipamientos, infraestructura e información de una localidad o territorio, determinan el potencial para recibir turismo”; por ello, el termalismo dentro de la localidad se ha convertido en una actividad importante para la zona.

Por otro lado, en lo que respecta a las encuestas, el 54 % de los encuestados respondieron que el principal motivo de visita a las termas es el descanso, seguido de turismo, con un 39 %, y, finalmente, las propiedades curativas, con un 29%. Esto se debe a que, con el tiempo, los establecimientos termales se han ido renovando e incluyendo más servicios dentro de su oferta turística. En este sentido, Torres (2021) sostiene que “las instalaciones balnearias han intentado cambiar su imagen en las últimas décadas, modernizando sus instalaciones y ofreciendo áreas recreativas, de forma que se puedan considerar como instalaciones de descanso” (p. 3).

Respecto a las entrevistas realizadas a los cuatro propietarios de balnearios termales, en la última pregunta mencionaron que la aplicación de estrategias sería un medio provechoso para fortalecer el turismo termal dentro del cantón. En esa línea, Westreicher (2020) afirma que “la estrategia es un procedimiento dispuesto para la toma de decisiones y/o para accionar frente a un determinado escenario. Esto, buscando alcanzar uno o varios objetivos previamente definidos” (párr.1). Tanto los entrevistados como el autor mencionado consideran que la estrategia turística ayudaría a ser más competitivos y a encontrar nuevas estrategias dentro de la actividad termal.

Asimismo, se da a conocer que la presencia de la actividad turística ha beneficiado tanto a las parroquias de Tumbabiro y San Blas como al cantón Urcuquí en general, ya que se ha presenciado cómo crecen los emprendimientos y la gente de la localidad se ha vuelto visionaria. En ese contexto, Selva (2021) considera que “el desarrollo local consiste en una estrategia dirigida a mejorar las calidad de vida y el bienestar de las comunidades en las que se implementan”. Así, se resalta el crecimiento de la localidad urcuquireña gracias a la actividad turística que se desarrolla dentro del cantón.

De igual manera, en el marco de las intervenciones, todos los propietarios entrevistados comentaron que conocen las propiedades curativas y los beneficios que contienen las aguas termales; a su vez, en las encuestas, el 49 % de turistas tienen conocimientos sobre el tema y confirman que ese es un motivo por el cual los visitantes acuden a los balnearios. En ese sentido, Muñoz (2018) comparte su punto de vista con los

interrogados, al afirmar que estas aguas se clasifican según su temperatura y que, por lo tanto, brindan diversos beneficios que favorecen al sistema nervioso, además de reducir la obesidad y eliminar el estrés, la fatiga, la tensión y las toxinas del cuerpo. En muchas ocasiones, estas aguas también ayudan a curar heridas y lesiones de la piel.

Por otro lado, la limitación que se presenció durante la investigación fue el paro nacional de junio de 2022; debido a ello, se tuvo que detener la realización de encuestas a los turistas que llegaban a los balnearios. Una vez finalizado el cierre de vías que permiten movilizarse de un balneario a otro, se retomó el estudio.

Finalmente, el desarrollo de este proyecto será útil para futuras generaciones e investigaciones que estén interesadas en analizar el desarrollo de la actividad turística termal dentro del cantón Urcuquí.

## **Análisis FODA**

**Tabla 2.** Análisis FODA

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Territorio con gran potencial turístico.</li> <li>• Aguas termales beneficiosas para la salud.</li> <li>• Clima apropiado.</li> <li>• Conservación ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del cantón a través de la actividad turística.</li> <li>• Incremento de turistas dentro del cantón.</li> <li>• Incremento de pequeños emprendimientos.</li> <li>• Nuevas fuentes de trabajo.</li> </ul>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de puntos de información turística.</li> <li>• Falta de promoción turística (marketing).</li> <li>• Falta de señalética.</li> <li>• Pocos guías turísticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de interés de las autoridades del cantón en la actividad turística.</li> <li>• Escaso transporte público.</li> <li>• Crisis económica del país.</li> <li>• Mayor promoción turística en los demás destinos de la provincia.</li> </ul>

**Fuente.** Arciniega (2022)

## **Propuesta de estrategias para fortalecer el termalismo del cantón Urcuquí**

El propósito de la presente propuesta es generar un conjunto de recomendaciones que pueden ser aplicadas dentro del cantón para fortalecer el termalismo (Tabla 3).

Tabla 3. Lista de estrategias

Estrategia	Objetivo	Descripción	Beneficiarios
Crear una marca turística	Comunicar al público el servicio principal de la localidad con el fin de crear un posicionamiento en la mente de los visitantes.	Para mejorar la imagen de un lugar, lo primero que se debe buscar es una identidad. Para ello, se propone crear una marca turística que capte la atención del cliente de una manera diferente.	Balnearios de aguas termales. Visitantes y turistas.
Campañas publicitarias	Dar a conocer al turista el turismo termal que ofrece el cantón Urcuquí.	Por medio de esta publicidad se podrán describir las características del servicio termal que oferta la localidad.	Balnearios de aguas termales. Visitantes y turistas.
Implementación de guías de turismo especializados	Brindar al turista un acompañamiento a los balnearios de interés, guiándole y compartiendo información necesaria.	Con esta estrategia se pretende buscar profesionales capacitados para asistir al turista en las actividades de termalismo que ofrece el cantón Urcuquí.	Turistas. Guías de turismo. Balnearios termales.
Creación de página web	Obtener visibilidad de los balnearios termales del cantón Urcuquí tanto a nivel nacional e internacional.	Hoy en día, Internet se ha convertido en una herramienta que facilita la adquisición de un producto o servicio. Por ello, la creación de esta página web facilitará la búsqueda de información sobre las termas.	Balnearios termales. Turistas nacionales e internacionales.

Fuente. Arciniega (2022)

## Conclusiones

Con la presente investigación se pudo determinar el potencial del turismo termal en el cantón Urcuquí. Se comprendió que, dentro de la localidad urcuquireña, los balnearios termales se ubican en dos parroquias del cantón: Tumbabiro, donde se encuentran cinco balnearios termales, Santa Agua Chachimbiro, Termas Arco Iris, Hacienda Chachimbiro, Hacienda San Jorge y Termas Agua Savia; y San Blas, parroquia en la que se localiza un establecimiento termal, el Complejo Ecoturístico Timbuyacu.



La situación actual de la zona en la que se encuentran situados los complejos termales es buena, su entorno natural se encuentra conservado debido al buen uso que se les da a las aguas y al ambiente del cual están rodeadas. Entre los principales servicios que ofertan los establecimientos se encuentran las piscinas de agua termal, el alojamiento, la alimentación y la recreación.

El diagnóstico realizado muestra la relevancia de las aguas termales en la salud del visitante. Se concluye que el termalismo ofrece grandes beneficios a la salud del turista; por ello, una de las razones por la que los usuarios acceden a los balnearios está relacionada con las propiedades curativas que brindan las aguas. Sin embargo, a su vez, se conoció que los motivos principales para visitar estos espacios son el descanso y el turismo. El mayor flujo turístico que reciben los complejos termales está protagonizado por turistas nacionales provenientes de Urucuquí, Ibarra, Atuntaqui, Salinas y Quito.

De acuerdo al análisis FODA realizado, se ha determinado que la principal fortaleza del cantón es el potencial turístico, por la presencia de balnearios de agua termal beneficiosa para la salud. A su vez, la debilidad y la amenaza que más destacan son la falta de promoción turística y la ausencia de interés por parte de las autoridades del cantón en el desarrollo de la actividad turística que se presencia en la localidad.

Es recomendable que el GAD Urucuquí tenga conocimiento de las estrategias planteadas para que sean socializadas y puestas en marcha en beneficio del turismo termal y la comunidad urcuquireña.

## Referencias

- Alegsa, L. (2018). Definición de potencialidad turística. Obtenido de [https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/potencialidad\\_turistica.php](https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/potencialidad_turistica.php)
- Andueza, F., Aguirre, M., Arciniegas, S., Parra, Y., Escobar, S., Medina, G. y Araque, J. (2018). Calidad bacteriológica del agua de los manantiales termales del balneario “Santa Ana” Cantón Baños, Tungurahua, Ecuador.
- El Universo. (2020). Santagua Termas de Chachimbiro, un atractivo más de Imbabura, Geoparque Mundial de la Unesco.
- GAD Municipal Urucuquí. (2022). Reseña Histórica de Urucuquí. Obtenido de <https://www.urcuqui.gob.ec/resena-historica-de-urcuqui/>
- Gambarota, D., y Lorda, M. (2017). El turismo como estrategia de desarrollo local.
- Gorski, A. (2017). Turismo “wellness”: qué es el termalismo y dónde se puede practicar.
- La Imagen. (2022). Termas de Timbuyacu.
- Lenuta, M. (2016). Turismo blaneario en Rumania.
- Martínez-Fernández, V., Sánchez-Amboage, E., Mahauad-Burneo, M. y Altamirano-Benitez, V. (2015). La gestión de los medios sociales en la dinamización de

destinos turísticos termales: análisis crosscultural de modelos aplicados en España, Portugal y Ecuador . Revista Hologramática.

Meijide, R. (2019). Actualidad de la medicina termal.

Ministerio de Turismo. (2018). Las termas de Ecuador, espacios para disfrutar del turismo de salud y bienestar.

Mourelle, M. L. (2009). Técnicas hidrotermales y estética del bienestar. EDICIONES PARANINFO SA.

Muñoz, C. (2018). Las Aguas Termales y sus propiedades curativas. Obtenido de [https://www.geosalud.com/aguas\\_termales/aguas\\_termales.htm](https://www.geosalud.com/aguas_termales/aguas_termales.htm)

Organización Mundial del Turismo. (2019). Tourism Definitions. Obtenido de <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284420858>

Proaño, A. (2020). Urcuquí, mágico y real. Talento Manual, p. 2.

Torres de la Fuente, J. A. (2021). Termalismo y turismo: el balneario de Carratraca (Málaga, España). Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio.

Westreicher, G. (2020). Estrategía. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/estrategia.html>

# Patrimonio alimentario. Recetas de bebidas tradicionales de Imbabura Geoparque Mundial UNESCO

Sonia Lorena Arellano , Ronny Kleber Soriano , Juan Carlos Andrade ,  
Erick Leonardo Tigse 

Arellano, Sonia Lorena  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra  
Autor para correspondencia: slarellano@pucesi.edu.ec

Soriano, Ronny Kleber  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra  
rksoriano@pucesi.edu.ec

Andrade V., Juan Carlos  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra  
jcandrade1@pucesi.edu.ec

Tigse, Erick Leonardo  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra  
eltigse@pucesi.edu.ec

## Resumen

El patrimonio alimentario de un territorio es un signo inequívoco de su identidad cultural; la pérdida o desconocimiento de este significa borrar la huella de los conocimientos, muchos de ellos ancestrales, acumulados y transmitidos durante varias generaciones. Las bebidas tradicionales, como la chicha y las coladas (*api*)<sup>1</sup>, forman parte del patrimonio alimentario de los pueblos andinos y han permanecido presentes en celebraciones familiares, comunitarias y patronales, venciendo a distintos problemas, entre ellos la aculturación, la migración y la globalización de la alimentación. Asimismo, el desinterés de las nuevas generaciones por prepararlas, ha ocasionado que su permanencia se limite a muy pocos eventos puntuales. El objetivo de este trabajo es documentar las recetas de bebidas tradicionales de la parroquia La Esperanza, como medida de salvaguarda del patrimonio alimentario del Geoparque Mundial de la UNESCO Imbabura. La investigación se define como básica de enfoque mixto. Se encuestó a una muestra representativa de 253 individuos de 13 a 90 años, residentes en la parroquia La Esperanza; por otra parte, se obtuvieron datos a través de entrevistas semiestructuradas aplicadas a tres maestras chicheras y dos expertos gastrónomos. Con la técnica de observación participante, se pudieron documentar trece tipos de coladas, una receta de chicha de jora y una de champús. El marco temporal del estudio abarca desde el mes de abril de 2021 hasta enero de 2022; la zona de estudio es la parroquia

1 *Api* en Kichwa significa colada de dulce.

rural la Esperanza, Ibarra, Imbabura, Ecuador. Se concluye que la bebida más conocida es la chicha de jora, seguida de la chicha de arroz, que, aunque no está hecha con un cereal autóctono, desde su introducción con la conquista española, este ha conseguido el favor de los paladares ecuatorianos.

**Palabras clave:** bebidas tradicionales, chicha, coladas de dulce, geoparque Imbabura, patrimonio alimentario, recetas

## Introducción

Este estudio nace de la preocupación por la pérdida del patrimonio alimentario local; actualmente, muchos países ponen en valor sus etnoconocimientos y su patrimonio alimentario, con miras a integrar las listas representativas del patrimonio cultural inmaterial de la UNESCO. La comida tradicional mexicana y la gastronomía francesa lograron en 2010 esta denominación. Así mismo, la dieta mediterránea y los saberes culinarios japoneses obtuvieron el reconocimiento en 2013. En 2020, el cuscús, el pan agrio aplanado, la *poñã ñana* (bebida ancestral) de Paraguay y la fruta granada, entre otros, consiguieron integrar estas prestigiosas listas (UNESCO, 2022).

La investigación identifica varios problemas, como la desvalorización de las bebidas ancestrales y tradicionales por parte de la misma población (Weismantel, 1994) y la globalización de la alimentación, por la cual varias comidas locales han sido desplazadas por productos industrializados que no benefician a la salud (De Suremain y Katz, 2009; Vizcarra, 2022; Housni et al., 2016; Fischler, 2010). Otro problema es el escaso número de estudios acerca del patrimonio alimentario y la cocina local; así lo indica el investigador Pazos (2010): “en el Ecuador, las investigaciones socioculturales con referencia a las cocinas regionales y al patrimonio culinario han sido escasas, se requiere investigar más y con mayor rigor científico” (p. 4). Ante esta problemática, esta investigación plantea la siguiente pregunta: ¿La documentación de las bebidas tradicionales de la parroquia La Esperanza contribuirá como medida de salvaguarda del patrimonio alimentario del Geoparque Mundial Imbabura?

Para encontrar la respuesta, este trabajo se propone documentar técnicamente las recetas de bebidas tradicionales de la parroquia La Esperanza, como medida de salvaguarda del patrimonio alimentario del Geoparque Mundial de la UNESCO Imbabura. Por otra parte, la investigación se justifica por el aporte teórico a un corpus bibliográfico limitado; los fascículos del patrimonio alimentario ecuatoriano editados por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural no han considerado, por el momento, la inclusión de bebidas tradicionales en sus inventarios.<sup>2</sup> Este estudio también tendrá un beneficio social, puesto que el catálogo servirá como vehículo educador y transmisor de los saberes del pueblo *karanki*,<sup>3</sup> asentado en la parroquia La Esperanza.

2 Ver: <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/ahora-puedes-descargar-los-fasciculos-de-patrimonio-alimentario/>

3 Los *karanki* están ubicados en la sierra norte, provincia de Imbabura, en los siguientes cantones: Ibarra, en las parroquias La Esperanza, Angochahua, Caranqui y San Antonio; Antonio Ante, en la parroquia Andrade Marín; Otavalo, en la parroquia San Juan de Ilumán, y Pimampiro,

El trabajo se organiza en 4 apartados. En la revisión teórica se expone la base teórica revisada a lo largo de la investigación. En un segundo apartado, se desarrolla la metodología, en la que se indican los métodos, técnicas, instrumentos y muestra utilizados. En el apartado de los resultados, se grafican los datos cuantitativos y se interpretan los cualitativos; asimismo, se incluyen trece tipos de coladas, una receta de chicha de jora, una de champús y, como complemento a esa información, se expone un inventario de utensilios y herramientas propias de la elaboración de bebidas. En el cuarto apartado se desarrolla la discusión y se presentan las recetas. Finalmente, en el último apartado, se exponen las conclusiones del estudio.

## Revisión teórica

El patrimonio alimentario de un territorio es un signo inequívoco de su identidad cultural; la pérdida o desconocimiento de este significa borrar la huella de los conocimientos, muchos de ellos ancestrales, acumulados y transmitidos durante varias generaciones. Desde la visión antropológica, este patrimonio acoge la comida y la bebida —la parte tangible— y los conocimientos acerca de cómo, cuándo y por qué elaborarlas, que corresponden al aspecto inmaterial, es decir, al etnoconocimiento (Prats, 1997, citado en Rosero, 2019).

La alimentación, entendida como comida y bebida, ha acompañado al hombre a través de los tiempos. Durante años, el ser humano ha aprendido de los alimentos de su entorno cómo domesticarlos, sembrarlos, cosecharlos y transformarlos en preparaciones a las que después les ha dado un significado; esto, unido al conocimiento empírico que da la experiencia (la conexión con los elementos y sentimientos), conforma los saberes y conocimientos ancestrales. Estos conocimientos están en peligro de desaparecer, de ahí la necesidad de buscar alternativas para salvaguardarlos. En concordancia con lo indicado, Ríos y Alemán (2019) mencionan:

El fragmento de salvaguardia permite evaluar el estado general de todas las bebidas en cuanto a sus fortalezas y a los riesgos que presenta frente a su permanencia, transmisión y sostenibilidad, además de las amenazas que podrían causar que desaparecieran con el tiempo. De este modo, las metodologías de salvaguardia permiten plantear diferentes propuestas para que, como se describió en los objetivos de la investigación, se rescaten, valoren, y perduren las bebidas tradicionales del Altiplano. (p. 8)

El diagnóstico de la situación actual del bien que se quiere proteger será el primer paso para emprender acciones de custodia y conservación.

Un aspecto importante dentro de la transmisión de saberes ancestrales es la oralidad. Las lenguas originarias, poco a poco, van desapareciendo; por ello, es necesario documentar los saberes por medio de testimonios orales que los perennicen. Ahora bien, las narrativas no siempre pueden captar los sentimientos u otras formas de pensar, sentir y obrar; por ello, habrá que tener la suficiente sensibilidad y empatía para acercar la información documentada y la información primaria (Peppino, 2005) XY disorders of sex development (DSD).

en las parroquias Mariano Acosta y San Francisco de Sigsipamba. Los *karanki* ubicados en esta última parroquia se encuentran en proceso de definición de su identidad. Su idioma nativo es el kichwa y su segundo idioma es el español.

La permanencia de las bebidas tradicionales andinas se han mantenido a pesar de varios factores adversos indicados previamente. Al tratarse de un espacio geográfico considerable, es necesario realizar estudios comparativos que aborden cómo este patrimonio se ha mantenido en otros territorios. Por ejemplo, la chicha de jora, o bebida de los dioses por su color dorado, ¿se prepara de la misma forma en Perú, Bolivia y Ecuador? ¿Qué ha cambiado? ¿Por qué? Estos son temas interesantes para tratar en otra investigación. Sin embargo, se pudo conocer que en la sierra del Perú la chicha de jora mantiene su estatus de bebida ceremonial; se sirve en las festividades, como el *Inti Raymi*, y se usa como ingrediente en la preparación de platos típicos, como el seco de cordero y el adobo arequipeño, ya que potencia sus sabores (Perurail.com, 2018).

Asimismo, en un estudio sobre las bebidas tradicionales mexicanas, se menciona que una manera de conseguir nutrientes es a través de los alimentos fermentados de tipo tradicional, pues estos contienen residuos de sustratos y levaduras, entre otros microorganismos, que les confieren un mayor valor alimenticio (Lacerda-Ramos y Freitas-Schwan, 2017). Esta información es relevante, puesto que el consumo de bebidas tradicionales beneficia a la salud humana, al contrario que las bebidas carbonatadas; debido a la globalización alimentaria, el mercado está plagado de estos líquidos nocivos. Por ello, es una responsabilidad recuperar el consumo frecuente de las bebidas tradicionales.

En este sentido, también es necesario tomar el ejemplo de Paraguay, que logró inscribirse en las listas representativas de Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI) de la UNESCO en 2020, poniendo en valor su bebida ancestral, denominada *pohã ñana*. Se trata de una hierba medicinal que se machaca en un mortero para luego mezclarla con agua fría; la beben en un mate a través de una bombilla metálica o de caña. Esta expresión cultural tiene sus orígenes en el siglo XVI, tiempo en que se establece un ritual para su bebida; además, se le conocen poderes curativos significativos (UNESCO, 2020).

La importancia de la gastronomía ecuatoriana radica en el mestizaje de productos autóctonos–nativos-andinos con los introducidos en la conquista, lo que da como resultado una infinidad de comida y bebida intercultural de carácter regional, en alusión a las cuatro regiones naturales del Ecuador. Es preciso poner en valor las bebidas, pues muchas veces no suscitan interés en la misma medida que la comida. Las bebidas han acompañado a la población ecuatoriana en diversas celebraciones; la chicha, por ejemplo, tiene una importancia destacada por su simbología y significancia, relacionada con la mujer indígena, que ha sido su custodia desde tiempos prehispánicos (Torres y Rivera, 2018).

El corpus de saberes en torno a las bebidas requiere de un cuidado más amplio por parte de los entes encargados de su conservación.

El Ministerio de Cultura y Patrimonio ejerce la rectoría del Sistema Nacional de Cultura para fortalecer la identidad Nacional y la Interculturalidad; proteger y promover la diversidad de las expresiones culturales; incentivar la libre creación artística y la producción, difusión, distribución y disfrute de bienes y servicios culturales; y salvaguarda de la memoria social y el patrimonio cultural, garantizando el ejercicio pleno de los derechos culturales a partir de la descolonización del saber y del poder; y de una nueva relación entre el ser humano y la naturaleza, contribuyendo a la materialización del Buen Vivir. (Ministerio de Cultura y Patrimonio [MCP], 2021, párr. 3)

La institución rectora debe activar todas las medidas necesarias para promover la práctica, transmisión y documentación de los saberes alrededor del patrimonio alimentario ecuatoriano, con miras a futuras postulaciones para integrar las listas representativas del Patrimonio Cultural Inmaterial de la UNESCO.

Hay que tener en cuenta que las bebidas tradicionales no solo son las chichas, también existen muchas preparaciones, como las denominadas coladas (*api*, en lengua kichwa), que, si bien no se consumen a diario, tienen una presencia importante. En ese sentido, se puede mencionar también el champús, bebida tradicional realizada a base de maíz crudo, es decir, que no se ha tostado; a raíz de la conquista, se agregaron a su preparación insumos traídos por los españoles, como canela, panela y hojas de naranjo, por lo que la receta original sería incierta (Mosquera, 2021).

## Métodos

Este estudio parte de una investigación básica con enfoque mixto, para poder abordar tanto datos numéricos como descriptivos acerca del fenómeno estudiado. La investigación es un estudio de caso que se circunscribe al territorio del Geoparque Mundial de la UNESCO Imbabura y, en concreto, a la parroquia rural La Esperanza. La obtención de datos se hizo a través de tres instrumentos: un cuestionario, una guía de entrevista y fichas de observación. Los instrumentos, según Hernández (1991), **son aquellos que se utilizan para registrar datos observables**, de modo que puedan representar verdaderamente la definición de variable que tienen los investigadores.

Respecto a las técnicas usadas, se diseñó una encuesta con ocho preguntas cerradas de categoría inédita; las encuestas se realizaron de forma presencial, a pie de calle, durante el mes de abril de 2022. Asimismo, se realizaron entrevistas semiestructuradas siguiendo una guía de entrevista de ocho preguntas abiertas, a fin de dar amplitud a las respuestas, las cuales podían variar en función de cada entrevistado (Blasco y Otero, 2008); esto ayudó a profundizar en algunos datos considerados relevantes. El levantamiento de la información a través de las entrevistas se llevó a cabo en el mes de mayo de 2022. En cuanto a la observación, fue de carácter participante, pues se recogieron *in situ* los datos que ocurrían alrededor del objeto de estudio. Al respecto, Martínez (2017) sostiene que en estudios socioculturales, la observación permite acercarse al objeto de estudio de forma clara y objetiva, para luego proponer soluciones a la problemática detectada; la técnica fue aplicada durante toda la investigación.

El universo de estudio constituye 4000 individuos, que corresponden a la población residente en la parroquia rural La Esperanza. Se escogió el rango de edad de 13 a 90 años, al considerarse que la población joven también debe ser tomada en cuenta para este tipo de estudios. A través del cálculo con la fórmula para población finita, se obtuvo una muestra (n) de 253 personas a encuestar.

## Caracterización del Territorio

La parroquia La Esperanza cuenta con 7363 habitantes y una superficie de 3476.3 hectáreas, 34 763 kilómetros cuadrados. Es un territorio agrícola que cuenta

con una variedad de climas, ya que su rango altitudinal es de 2400 msnm - 4600 msnm. Limita al norte con la ciudad de Ibarra, al sur con la parroquia de Angochagua, al este con el río Tahuando y al oeste con la parroquia de Caranqui. De acuerdo a los tipos generales de suelo, se puede establecer una clasificación de varios tipos, que se agrupan en diferentes unidades de suelo de clases agrícolas, teniendo como base esencial las características morfológicas, físico-químicas y topográficas que contienen. Asimismo, se pueden delimitar sobre un plano de clasificación decisiva, cuya finalidad es, básicamente, de carácter práctico, para el buen uso y manejo de la tierra por el hombre (P.D.O.T Imbabura 2015-2030, p. 7).

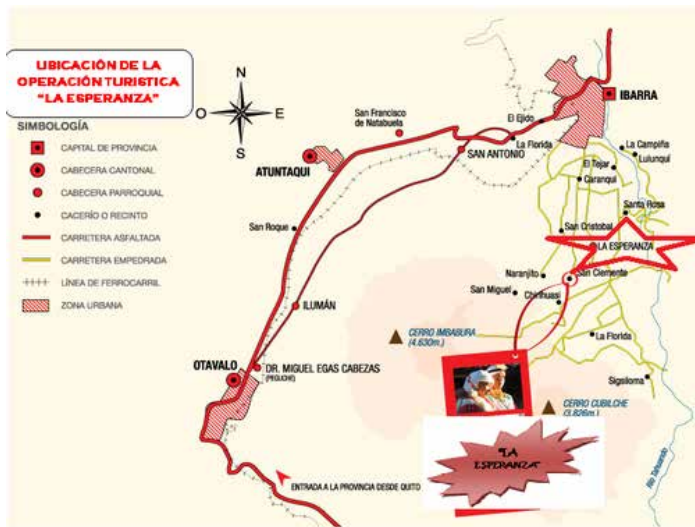


Figura 1. Mapa de la parroquia La Esperanza  
Fuente. Durán (2022)

## Resultados y Discusión

Los resultados cuantitativos permitieron identificar que las 253 respuestas provienen de personas en los rangos de edad de 38 a 49 años y de 50 a 61, años, por lo que los participantes conocen bien la realidad culinaria de la zona. El 70 % fueron mujeres, lo cual evidencia su conocimiento específico al elaborar las bebidas. Asimismo, un 64 % afirmó conocer las bebidas tradicionales de la Esperanza y un 73 % las ha consumido; del total de encuestados, un 40 % ha consumido chicha de jora y un 16 % chicha de arroz. Este dato nos muestra que el arroz ha desplazado a otros alimentos nativos de la zona. Un 8 % ha consumido el champús, bebida importante en la celebración de difuntos en el mes de noviembre. En cuanto a las ocasiones festivas donde han consumido, el 59 % lo ha hecho en celebraciones familiares, un 17 % en fiestas religiosas y un 14 % en ferias gastronómicas. Un 74 % reconoce la chicha de jora como la más importante dentro de todas las bebidas. En cuanto a los utensilios más conocidos a la hora de preparar bebidas, un 22 % mencionó la *bigsha* (cuchara muy grande de madera), un



19 % nombró la cuchara de palo, un 6 % la paila de bronce y un 6 % los pondos.

En la Tabla 1 se presentan las similitudes y diferencias en cuanto a la preparación de la chicha de jora en Ecuador y en Perú.

**Tabla 1.** Comparación de preparación de chicha de jora Perú-Ecuador

	<b>Chicha de jora</b>	<b>Chicha de jora</b>	<b>Chicha de jora</b>
	<b>Perú</b>	<b>Cayambe</b>	<b>La Esperanza</b>
<b>Utensilios</b>	· Vasija de barro	· Olla	· Pondo
	· Potos	· Tamizador	· Bigsha
	· Cojuditos	· Cucharas	· Barrica
		· Cuchillo	· Cedazo
		· Cucharón de madera	· Tulpa
		· Bowl	· Pilche
		· Pondo	· Platos de barro
		· Tabla de picar	
<b>Materia Prima</b>	· Maíz de jora	· Harina de jora	· Maíz de jora
	· Azúcar rubia	· Panela	· Hojas de atzera
	· Chancaca	· Cedrón	· Harina de maíz
	· Agua	· Manzanilla	· Agua
		· Hierbaluisa	· Panela negra
		· Orégano fresco	
		· Hierbabuena	
	· Tipo		
	· Piña		

**Procedi-  
miento**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p>1. Remojar la jora en agua tibia por media hora. Luego, cambiar el agua y dejar remojar por media hora más.</p> <p>2. Colar el maíz de jora y ponerla a hervir en tres litros de agua a fuego lento durante ocho horas, removiendo constantemente.</p> <p>3. Cuando entre en ebullición, no se debe permitir que el maíz de jora se reduzca, por lo que se debe agregar agua tibia para mantener el nivel.</p> <p>4. Agregar el azúcar y la chancaca hasta que se disuelva y esperar a que la bebida se enfríe.</p> <p>5. Colocar la chicha en vasijas de barro y protegerla con tamices tipo colador, por donde se filtre aire.</p> <p>6. Dejar la chicha en reposo durante ocho días. Una vez terminado el plazo, retirar la espuma, colar los sedimentos y endulzar al gusto.</p> | <p>1. Llevar a ebullición una olla con agua y hierbas aromáticas.</p> <p>2. Mezclar la harina de jora aparte, en un bowl, con agua, hasta que se diluya la harina y no queden grumos.</p> <p>3. Cuando el agua con hierbas comience a hervir, incorporar la harina mezclada con agua y remover constantemente, evitando que la harina se asiente en la olla.</p> <p>4. Dejar cocinar de 3 a 4 horas y añadir la panela, revisando que se diluya completamente.</p> <p>5. Dejar enfriar la chicha durante una noche.</p> <p>6. Lavar y picar la piña sin descartar la corteza.</p> | <p>1. Añadir harina de maíz en agua para dejar en remojo.</p> <p>2. Al día siguiente, se cuele en un cedazo y se procede a cocinar.</p> <p>3. Cuando se cocina esta mezcla nunca se deja de remover, hasta disminuir la cantidad de cuatro dedos.</p> <p>4. Comprobar que la mezcla esté mezclada completamente.</p> <p>5. Sacar de la tulpa.</p> <p>6. Poner en una barrica la mezcla, donde se guarda durante 8 días.</p> <p>7. Al octavo día, se procede a hacer la miel con panela negra y agua; se ahogan los bloques en agua hasta diluir, se mueve constantemente.</p> <p>8. Cuando este fría la miel, se agrega a la mezcla en la barrica. Servir en pilche.</p> |
|---|---|--|

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la información de la Tabla 1, existe similitud en el uso de utensilios, como las vasijas de barro, que se han continuado empleando con el paso del tiempo; también se observa el uso de los “cojuditos”, recipientes de madera parecidos a los pilches, ecuatorianos. Los pondos son de trascendental importancia dentro de la cultura indígena; en estos, tanto el agua como la chicha adquieren su particular sabor. La chicha de jora bien lograda proporciona múltiples beneficios y aportes alimenticios (Cerero-Calvo et al., 2022).


La diferencia entre las preparaciones de chicha en Ecuador y Perú, es que en este último se deja que el líquido se reduzca, por lo que hay añadir agua constantemente; en la chicha de Cayambe, se agrega agua una sola vez, en el momento de introducir la harina de maíz, cuando está en ebullición, para evitar grumos (Mosquera, 2021). Por el contrario, la de La Esperanza se deja en ebullición hasta conseguir una mínima reducción y se conserva en reposo antes de servir; algo parecido sucede en Perú, donde se reserva la chicha por ocho días. En las chichas de Cayambe y La Esperanza nunca se deja de remover para evitar que la harina se adhiera al asiento de la olla. Finalmente, se concluye que la chicha de jora de Cayambe es a la única que se le añaden especias, como cedrón, manzanilla, hierbaluisa, orégano fresco y hierbabuena, así como fruta de piña; justamente, esta forma de preparar chicha es la que más modificaciones ha sufrido.

La implementación de diversas especias se nota especialmente en la receta de la chicha de jora peruana y la cayambeña. En la de Perú se emplea clavo de olor en ciertas variantes de la receta, mientras que en la de Cayambe se emplean cedrón, manzanilla, hierbaluisa, orégano fresco y hierbabuena. Se perciben ciertos cambios en las recetas actuales con respecto a las originales, dependiendo de los elementos o alimentos de los que se dispone en el entorno cercano.


Las limitaciones de esta investigación radican en la ausencia de bibliografía específica de la parroquia La Esperanza, así como en la dificultad de mantener el contexto y la narrativa de algunos testimonios orales recibidos en kichwa a la hora de traducirlos al idioma español. Por último, para posteriores estudios, se sugiere desarrollar el tema de la aplicación de bebidas tradicionales y ancestrales en el ámbito vanguardista, por ejemplo, para la maceración y condimentación de salsas y carnes. Finalmente, se recomienda que, para investigaciones futuras, se cuente con material audiovisual de calidad para una mayor veracidad de los hechos.


A continuación, se muestran las recetas, fruto del trabajo de campo realizado en la etapa de observación participante. Cabe destacar que los investigadores participaron en la organización y elaboración de todas las bebidas que se muestran a continuación (todas las imágenes de este apartado son propiedad de los autores).


## Recetas (información de materia prima, utensilios y preparación)

Nombre:	CHAMPÚS
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Harina de maíz, 400 g.</li> <li>• Agua, 600 ml.</li> <li>• Panela al gusto.</li> <li>• Hojas de naranja, 2.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remojar la harina en agua durante tres días.</li> <li>2. Una vez pasados los tres días, cernir y cocinar desde agua fría.</li> <li>3. Agregar hoja de naranja.</li> <li>4. Cuando esté en cocción, no dejar de remover la mezcla, de tres a cuatro horas.</li> <li>5. Comprobar que la mezcla está muy espesa, retirar del fuego y reservar.</li> <li>6. Agregar miel de panela, que es panela diluida; es la única en la que se hace el proceso de miel, es decir, disolver la panela previamente para endulzar.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pondo</li> <li>• Batea</li> <li>• Cedazo</li> <li>• <i>Bigsha</i></li> <li>• Olla</li> </ul> <p><b>Principal uso</b></p> <p>Es considerada, con certeza, una bebida de temporada festiva; se consume en bautizos, matrimonios, bodas y/o todo evento ligado a la iglesia.</p> <p><b>Nota</b></p> <p>Bebida representativa de la parroquia La Esperanza.</p>


<b>Nombre:</b>	<b>COLADA DE MAÍZ REVENTADO</b>
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Harina de maíz reventado, 1000 g.</li><li>• Agua, 1.5 L.</li><li>• Leche, 500 ml.</li><li>• Panela al gusto.</li></ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Tostar maíz.</li><li>2. Pasar el maíz por molino o piedra de moler.</li><li>2. Hervir agua.</li><li>3. Mezclar la harina tostada en agua hasta disolver.</li><li>4. Agregar la harina en el agua hirviendo.</li><li>5. Mover constantemente hasta tener una sola mezcla y para que no se pegue al fondo.</li><li>6. Agregar leche y panela.</li><li>7. Servir.</li></ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tiesto</li><li>• Molino o piedra de moler</li><li>• Batea</li><li>• <i>Bigsha</i></li></ul> <p><b>Principal uso</b></p> <p>Bebida consumida para arduas y largas jornadas de trabajo por su alta cantidad proteica y energética.</p>


Nombre:	COLADA DE MOTE
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mote blanco o amarillo, 1000 g.</li> <li>• Agua, 1.5 L</li> <li>• Ceniza, 450 g.</li> <li>• Leche, 1 L.</li> <li>• Panela al gusto.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hervir en agua la ceniza de la leña, llevar a ebullición y agregar maíz.</li> <li>2. Verificar que el maíz empieza a descascararse, retirar del agua y lavar con agua fría.</li> <li>3. Dejar en remojo en agua para, al siguiente día, volver a cocinar en agua previamente hervida.</li> <li>4. Dejar cocinar y disolver el mote hasta que desaparezca.</li> <li>5. Finalmente, agregar panela y leche.</li> <li>6. Servir.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tulpa</li> <li>• Pilche</li> <li>• Cedazo</li> <li>• Olla</li> <li>• <i>Bigsha</i></li> </ul> <p><b>Principal uso</b></p> <p>Generalmente, se hace con los restos sobrantes de la cocción previa del mote.</p>


<b>Nombre:</b>	<b>COLADA DE HARINA DE MOTE</b>
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Agua, 1 L.</li><li>• Harina de mote, 700 g.</li><li>• Panela al gusto.</li></ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Usar mote pelado, secar y llevar a moler.</li><li>2. Después del proceso de molido, usar la harina.</li><li>3. Hervir el agua.</li><li>4. Mezclar la harina en agua fría previamente y después poner a hervir en el agua del fogón.</li><li>5. Dejar cocinar.</li><li>6. Endulzar con panela.</li></ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Piedra o molino</li><li>• Batea</li><li>• Olla</li><li>• Tulpa</li><li>• <i>Bigsha</i></li></ul> <p><b>Principal uso</b></p> <p>Generalmente, se hace con los restos sobrantes de la cocción previa del mote.</p>


<b>Nombre:</b>	<b>COLADA DE TRIGO PELADO (Uchu api de trigo pila)</b>
<b>Ingredientes</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Trigo, 400 g.</li><li>• Agua, 500 ml.</li><li>• Leche 300 ml.</li><li>• Panela al gusto.</li></ul>	 A photograph showing a clear glass filled with a light-colored, frothy beverage, identified as Colada de Trigo Pelado. The glass is placed on a grey, textured rock. The background features a lush green field with a wooden fence, some trees, and distant hills under a bright blue sky with scattered white clouds.
<b>Procedimiento</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cosechar el trigo, secar al sol y limpiar.</li><li>2. Tostar el trigo en el tiesto.</li><li>3. Moler el trigo en la piedra o molino.</li><li>4. Remojar unos breves minutos y enseguida cocinar desde agua fría.</li><li>5. Dejar cocinar hasta que se abra el grano y añadir leche.</li><li>6. Endulzar con panela al gusto.</li></ol>	<b>Utensilios</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tulpa</li><li>• Harnero</li><li>• Bigsha</li><li>• Batea</li></ul> <b>Principal uso</b> <p>Consumo doméstico en desuso.</p>




<b>Nombre:</b>	<b>COLADA DE ARROZ DE CEBADA</b>
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Arroz de cebada, 450 g.</li><li>• Agua, 500 ml.</li><li>• Panela al gusto.</li></ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Tostar en el tiesto el arroz de cebada.</li><li>2. Moler el arroz de cebada en la piedra.</li><li>3. Sacar el afrecho y retirar el polvo restante, que es la máchica.</li><li>4. Añadir el afrecho en agua previamente hervida, quitar la suciedad o limpiar.</li><li>5. Dejar cocinar hasta que se abran los granos, dará un tono un poco rosado.</li><li>6. Endulzar con panela al gusto.</li></ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tulpa</li><li>• Harnero</li><li>• <i>Bigsha</i></li><li>• Batea</li></ul> <p><b>Principal uso</b> Consumo doméstico.</p> <p><b>Nota</b> Es la única colada en la que no se agrega leche, ya que existía la creencia de que, si se hacía, se cortaría la leche de las vacas.</p>

Nombre	COLADA DE MÁCHICA ( <i>Uchu api de mishki</i> )
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Máchica, 450 g.</li> <li>• Agua, 500 ml.</li> <li>• Leche, 250 ml.</li> <li>• Panela al gusto.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hervir agua previamente, mezclar la máchica y espumarla (limpiar suciedad).</li> <li>2. Añadir endulzante de panela al gusto.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiesto</li> <li>• Tulpa</li> <li>• Anqara</li> <li>• <i>Bigsha</i></li> </ul> <p><b>Principal uso</b> Consumo doméstico.</p> <p><b>Nota</b> Es el sobrante del salvado de afrecho.</p>


Nombre:	CHICHA DE JORA ( <i>Jorasaua</i> )
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Harina de jora, 700 g.</li> <li>• Agua, 1 L.</li> <li>• Panela al gusto.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasar por molino o piedra el maíz de jora.</li> <li>2. Añadir harina de maíz en agua y dejar en remojo.</li> <li>3. Al siguiente día, se cuela en un cedazo y se procede a cocinar.</li> <li>4. Cuando se cocina esta mezcla nunca se deja de remover, hasta disminuir la cantidad de cuatro dedos.</li> <li>5. Comprobar que la mezcla está mezclada completamente.</li> <li>6. Sacar de la tulpá.</li> <li>7. Poner en una barrica la mezcla, donde se guarda durante ocho días.</li> <li>8. Al octavo día, se procede a hacer la miel con panela negra y agua. Se ahogan los bloques en agua hasta diluir, mover constantemente.</li> <li>9. Cuando este fría la miel, se agrega a la mezcla en la barrica. Servir en pilche.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pondo</li> <li>• Batea</li> <li>• Molino o piedra</li> <li>• <i>Bigsha</i></li> <li>• Barrica</li> <li>• Alpamanga</li> <li>• Cedazo</li> <li>• Harnero</li> </ul> <p><b>Principal uso</b> Bebida estelar en las fiestas del <i>Inti Raymi</i> y <i>Pawkar Raymi</i></p> <p><b>Nota</b> Es el sobrante del salvado de afrecho.</p>

Nombre:	COLADA DE QUINUA (Quinua de dulce)
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua, 1 L.</li> <li>• Quinua, 650 g.</li> <li>• Leche, 250 ml.</li> <li>• Panela al gusto.</li> <li>• Hierbaluisa.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lavar la quinua muy bien, quitar la suciedad.</li> <li>2. Hervir con agua desde fría, hasta que el grano se abra.</li> <li>3. Añadir leche y seguir cocinando.</li> <li>4. Agregar hierbaluisa.</li> <li>5. Endulzar con panela.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Olla</li> <li>• <i>Bigsha</i></li> <li>• Tulpa</li> </ul> <p><b>Principal uso</b> Consumo doméstico, no muy usual.</p> <p><b>Nota</b> Es opcional agregar hierbaluisa.</p>


<p><b>Nombre:</b></p>	<p><b>COLADA DE ZAMBO (Zambo de dulce)</b></p>
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua, 1 L.</li> <li>• Zambo, 600 g.</li> <li>• Leche, 150 ml.</li> <li>• Panela al gusto.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar un zambo maduro.</li> <li>2. Quitar cáscara y pepas. Picar el zambo.</li> <li>3. Hervir agua y añadir el zambo picado.</li> <li>4. Cocinar hasta que se haga “molo”, hasta que se deshaga.</li> <li>5. Añadir leche a elección.</li> <li>6. Endulzar con panela.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bigsha</i></li> <li>• Tulpa</li> <li>• Pilche</li> <li>• Olla</li> </ul> <p><b>Principal uso</b> Bebida de temporada, por la maduración y cosecha del zambo.</p> <p><b>Nota</b> Las mismas cáscaras del zambo cortado se usan para llevar la bebida a la boca.</p>


<p><b>Nombre:</b></p>	<p><b>COLADA DE ZAPALLO (Zapallo de dulce)</b></p>
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua, 1 L.</li> <li>• Zapallo, 600 g.</li> <li>• Panela al gusto.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar zapallo, lavar, pelar, sacar pepas y picar.</li> <li>2. Hervir agua, añadir el zapallo picado.</li> <li>3. Ver que se haga “ñuto” el zapallo, que se deshaga.</li> <li>4. Endulzar con panela.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tulpa</li> <li>• <i>Bigsha</i></li> <li>• Olla</li> </ul> <p><b>Principal uso</b> Bebida de temporada, por la maduración y cosecha del zapallo.</p> <p><b>Nota</b> Consumo doméstico, sin especificaciones.</p>

<b>Nombre:</b>	<b>COLADA DE MORA</b> ( <i>Moras api</i> )
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Agua, 1 L.</li><li>• Mora, 400 g.</li><li>• Harina de maíz, 500 g.</li><li>• Panela al gusto.</li></ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Tostar maíz blanco (reventar).</li><li>2. Moler el maíz junto con la mora.</li><li>3. Poner la harina de maíz pigmentada con mora en el agua y cocinar.</li><li>4. Poner panela</li></ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Bigsha</i></li><li>• Tulpa</li><li>• Pilche</li><li>• Olla</li><li>• Molino o piedra</li></ul> <p><b>Principal uso</b> Bebida de temporada, por la maduración y cosecha de la mora.</p> <p><b>Nota</b> Es usada en el día de los muertos para compartir; es conocida como la verdadera colada morada por su color.</p>

<p><b>Nombre:</b></p>	<p><b>COLADA DE MORTIÑO</b></p>
<p><b>Ingredientes</b></p> <p>Agua, 1 L.  Mortiño, 400 g.  Harina de maíz, 500 g.  Panela al gusto.</p>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tostar maíz blanco (reventar).</li> <li>2. Moler el maíz junto con el mortiño.</li> <li>3. Poner la harina con mortiño en el agua y cocinar.</li> <li>4. Poner panela.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <p><i>Bigsha</i>  Tulpa  Pilche  Olla  Molino o piedra</p> <p><b>Principal uso</b>  Bebida de temporada, por la maduración y cosecha del mortiño.</p> <p><b>Nota</b>  Es usada en el día de los muertos para compartir; es conocida como la verdadera colada morada por su color.</p>



<b>Nombre:</b>	<b>COLADA DE OCA</b>
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Agua, 600 ml.</li><li>• Oca, 400 g.</li><li>• Leche, 300 ml.</li><li>• Panela al gusto.</li></ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Seleccionar ocas y lavarlas bien.</li><li>2. Hervir agua, añadir la oca entera.</li><li>3. Verificar que se deshaga parcialmente.</li><li>4. Añadir leche y dejar en cocción unos minutos más.</li><li>5. Finalmente endulzar con panela.</li></ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Bigsha</i></li><li>• Tulpa</li><li>• Pilche</li><li>• Olla</li></ul> <p><b>Principal uso</b> Bebida de temporada, por la maduración y cosecha de la oca.</p> <p><b>Nota</b> Usada más para preparaciones y gustos en casa, es una colada grumosa, ya que la oca no se deshace por completo.</p>

<p><b>Nombre:</b></p>	<p><b>COLADA DE PINAN</b> (<i>Uchu api de hualicón o cerote</i>)</p>
<p><b>Ingredientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua, 1 L.</li> <li>• Pinna, 400 g.</li> <li>• Harina de maíz, 500 g.</li> <li>• Panela al gusto.</li> </ul>	
<p><b>Procedimiento</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tostar maíz blanco (reventar).</li> <li>2. Moler el maíz junto a los frutos.</li> <li>3. Poner la harina con los frutos en el agua y cocinar.</li> <li>4. Poner panela.</li> </ol>	<p><b>Utensilios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bigsha</i></li> <li>• <i>Tulpa</i></li> <li>• <i>Pilche</i></li> <li>• <i>Olla</i></li> <li>• <i>Molino o piedra</i></li> </ul> <p><b>Principal uso</b></p> <p>Bebida de temporada, por la maduración y cosecha del cerote o hualicónes.</p>

Mediante el trabajo de campo, se logró recabar información primaria de trece tipos de coladas, una receta de chicha de jora y una de champús. El trabajo cumplió con el objetivo de documentar recetas del patrimonio alimentario de la comunidad de La Esperanza, lo que constituye un gran logro desde la perspectiva de su conservación y difusión.

## Conclusiones

- Se evidencia la falta de publicaciones científicas acerca del patrimonio alimentario del Ecuador en general y de Imbabura en particular; las recetas de las cocineras tradicionales no tienen el respaldo de grandes editoriales, que prefieren publicar cocina internacional. De cualquier manera, este trabajo constituye una base teórica para salvaguardar el patrimonio alimentario del Geoparque Mundial de la UNESCO Imbabura.
- La conquista de los españoles hizo que llegaran un sinnúmero de animales, alimentos y especias, los cuales desplazaron los productos locales y autóctonos, dando paso a la transculturación de las cocinas. En el caso de las bebidas, se incorporaron distintas especias y, además, la panela, que reemplazó al *tzwarmishky*, endulzante natural derivado del ágave, de uso extendido entre los ancestros andinos.
- La relación entre la cocina y las festividades se manifiesta aún en nuestros días. Hay bebidas para cada festividad; por ejemplo, la chicha de jora se elabora en las fiestas de *Inti Raymi*; el zapallo de dulce se elabora cotidianamente, porque es una hortaliza perenne; y el champús, que se elabora a partir del maíz, es una bebida de celebraciones familiares, aunque también se consume en finados o fiesta de difuntos.
- La comparación de recetas entre países andinos permitió identificar diferencias y similitudes en las técnicas y métodos de preparación, así como en los utensilios, herramientas y materias primas. La base para la elaboración de la chicha de jora es agua, harina de jora y panela. En el contexto internacional utilizan un utensilio parecido al que se usa en la sierra ecuatoriana, el pilche; en Perú se conoce como cojuditos.

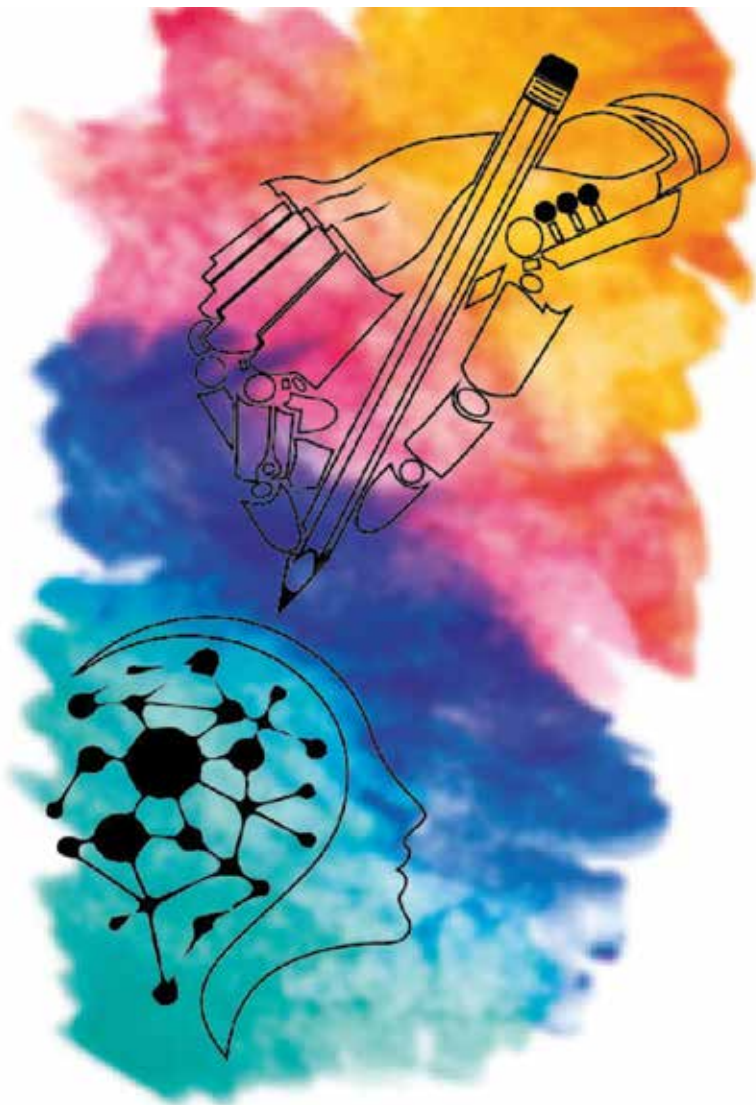
## Referencias

- Cerero-Calvo, C., Sánchez-Medina, M., Pérez-Santiago, A., Matías-Pérez, D., García-Montalvo, I., (2022). Probióticos presentes en bebidas fermentadas mexicanas. TIP Revista Especializada en ciencias Químico – Biológicas, Vol.25, DOI: <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.436> ISSN:2395-8723. <http://tip.zaragoza.unam.mx/index.php/tip/article/view/436>
- de Suremain, C.-É. y KATZ, E. (2009). Introducción: Modelos alimentarios y recomposiciones sociales en América Latina. *Anthropology of food [on line]*, S6. <https://doi.org/10.4000/AOF.6432>
- Durán, C. (2022). Bordados a mano del sector La Esperanza. <https://bordadoamanodelsectorlaesperanza.weebly.com/contactos.html>

- GAD La Esperanza. (2015). PDOT de la Parroquia La Esperanza. *Gobierno Parroquial Rural "La Esperanza," 1º*, 109. [https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT LA ESPERANZA.pdf](https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT_LA_ESPERANZA.pdf)
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural INPC. (2014). *Patrimonio Cultural Inmaterial* (E. Noboa (ed.)). Editorial Gráficas Hernández. <http://inmaterialdesign.com/index.php/mag>
- Lacerda-Ramos, C. y Freitas-Schwan, R. (2017). Technological and nutritional aspects of indigenous Latin America fermented foods. In *Current Opinion in Food Science*, 13, 97-102. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.07.001>.
- Meijide, R. (2019). Actualidad de la medicada termal.
- Ministerio de Turismo. (2018). Las termas de Ecuador, espacios para disfrutar del turismo de salud y bienestar.
- Mosquera, N. (2021). HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LAS BEBIDAS ANCESTRALES DE LA PARROQUIA URBANA CAYAMBE CANTÓN CAYAMBE. [Tesis de grado no publicada]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra, carrera de gastronomía.
- Mourelle, M. L. (2009). Técnicas hidrotermales y estética del bienestar. EDICIONES PARANINFO SA.
- Muñoz, C. (2018). Las Aguas Termales y sus propiedades curativas. Obtenido de [https://www.geosalud.com/aguas\\_termales/aguas\\_termales.htm](https://www.geosalud.com/aguas_termales/aguas_termales.htm)
- Organización Mundial del Turismo. (2019). Tourism Definitions. Obtenido de <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284420858>
- Proaño, A. (2020). Urcuquí, mágico y real. *Talento Manual*, p. 2.
- Torres de la Fuente, J. A. (2021). Termalismo y turismo: el balneario de Carratraca (Málaga, España). *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio*.
- Peppino Barale, A. M. (2005). El papel de la memoria oral para determinar la identidad local. *Revista Casa Del Tiempo*, 6, 6–11. <https://ijpeonline.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13633-018-0056-3>
- PERURAIL.COM (2022). *Chicha de jora: Una emblemática bebida peruana*. <https://www.perurail.com/es/blog/chicha-de-jora-la-historia-y-la-preparacion-de-una-emblematica-bebida-peruana/>
- Prefectura de Imbabura (2030). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE IMBABURA 2015-2035. <https://imbabura.gob.ec/phocadownload/K-Planes-programas/PDOT/PDOT%20IMBABURA%202015-2035.pdf>

- Ríos, L., y Alemán, J. (2019). *UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA Rector*. 1-37. [https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/2646/1/GUAAA-spa-2019-El\\_tratamiento\\_especial\\_de\\_las\\_conductas\\_delictivas\\_ejecutadas\\_en\\_el\\_marco\\_de\\_protestas\\_sociales](https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/2646/1/GUAAA-spa-2019-El_tratamiento_especial_de_las_conductas_delictivas_ejecutadas_en_el_marco_de_protestas_sociales)
- UNESCO. (2022). *Las listas del PCI y el Registro de Buenas Prácticas de Salvaguardia*. Patrimonio inmaterial - Sector de Cultura. <https://ich.unesco.org/es/listas>
- Vizcarra, I. (2022). La alimentación–salud de las mujeres en el campo mexicano del siglo XXI: desafíos para la soberanía alimentaria desde una mirada decolonial feminista. *Interdisciplina*, 10(26), 61-89. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2022.26.80969>
- Westreicher, G. (2020). Estrategía. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/estrategia.html>

# Tecnología e Innovación



# Kanban como Herramienta de Gestión para Actividades en Grupos de Investigación Informáticos

Enrique Xavier Garcés Freire , Verónica Maribel Pailiacho Mena 

Garcés Freire, Enrique Xavier  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, Ecuador

Pailiacho Mena, Verónica Maribel  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, Ecuador  
vpailiacho@pucesa.edu.ec

## Resumen

Kanban es un sistema visual y flexible que se adapta a cualquier tipo de desarrollo de proyectos y se acopla a grupos pequeños de trabajo. En este artículo se muestra el uso de tableros Kanban como herramienta compartida en línea en un grupo de investigación del área de informática, que, debido al proceso de confinamiento por el COVID-19, debió adaptarse a la situación y trabajar de forma remota para continuar los proyectos y actividades. Estos tableros permiten a los miembros del grupo conocer en qué fase se encuentra una actividad, quién es el responsable y qué nuevas actividades hay que desarrollar. Así, la pregunta que se plantea es la siguiente: ¿es posible usar el tablero Kanban para gestionar actividades en grupos de investigación de tecnologías de la información? Se muestran algunos tableros y sus ajustes, que se han realizado de forma esquemática dentro de las actividades del grupo. Se probaron algunas herramientas gratuitas disponibles en la web, que fueron encontradas por medio de búsquedas en Internet; la opción más flexible es una hoja de cálculo compartida, por su facilidad para diseñar tableros, su visualización y la ausencia de restricciones.

**Palabras clave:** Kanban, gestión, actividades de investigación, tecnologías de información

## Introducción

Kanban es un sistema de producción desarrollado por Taiichi Ohno para el sistema de producción de Toyota (Brown y Mitchell, 1991) que busca optimizar la producción e incrementar la productividad, lo que lo convierte en un sistema eficiente que reduce el desperdicio de producción y los tiempos muertos. Kanban es un sistema de la clase “justo a tiempo”, que, por su facilidad de manejo y adaptación a distintas facetas, se ha usado con éxito en muchas áreas, convirtiéndose en una herramienta para gestión de proyectos (Granados y Reyes, 2019; Cuenca et al., 2021). En el área de proyectos de tecnología también es una metodología válida (Ahmad et al., 2013; Morán, 2018), incluso se ha combinado con otras metodologías más tradicionales del desarrollo de *software*. Por

otra parte, en el área investigativa, los grupos de investigación buscan cada vez más la forma de gestionar el conocimiento (García y Gómez, 2015; Pineda, 2013). El presente artículo describe cómo se ha usado Kanban como elemento de gestión y planificación de actividades para un grupo de investigación del área de la tecnología de la información. Al ser un método visual, práctico y sencillo de implementar, fue una solución para gestionar las actividades planteadas a fin de cumplir objetivos antes, durante y después del período de confinamiento mundial debido al COVID-19, pues, durante el confinamiento, no se podían hacer reuniones de control de avance de tareas para saber quién las desarrollaba o en qué punto estaban, no se podían identificar los posibles problemas de retraso en el trabajo o las actividades pendientes ni era posible planificar el trabajo en base a los avances. En la actualidad, el grupo sigue usando esta herramienta, ahora que se ha regresado al trabajo con cierta normalidad. En este documento se comparten los ajustes que se han ido realizando a los tableros básicos; la pregunta que se responde es la siguiente: ¿es posible usar el tablero Kanban para gestionar actividades en grupos de investigación de tecnologías de la información? Para ello, se expone una pequeña explicación del uso de Kanban y, posteriormente, se describe su uso y los ajustes hechos por el grupo de investigación de inclusión digital en Ecuador.

## Revisión teórica

Kanban se define como un sistema que permite gestionar flujos de trabajo que puedan ser asumidos por los equipos encargados de cumplirlos. Su nombre proviene de las palabras japonesas *kan*, que significa visual, y *ban*, que significa tarjeta; Kanban entonces es un sistema visual que usa tarjetas para identificar el avance de un proceso dentro de una cadena principal. La idea es identificar las actividades y colocarlas en tarjetas que se moverán dentro de un tablero, en el cual se dividen las fases del proyecto. Esto permite conocer de forma visual en qué punto se encuentra una actividad o tarea, identificar posibles cuellos de botella para gestionar los recursos de manera ágil y solventar los inconvenientes (Morán, 2018; Cuenca et al., 2021; Boronat et al., 2017).

A continuación, se explica en detalle el método Kanban, cómo divide y organiza el trabajo; este método gráfico se apoya en un tablero dividido en columnas, en las que se colocan las fases del proyecto. Las actividades son representadas por tarjetas o *post-it*, que son las que se van moviendo por las fases hasta llegar al final, cuando concluye la actividad. El modelo base de Kanban propone un tablero con tres columnas: “por hacer”, “haciendo” y “terminada” (Tabla 1). Las columnas no son fijas en el método, cada proyecto puede generar las que sean necesarias (Castellano, 2019). Esta flexibilidad ha hecho que se vaya difundiendo su uso en algunos campos, como en el desarrollo de *software* o el mundo informático.

**Tabla 1.** Tablero Kanban básico

Por hacer	Haciendo	Terminada
-----------	----------	-----------



Los objetivos que busca satisfacer Kanban son (Castellano, 2019):

Establecer una programación en la que se pueda visualizar la producción.

Controlar el flujo de material.

Impulsar el mantenimiento de los procesos estandarizados.

Evitar la sobreproducción.

Controlar los inventarios.

Incrementar y mejorar la comunicación entre procesos y centros de trabajo.

Minimizar el producto en proceso.

Estos objetivos se ajustan según la terminología del campo en el que se esté aplicando. En la literatura sobre el método, se puede definir que las características básicas son:

- Visualizar los flujos de trabajo, por medio del tablero y las notas.
- Limitar el trabajo en proceso o *work in progress* (WIP). WIP es un acuerdo al que llega el equipo de trabajo acerca de cuántas actividades pueden estar en desarrollo en una fase; su fin es evitar cuellos de botella. En algunos casos se definen actividades mínimas o máximas en la fase.
- Gestionar el flujo de trabajo. Con Kanban se logra al medir el tiempo que una tarea se demora desde el inicio hasta el fin de todas las fases; para ello, se toman dos medidas: una llamada *lead time*, que es el tiempo que tarda un requerimiento en ser entregado, y *cycle time*, que es el tiempo en el que el requerimiento es trabajado hasta ser entregado. Por tanto, se podría decir que el *lead time* es el tiempo que, según el dueño del producto, pasará hasta recibir su producto terminado, mientras que el *cycle time* es el tiempo usado por los técnicos para desarrollar el trabajo hasta la entrega final.

En el mundo del desarrollo de *software*, Kanban fue introducido por David Anderson, de la Unidad de Negocios XIT de Microsoft, en 2004; en ese momento, se reemplazó el sistema de tarjetas por un tablero Kanban. Con el tiempo, poco a poco, se ha convertido en una herramienta para los grupos de desarrollo de proyectos de *software*, con modificaciones y ajustes que se han realizado de acuerdo a las necesidades (Ahmad et al., 2013).

Las fases principales de Kanban son: “por hacer”, “haciendo” y “hechas”; sin embargo, estas tres fases no siempre se adaptan a los desarrollos de proyectos de *software* y aquí radica una de las ventajas de Kanban, pues se puede adaptar a las necesidades del proyecto. Por ello, Gilibets (2013) recomienda definir fases, ya sean de planificación, de diseño o de pruebas, entre otras, con la finalidad de colocar en cada fase un máximo de tres tareas, las cuales pueden pasar de un estado a otro.

Esta flexibilidad ha permitido que Kanban sea una herramienta usada en diferentes áreas y que para los trabajos hechos por los autores del artículo haya sido un sistema útil de planificación y control de proyectos. Los ajustes realizados en esta herramienta y las experiencias como grupo de investigación se comparten en el siguiente apartado.

## Métodos

Para encontrar una herramienta que permita, como grupo, trabajar de forma ágil, flexible, práctica y poder controlar y ejecutar las actividades, se hizo una búsqueda en Internet a través de Google; la respuesta encontrada fue que Kanban es una herramienta que cumple con lo requerido. Una vez evaluadas las ventajas de Kanban, se adoptó como herramienta de trabajo. En el mercado existen muchas aplicaciones, tanto web como de escritorio y de celular, que permiten el uso de un tablero Kanban, algunas en versión gratuita con limitaciones y otras de pago con mayores prestaciones. En el caso del grupo de investigación, la herramienta se usa por la facilidad para compartirla entre los miembros del grupo y la flexibilidad para diseñar las columnas con las fases de las distintas actividades; para ello, se usa una hoja de cálculo compartida en la web. Para la sustentación teórica de este artículo se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos en Google Académico, con una cadena de búsqueda que permitió integrar la mayor cantidad de información.

## Resultados y Discusión

En los primeros proyectos se usó Kanban con las tres fases originales; la experiencia fue práctica, pero se necesitaba un mayor detalle de actividades, pues las tareas solo podían estar en uno de los tres estados. En proyectos pequeños que no requieren desarrollo de *software*, las fases básicas de Kanban son ideales, pero en proyectos de desarrollo se tiene la necesidad de poder dividir el trabajo en más fases. Sin embargo, la practicidad de Kanban con sus tres fases para proyectos permite una mayor concentración en las funciones del trabajo que en la metodología de trabajo.

Para el grupo, Kanban se ha convertido en una filosofía de trabajo que se puede ajustar a distintos campos y proyectos; al ser un sistema visual, ha permitido a los participantes del proyecto ver las tareas en las que se está trabajando, en qué fase se encuentra otra actividad y quién es el responsable. Uno de los ajustes que se ha hecho a Kanban para el desarrollo de proyectos, sobre todo al trabajar con generación de nuevos proyectos, es la propuesta que se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Tablero Kanban para generar ideas

Ideas	Por hacer	Haciendo	Terminada
-------	-----------	----------	-----------

La primera columna de ideas permite al grupo colocar futuros proyectos o futuras actividades en las que se puede trabajar; se van tomando una por una cuando se considera que pueden convertirse en un proyecto o formar parte de uno que está en ejecución. Este tablero Kanban permite que se puedan planificar a futuro las actividades. Para que las ideas sean tomadas como actividades válidas, son valoradas por el equipo y aceptadas. Este tablero es útil para valorar en general una idea y, posteriormente, su desarrollo de forma global. Cuando una idea es tomada de la columna de ideas se traslada a las

siguientes columnas y, en algunos casos, dependiendo de su alcance y complicación, se genera un nuevo tablero Kanban para un mayor control particular del proyecto.

Para el desarrollo de proyectos de *software*, con base en la experiencia del grupo, se ha planteado una variación de las fases de Kanban para usar una adaptación del ciclo de vida del *software* (Cadavid, 2013). Esto ha permitido obtener un tablero como el que se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Tablero Kanban para desarrollo de *software*

Análisis	Diseño	Desarrollo	Pruebas	Terminada
----------	--------	------------	---------	-----------

Este tablero no se usa siempre, pues en ocasiones es más práctico usar un tablero tradicional de tres fases como el de la Tabla 1, en el cual solo se describen las tareas que se deben cumplir para el desarrollo y se trabaja con un modelo incremental del proyecto.

Finalmente, para cualquiera de los tableros anteriores, el grupo ha aportado un ajuste: colocar en algunos de ellos una fila de prioridad. Para que sea más manejable, después de algunas pruebas, se decidió establecer dos prioridades, como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Tablero Kanban con prioridad

Prioridad	Por hacer	Haciendo	Terminada
Urgente			
Normal			

En este tablero, se colocan las actividades que tienen una mayor prioridad en la fila de prioridad urgente y se van cambiando de fase cuando están terminadas; las que no son catalogadas como urgentes se sitúan en la fila de prioridad normal. Un sistema de colores permite identificar qué actividades están a cargo de cada miembro del equipo de investigación, de tal manera que las actividades tienen el color correspondiente al encargado o encargados, según el caso.

A continuación, se muestra una representación esquemática de un tablero básico usado por el grupo, que ejemplifica el uso de Kanban dentro del entorno de Microsoft Excel, como tablero compartido (Figura 1).

Tablero General Kanban - Inclusión Digital 593			
Ideas	Por Hacer	Haciendo	Terminada
idea 1	Proyecto 1		Actividad 1
idea 2		Actividad 2	
idea 3	Actividad 3		
	Proyecto 2	Actividad 1	
	Actividad 2		
	Proyecto 3		

Figura 1. Tablero General de Kanban usado dentro del grupo

En las ocasiones en que se desarrolla un producto digital, el tablero usado de forma compartida en Microsoft Excel es el que se muestra en la Figura 2, en el que se presenta de forma esquemática la prioridad, las fases de desarrollo y los colores del responsable de cada tarea.

Tablero Kanban desarrollo de un producto - Inclusión Digital 593						
Prioridad	Por Hacer	Haciendo			Terminada	Código color / Investigador
		Analisis	Diseño	Desarrollo		
Urgente	Actividad 3		Actividad 4		Actividad 2	Investigador 2
Normal	Actividad 7	Actividad 6		Actividad 5		Investigador 3

Figura 2. Tablero Kanban de desarrollo de productos con prioridad y encargado

Para el grupo de investigación, en época del COVID-19, Kanban permitió seguir desarrollando proyectos de tesis referentes al tema de accesibilidad web para personas con discapacidad, un análisis de las normativas vigentes en Ecuador sobre accesibilidad de personas con discapacidad, generación de productos digitales accesibles, entre otros. Asimismo, posibilidad gestionar actividades propias de la planificación. Para el trabajo remoto y la facilidad de acceso, el equipo creó un documento basado en una hoja de cálculo, la cual fue compartida de manera colaborativa por Internet, usando las plataformas de ofimática con las que la universidad trabaja de manera oficial. Esto permitió tener un documento flexible en cuanto a diseño que se podía usar de forma eficiente para el control y gestión de actividades. No se usó una aplicación libre, de las que se pueden encontrar en Internet, debido a que suelen tener limitaciones de usuarios conectados o de número de lienzos Kanban que se pueden usar o, simplemente, porque las plantillas no se podían adaptar a lo que el grupo buscaba (Manager, s. f.; Kanbanize, s. f.; ProKanban, s. f.), como se muestra en la Figura 1 y Figura 2.

## Conclusiones

Se puede concluir, de acuerdo a lo revisado en Internet y a la experiencia de modificación y adaptación de los tableros para el trabajo del grupo, que Kanban es una metodología que se puede adaptar a distintos tipos de proyectos relacionados con la tecnología; el tablero facilita la visualización de las actividades en cada fase y que se puedan controlar los cuellos de botella, pues permite que no se sufran demoras innecesarias por realizar actividades irrelevantes para el proyecto. Al ser una herramienta visible, se puede observar el flujo de trabajo y redefinir el tiempo de una tarea en caso de ser necesario. Se ha demostrado que Kanban puede usarse en distintos ámbitos, como en este caso, en el que se ha utilizado para actividades de investigación relacionadas con el mundo de la informática. Su fácil uso hace que no se requiera un nivel de experticia por parte de los integrantes de los proyectos que la utilizan, lo que permite que los participantes puedan ser de distintas disciplinas. Existen muchas herramientas informáticas y web que permiten el uso de los tableros; en este caso, una hoja de cálculo compartida ha permitido trabajar en remoto sin complicaciones, debido a que era posible modificar libremente el diseño y acoplar tanto filas como columnas según la decisión de los miembros del grupo para su uso práctico. La metodología Kanban es fácil de incorporar a un proyecto de desarrollo de productos digitales gracias a su flexibilidad a la hora de definir fases y tareas; el grupo la ha unido con el ciclo de vida del *software* o metodologías como ADDIEI. Para el grupo, el tablero compartido ha permitido que cada investigador pueda saber qué actividad debe hacer, quién es responsable de otra actividad y qué actividades están pendientes de desarrollar, todo ello de una manera visual rápida que posibilita mantener un trabajo fluido y un equipo informado de los avances. Finalmente, por el aspecto práctico, se puede decir que un tablero básico con tres columnas se adapta a cualquier proyecto o producto.

## Referencias

- Ahmad, M. O., Markkula, J. y Oivo, M. (2013). Kanban in software development: A systematic literature review. *2013 39th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, 9-16. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2013.28>
- Boronat, T., Montañés Muñoz, N., García-Sanoguera, D., Fenollar, O. y Fombuena, V. (2017). Utilización de técnicas Kanban para la gestión de tesis doctorales. *In-Red 2017. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red.*, 110-116. <https://doi.org/10.4995/INRED2017.2017.6810>
- Brown, K. A. y Mitchell, T. R. (1991). A Comparison of Just-in-Time and Batch Manufacturing: The Role of Performance Obstacles. *The Academy of Management Journal*, 34(4), 906-917. <https://doi.org/10.2307/256395>
- Cadavid, A. N. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30. <https://doi.org/10.15665/rp.v11i2.36>
- Castellano Lendínez, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. *3C Tecnología Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 29(1), 30-41. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41>

- Cuenca Castillo, E. B., Culcay Guerrero, F. M. y Rodríguez, J. A. (2021). *Innovación de procesos de control de producción, mediante digitalización de tableros Kanban en el área de mecánica automotriz, para los talleres de servicios Toyota de importadora TOMBANBA S. A.* [Thesis, ESPAE - ESPOL]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52711>
- García Alsina, M. y Gómez Vargas, M. (2015). Prácticas de gestión del conocimiento en los grupos de investigación: Estudio de un caso. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 38(1), 13-25.
- Gilibets, (2013). *Qué es Kanban y cómo utilizarlo en el desarrollo de proyectos*. <https://www.iebschool.com/blog/metodologia-kanban-agile-scrum/>
- Granados, S. A. O. y Reyes, J. A. G. (2019). Sistema Kanban-Trello: Análisis de uso para el seguimiento de las observaciones del Programa Académico de Informática: Kanban-Trello System: use analysis for solving observations from Informatics Academic Program. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 6(2), 49-56. <https://doi.org/10.32671/terc.v6i2.37>
- Kanbanize. (s. f.). ¿Qué es un tablero Kanban y cómo utilizarlo? Explicación básica. Kanban Software for Agile Project Management. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/ques-tablero-kanban>
- Manager, T. D. P. (s. f.). *Mejora tu Flujo de Trabajo: Las 10 Mejores Herramientas Kanban en 2022 (Alternativas a Trello)*. The Digital Project Manager. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://thedigitalprojectmanager.com/es/tools/mejores-alternativas-trello-mejores-herramientas-kanban/>
- Morán Jorquera, W. M. (2018). *Desarrollo de un sistema de información para la gestión de producción en empresa de cervecería artesanal aplicando Kanban*. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/16125>
- Pineda Serna, L. (2013). Prospectiva estratégica en la gestión del conocimiento: una propuesta para los grupos de investigación colombianos. *Investigación y Desarrollo*, 21(1), 237-311.
- ProKanban. (s. f.). *Professional Kanban I Certification*. ProKanban.Org. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://prokanban.org/professional-kanban-i-certification/>

# Desarrollo de un Simulador Virtual 3D Mediante la Aplicación de Ecuaciones Cinemáticas para el Aprendizaje del Movimiento Parabólico

Daniela Alejandra Tupiza Peralta 

Tupiza, Daniela Alejandra  
Universidad Tecnológica Latinoamericana en línea (UTEL), México  
Universidad Central del Ecuador, Ecuador  
Autor de correspondencia: [datupizap@uce.edu.ec](mailto:datupizap@uce.edu.ec)

## Resumen

En la actualidad, existe la necesidad de buscar herramientas que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito educativo; así, el uso de simuladores o de *software* de simulación es una de las soluciones didácticas más aplicadas en la educación. El estudio de la física suele considerarse complicado de entender; sin embargo, el uso de estas herramientas hace que ese trabajo sea más sencillo. El presente artículo pretende describir el proceso de construcción de un simulador de movimiento parabólico en un ambiente 3D, mediante aplicación y comprensión de ecuaciones cinemáticas en el motor de videojuegos Unity 3D y la implementación de objetos 3D elaborados en el *software* de modelado Blender, con el objetivo de obtener un simulador que permita comprender el fenómeno físico movimiento parabólico de una forma interactiva. Finalmente, se presentan algunas reflexiones derivadas de la experiencia de desarrollo del simulador que consideran, por un lado, el conocimiento matemático a aplicar y, por otro lado, el conocimiento requerido en el momento de utilizar el *software* para la elaboración de modelados y el diseño de la física del simulador.

**Palabras clave:** simulador, movimiento parabólico, software de simulación, simulador de movimiento parabólico

## Introducción y revisión teórica

La incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha generado un gran impacto en el ámbito educativo, pues han traído consigo una serie de cambios y transformaciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Ramón et al., 2014). El uso de las TIC en la aplicación de recursos didácticos guía y motiva al estudiante en la construcción del conocimiento. La integración de tecnologías innovadoras se presenta como una valiosa herramienta que favorece la transmisión de información y permite establecer un ambiente de aprendizaje favorable (Zambrano y Zambrano, 2019; Bautista et al., 2014).

En el estudio de la física, usualmente, se recurre a representaciones idealizadas que en la mayoría de casos están bastante alejadas de la realidad, lo que limita la comprensión de conceptos; por ejemplo, en el ámbito de la cinemática, las prácticas que se realizan

se limitan a medir tiempos y distancias en movimientos simples, pues existe una gran dificultad de medida para movimientos complejos, como el tiro parabólico, movimiento en el que se dificulta la estimación de ángulos, alturas o parámetros instantáneos como la velocidad (Sánchez, 2020). Por consiguiente, el uso de simuladores forma parte de una solución alternativa que facilita el proceso de comprensión de los fenómenos físicos producidos. Peña y Alemán, citados por Días (2016), señalan:

Los simuladores se presentan como objetos de aprendizaje mediante un programa de *software* y procuran modelar o replicar los fenómenos producidos en la realidad de tal forma que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la interferencia y el aprendizaje por descubrimiento.

Existen simuladores enfocados en la enseñanza de la física; en este caso, hacemos énfasis en el movimiento parabólico, que podemos evidenciar en nuestra vida cotidiana, ya sea al golpear un balón de fútbol, al encestar en baloncesto, en el lanzamiento de bala con un cañón o en el tiro con arco, entre otros. Usualmente, los simuladores alojados en la web presentan estos casos mediante la implementación de gráficos 2D que, a través de la manipulación de ciertas variables iniciales, ejecutan dicho movimiento. Algunos de los simuladores más conocidos son: PHET (*Physics Education Technology*), simuladores realizados en GeoGebra, simuladores en Scratch o Educaplus, entre otros. Sin embargo, son muy pocos los simuladores presentados en un ambiente 3D, los cuales se pueden visualizar en videojuegos como *Angry Birds*, juegos de guerra, de disparos, de fútbol, etc.; estos no presentan la posibilidad de manipular variables necesarias para la comprensión del movimiento.

El presente trabajo pretende mostrar la construcción de un simulador en un ambiente 3D, enfocado en la enseñanza de la física del movimiento parabólico, desde la comprensión de la parte teórica hasta la implementación de modelados 3D y ecuaciones cinemáticas. Se presentará como resultado un simulador de movimiento parabólico en un ambiente 3D dentro de un aula de clase, que logra simular la ejecución de dicho fenómeno, evidenciando la parte teórica en función de la simulación de forma virtual.

## Simulaciones Existentes

Las simulaciones o *softwares* de simulación permiten aproximar eventos o sucesos del mundo real a una aproximación cuasi real; su uso en el proceso de enseñanza de la física permite recrear el comportamiento de objetos y modelos matemáticos, ofreciendo la ventaja de manipular las distintas variables que se requieren.

En la actualidad, existen algunos *softwares* de simulación para la enseñanza de la física y, específicamente, del movimiento parabólico; entre ellos se encuentran:

- PHET (*Physics Education Technology*) - Movimiento de un proyectil: Es una página web en la que se encuentran alojadas simulaciones interactivas en 2D destinadas a niveles de estudio de primaria, secundaria, bachillerato y universidad. Este proyecto es presentado por la Universidad de Colorado, en Boulder, Estados Unidos. Sus simulaciones están escritas en Java, Flash o HTML5 y se presentan de forma gratuita por medio de cualquier navegador (Camelo, 2020).



- Simuladores de movimiento parabólico en GeoGebra: Es un *software* matemático y dinámico enfocado a todos los niveles educativos que permite el trazado dinámico de construcciones geométricas, representaciones gráficas, representaciones algebraicas y cálculo de funciones, entre otras. El motor matemático de GeoGebra impulsa cientos de sitios web educativos, en los cuales se pueden realizar desde demostraciones simples hasta sistemas completos. Este *software* permite realizar simulaciones en 2D; por ello, suele ser usado para representar simulaciones con trayectorias parabólicas (GeoGebra, s.f).
- Simuladores de movimiento parabólico en Scratch: Es un entorno de programación desarrollado por un grupo de investigadores del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) que hace de la programación una actividad atractiva y accesible, sobre todo para aquellos que se enfrentan por primera vez a programar. En la plataforma Scratch se pueden encontrar diversos juegos o simulaciones relacionadas con el movimiento parabólico, estas representaciones se visualizan en 2D por medio de gráficos llamativos que permiten describir dicha trayectoria (Travieso, 2012).
- Tiro parabólico en Educaplus: Es un sitio creado por Jesús Peñas Cano, profesor de Física y Química. Contiene recursos interactivos flash de física, química, matemáticas, biología, ciencias de la tierra, tecnología y educación artística que fomentan el aprendizaje de forma práctica. Educaplus ofrece simulaciones de tiro parabólico que se presentan mediante imágenes en 2D y el trazo de la trayectoria representada (EMTIC, 2016).

Por tanto, se puede comprobar la existencia de varios simuladores de movimiento parabólico, los cuales se presentan en un ambiente 2D con múltiples gráficos que brindan un cierto grado de interés. Sin embargo, la mayoría no ofrece un ambiente “real”, es decir, un ambiente que, de cierta forma, le permita al usuario sentirse presente en la ejecución del movimiento, tal como lo haría una simulación en un ambiente 3D.

## Desarrollo del Simulador

Para el desarrollo del simulador se utilizaron dos herramientas: el *software* de modelado Blender de acceso libre y el motor de videojuegos Unity 3D en su versión gratuita. El primero se empleó para la creación de ciertos materiales 3D (reglas, disparador) que intervienen dentro del simulador y se complementan con los modelos obtenidos de forma gratuita a través de la Asset Store de Unity. El segundo se usó para la implementación de los materiales 3D y la integración de las ecuaciones cinemáticas analizadas que intervienen en el movimiento parabólico a representar.

A continuación, se detalla el proceso ejecutado para la elaboración del simulador de movimiento parabólico mediante la integración de ecuaciones cinemáticas.

## Análisis y Comprensión del Fenómeno Físico a Representar: Movimiento Parabólico

El movimiento parabólico, también conocido como tiro parabólico, tiro oblicuo o lanzamiento de un proyectil, se presenta cuando se lanza una partícula o cuerpo

rígido con una velocidad inicial que forma un ángulo de inclinación con respecto a la horizontal; este puede ser lanzado desde el suelo o desde una altura superior al mismo. (Fernández, n.d.)

Este tipo de movimiento se caracteriza principalmente cuando la trayectoria que describe una partícula u objeto forma una parábola, es decir, se produce un movimiento en dos dimensiones completamente independientes: movimiento en el eje horizontal (eje de las  $x$ ) y movimiento en el eje vertical (eje de las  $y$ ).

- Movimiento en el eje horizontal o eje  $x$ : El movimiento en este eje actúa como un movimiento rectilíneo uniforme (MRU), por lo que el cuerpo o partícula se mueve a velocidad constante durante todo el movimiento y el valor de la aceleración o gravedad no influye de ninguna manera (Fhybea, s.f.).
- Movimiento en el eje vertical o eje  $y$ : El movimiento en este eje actúa como un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV), por ende, el cuerpo o partícula se mueve con una velocidad variable en la cual influye un valor de aceleración, que es producido por la gravedad ejercida sobre el cuerpo (Fhybea, s.f.).

Existen diferentes tipos de movimiento parabólico, los cuales dependen de la trayectoria recorrida, es decir, dependen de dónde inicia o finaliza el movimiento del cuerpo. Los tipos de movimiento parabólico son los siguientes: parábola completa, se presenta cuando la partícula recorre una trayectoria parabólica completa, es decir, cuando la altura de lanzamiento coincide con la altura final de llegada; media parábola ascendente, se presenta cuando la partícula lanzada aumenta su altura recorrida respecto a su posición original; media parábola descendente, se presenta cuando la partícula es lanzada disminuyendo su altura respecto al suelo; porción de parábola, se presenta cuando la partícula describe una trayectoria parabólica sin necesidad de presentar una porción media o completa (Enfísica, 2019).

Para la simulación se considera el movimiento a partir del lanzamiento del cuerpo o partícula desde su posición inicial, tomada a partir del punto de referencia (0,0) o una altura superior a él, de tal forma que describa una trayectoria parabólica completa, media parábola descendente o una porción de parábola que inicie a cierta altura hasta llegar al punto de referencia “suelo”. En este sentido, se considera el movimiento con un valor de posición inicial en el “eje  $y$ ” variable y un valor de posición inicial en el “eje  $x$ ” constante e igual a cero.

## Modelamiento Teórico de Ecuaciones Cinemáticas

El lanzamiento de la partícula o cuerpo de prueba da inicio desde una altura variable ( $y_0$ ) con una velocidad inicial ( $v_0$ ) que forma un ángulo ( $\alpha_0$ ) con la horizontal (Figura 1). La simulación del movimiento se produce únicamente en dos dimensiones “eje  $x$ ” y “eje  $y$ ”; sin embargo, se deben considerar las posiciones en el “eje  $z$ ”, debido a que la simulación se reproduce en un ambiente 3D (3 dimensiones).

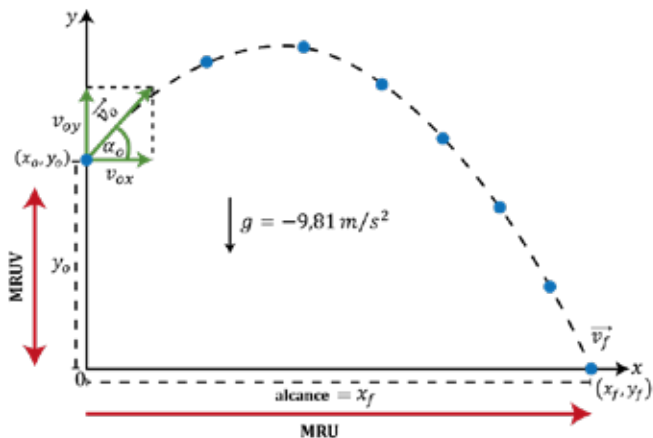


Figura 1. Esquema movimiento parabólico

La simulación se muestra dentro de un aula de clase; se pretende lograr la inmersión del usuario en el ambiente simulado. El lanzamiento se produce por medio de una pequeña catapulta de altura y velocidad inicial variable. La Tabla 1 muestra los datos iniciales considerados para la simulación del movimiento.

Tabla 1. Datos Iniciales del Movimiento Parabólico

Dato	Símbolo	Rango de valores
Velocidad inicial	$v_0$	0 m/s a 3 m/s
Posición inicial en el “eje x”	$x_0$	0 m
Posición inicial en el “eje y”	$y_0$	0 m a 1.5 m
Posición inicial en el “eje z”	$z_0$	0 m
Ángulo de lanzamiento	$\alpha_0$	$0^\circ$ a $180^\circ$ y $0^\circ$ a $-180^\circ$
Gravedad	$g$	$-9.81 \text{ m/s}^2$

Como la simulación se muestra en un ambiente 3D, es necesario representar las variables a utilizar en coordenadas rectangulares, es decir, con sus componentes en los ejes “x,y,z”, tomando en cuenta que los valores designados para el “eje z” corresponderán a cero, ya que no existe movimiento en dicho eje.

Las componentes vectoriales para los “ejes x, y, z” de la velocidad inicial presentadas en la Tabla 1 vienen dadas por las Ecuaciones 1, 2 y 3.

$$v_{ox} = v_o \cos \alpha_o \quad (1)$$

$$v_{oy} = v_o \sin \alpha_o \quad (2)$$

$$v_{oz} = 0 \quad \frac{m}{s} \quad (3)$$

La posición inicial del cuerpo cuyos valores se muestran en la Tabla 1, en coordenadas rectangulares, está dada por la expresión:

$$\vec{r}_o = (x_o, y_o, z_o)$$

La posición final del cuerpo en coordenadas rectangulares está dada por la expresión:

$$\vec{r}_f = (x_f, y_f, z_f)$$

Así, para hallar las ecuaciones que ayuden a determinar la posición final del cuerpo, se analizó el tipo de movimiento ejercido en los “ejes x, y”, considerando además que la posición final en el “eje z” es igual a cero.

### **Ecuaciones que rigen al movimiento en los “ejes x, y”**

#### **Eje x: Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)**

El movimiento se caracteriza por mantener una aceleración nula y velocidad constante, además, viene dada por la Ecuación 4.

$$v = \frac{\Delta x}{t} \quad (4)$$

Como la velocidad en el “eje x” se mantiene constante a lo largo del tiempo y la posición inicial en dicho eje es igual a cero, tenemos la Ecuación 5.

$$\begin{aligned}
 v_x &= v_{ox} = v_{fx} = cte \\
 \Delta x &= v_{ox} \cdot t \\
 x_f - x_o &= v_{ox} \cdot t \\
 x_f - 0 &= v_{ox} \cdot t \\
 x_f &= v_{ox} \cdot t
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

### Eje y: Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

El movimiento se caracteriza por mantener una velocidad variable y aceleración constante, que viene dada por el valor de la gravedad. Además, la posición final en el “eje y” está dada por la Ecuación 6.

$$\begin{aligned}
 \Delta y &= v_{oy}t + \frac{1}{2}gt^2 \\
 y_f - y_o &= v_{oy}t + \frac{1}{2}gt^2 \\
 y_f &= y_o + v_{oy}t + \frac{1}{2}gt^2
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Como se observa en las Ecuaciones 5 y 6, para hallar el valor de las posiciones finales en los “ejes x, y” es necesario encontrar el tiempo que se demora la partícula en recorrer la trayectoria desde su lanzamiento hasta su posición final. Para ello, fue necesario realizar un análisis del tiempo total recorrido.

### Tiempo total

Corresponde al tiempo en el que la partícula se encuentra en movimiento, es decir, desde que sale de su posición inicial ( $r_{ox}, r_{oy}$ ) hasta chocar con la superficie (suelo), punto que se considera como su posición final ( $r_{fx}, r_{fy}$ ).

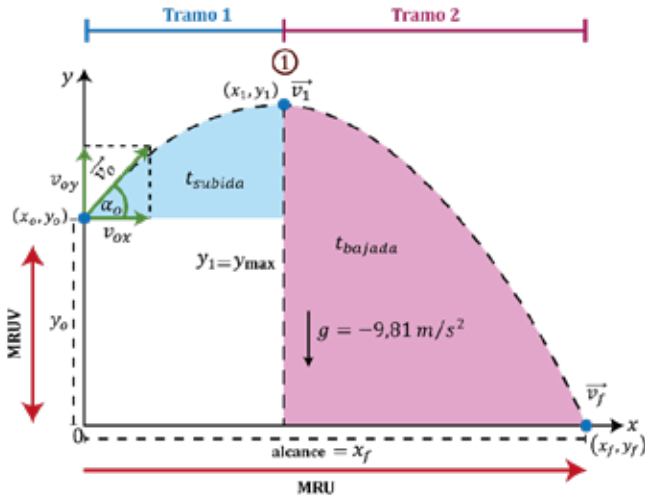


Figura 2. Esquema del movimiento dividido por tramos

Para determinar el tiempo total, se divide al movimiento en dos tramos, tomando el punto 1 definido en la Figura 2 como la posición en la que la partícula llega a su máxima altura. De esta forma, se evidencian dos casos: el tiempo de subida hasta dicho punto y el tiempo de bajada desde el mismo punto hasta que el cuerpo choca con la superficie, de lo que se obtiene la Ecuación 7.

$$t_{total} = t_{subida} + t_{bajada} \quad (7)$$

### Análisis de subida

Para esta sección, se considera el periodo de tiempo y la trayectoria recorrida desde que el cuerpo de prueba es lanzado desde su posición inicial  $(x_0, y_0, z_0)$  hasta llegar a la posición  $(x_1, y_1, z_1)$ , mostrado en la Figura 2, donde  $y_1$  corresponde a la altura máxima alcanzada, posición a la que llega la partícula con una velocidad igual a cero.

$$v_1 = 0 \frac{m}{s}; v_{1x} = v_{1y} = 0 \frac{m}{s}$$

### Tiempo de subida

Para hallar el tiempo de subida, se analiza el tramo 1 descrito en la Figura 2 y se

reemplaza el valor  $v_{fy}$ , que representa la velocidad final del tramo analizado en la Ecuación 8. Finalmente, se despeja el tiempo de subida, obteniendo la expresión dada por la Ecuación 9.

$$\begin{aligned}v_{fy} &= v_{oy} + gt_{subida} \\v_{1y} &= v_{oy} + gt_{subida} \\0 &= v_{oy} + gt_{subida}\end{aligned}\tag{8}$$

$$t_{subida} = -\frac{v_{oy}}{g}\tag{9}$$

### Altura máxima

Representa la posición en el “eje y” correspondiente a la altura máxima a alcanzar, posición a la que llega la partícula con una velocidad igual a cero. En el tramo 1, detallado en la Figura 2,  $y_1$  representa la altura máxima y la posición final en el “eje y”; este valor está representado en la Ecuación 10.

$$\begin{aligned}y_{max} &= y_1 \\y_f &= y_o + v_{oy}t + \frac{1}{2}gt^2 \\y_1 &= y_o + v_{oy}t_{subida} + \frac{1}{2}gt_{subida}^2\end{aligned}\tag{10}$$

Posteriormente, se reemplaza el tiempo de subida de la Ecuación 8 en la Ecuación 10 y se simplifican términos semejantes, obteniendo la expresión dada por la Ecuación 11.

$$\begin{aligned}y_1 &= y_o + v_{oy}\left(-\frac{v_{oy}}{g}\right) + \frac{1}{2}g\left(-\frac{v_{oy}}{g}\right)^2 \\y_1 &= y_o - \frac{v_{oy}^2}{g} + \frac{g}{2}\left(\frac{v_{oy}^2}{g^2}\right) \\y_1 &= y_o - v_{oy}^2\left(\frac{1}{2g}\right) \\y_1 &= y_o - \frac{v_{oy}^2}{2g}\end{aligned}\tag{11}$$

## Análisis de bajada

Para esta sección, se considera el periodo de tiempo y la trayectoria recorrida desde que el cuerpo de prueba parte desde la posición  $(x_1, y_1)$  hasta llegar a la posición  $(x_f, y_f)$ , mostrado en la Figura 2, donde  $y_1$  corresponde a la altura máxima alcanzada; de esta posición parte la partícula con una velocidad  $v_1$  igual a cero,  $y_f$  corresponde a la altura en que la partícula choca con el suelo, es decir:

$$v_1 = 0 \frac{m}{s}; v_{1x} = v_{1y} = 0 \frac{m}{s} \quad (12)$$

$$y_f = 0 \text{ m} \quad (13)$$

## Tiempo de bajada

Para hallar el tiempo de bajada, se analiza el tramo 2, detallado en la Figura 2, considerando como posición inicial las coordenadas  $(x_1, y_1)$  y como posición final las coordenadas  $(x_f, y_f)$ , obteniendo la Ecuación 14.

$$y_f = y_o + v_{1y}t + \frac{1}{2}gt^2 \quad (14)$$

$$y_f = y_1 + v_{1y} * t_{bajada} + \frac{1}{2}gt_{bajada}^2$$

Posteriormente, se reemplaza la Ecuación 11 y la variable  $v_{1y}$  de la Ecuación 12 en la Ecuación 14; se reducen términos y se llega a la expresión cuadrática dada por la Ecuación 15.

$$0 = y_o - \frac{v_{oy}^2}{2g} + (0)t_{bajada} + \frac{1}{2}gt_{bajada}^2$$

$$0 = y_o - \frac{v_{oy}^2}{2g} + 0 + \frac{1}{2}gt_{bajada}^2$$

$$0 = y_o - \frac{v_{oy}^2}{2g} + \frac{gt_{bajada}^2}{2} \quad (15)$$

$$\frac{g}{2}t_{bajada}^2 + 0t_{bajada} + y_o - \frac{v_{oy}^2}{2g} = 0$$

Aplicando la fórmula general para resolver ecuaciones cuadráticas se obtienen las Ecuaciones 16 y 17.



$$\begin{aligned}
 t_{bajada} &= \frac{0 \pm \sqrt{0^2 - 4\left(\frac{g}{2}\right)\left(y_o - \frac{v_{oy}^2}{2g}\right)}}{2\left(\frac{g}{2}\right)} \\
 t_{bajada} &= \frac{\pm \sqrt{-\left(\frac{4g}{2}\right)\left(\frac{(2g)(y_o) - v_{oy}^2}{2g}\right)}}{g} \\
 t_{bajada} &= \frac{\pm \sqrt{-(2gy_o - v_{oy}^2)}}{g} \tag{16} \\
 t_{bajada} &= \frac{\pm \sqrt{v_{oy}^2 - 2gy_o}}{g} \\
 t_{bajada 1} &= \frac{\sqrt{v_{oy}^2 - 2gy_o}}{g}
 \end{aligned}$$

$$t_{bajada 2} = -\frac{\sqrt{v_{oy}^2 - 2gy_o}}{g} \tag{17}$$

Se debe tomar en cuenta que el valor del tiempo no puede ser negativo, por lo que se descarta dicho valor. Así, se procede a analizar el valor de la gravedad descrito en la Tabla 1 para las Ecuaciones 16 y 17; al reemplazar el valor de gravedad en ambas ecuaciones, se obtuvo que la Ecuación 16 arroja un valor negativo, por lo que se descarta como respuesta viable. Por el contrario, al reemplazarla en la Ecuación 17, se obtuvo un valor positivo, por lo que se asume como respuesta para la variable tiempo de bajada.

Por consiguiente, reemplazando los valores encontrados para el tiempo de subida y tiempo de bajada correspondientes a las Ecuaciones 9 y 17, respectivamente, en la Ecuación 7 se obtiene la Ecuación 18, que corresponde al tiempo total.

$$\begin{aligned}
 t_{total} &= -\frac{v_{oy}}{g} - \frac{\sqrt{v_{oy}^2 - 2gy_o}}{g} \\
 t_{total} &= -\left(\frac{v_{oy} + \sqrt{v_{oy}^2 - 2gy_o}}{g}\right) \tag{18}
 \end{aligned}$$

Finalmente, a modo de resumen, la Tabla 2 detalla las ecuaciones importantes que intervienen en la simulación del movimiento.

**Tabla 2.** Ecuaciones que rigen el movimiento

Variables	Ecuación
Velocidad inicial en x	$v_{ox} = v_o \cos \alpha_o$
Velocidad inicial en y	$v_{oy} = v_o \sin \alpha_o$
Velocidad inicial en z	$v_{oz} = 0 \frac{m}{s}$
Tiempo Total	$t_{total} = -\left(\frac{v_{oy} + \sqrt{v_{oy}^2 - 2gy_o}}{g}\right)$
Posición final en x	$x_f = v_{ox} \cdot t_{total}$
Posición final en y	$y_f = y_o + v_{oy}t_{total} + \frac{1}{2} \cdot gt_{total}^2$
Posición final en z	$z_f = 0 \text{ m}$

## Modelado de Objetos 3D

El proceso de modelado 3D consiste en utilizar una herramienta de *software* especializada en la creación de objetos tridimensionales, de tal forma que permita digitalizarlos. Para la creación de los objetos 3D que intervienen en la simulación se utilizó la herramienta de software Blender, así como objetos descargados de forma gratuita de la Asset Store de Unity y objetos base proporcionados por el motor de videojuegos Unity 3D. Los objetos utilizados se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Modelados utilizados en la simulación

Software de modelado Blender	Asset Store de Unity	Motor de videojuegos Unity 3D
Regla graduada en milímetros (2 m)	Aula de clase	Esfera (partícula o cuerpo de prueba)
Regla graduada en milímetros (3 m)	Mesa	Marca (punto de choque de la esfera con la mesa – posición final)
Disparador		Ambiente 3D

## Software de Modelado Blender

Blender es una herramienta multiplataforma de modelado y animación 3D que permite crear o diseñar objetos, personajes y escenas en tres dimensiones por medio de diversas técnicas de modelado, además de incluir ciertos tipos de iluminación, animación, *rigging* y el renderizado de las mismas (Pérez, 2011, p. 13). La creación de objetos por medio del *software* Blender se realiza a partir de primitivas básicas que ofrece la herramienta, las cuales son manipuladas hasta obtener el modelado final (Figura 3 a, b). Una vez obtenido el modelado, se le integraron materiales con texturas, acorde al requerimiento del modelo (Figura 3 c, d).

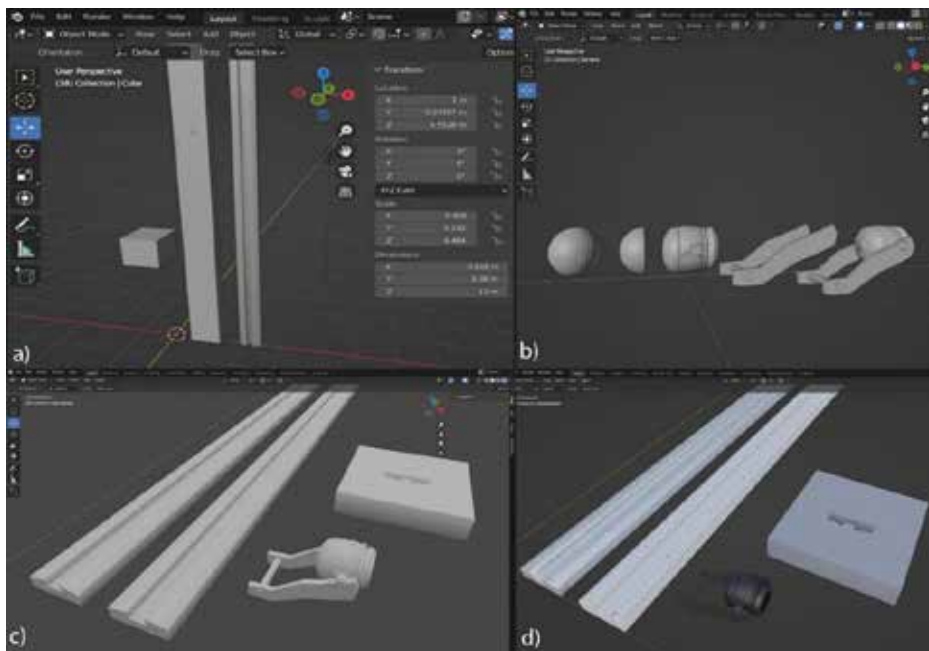


Figura 3. Objetos 3D realizados en el software Blender

Finalmente, se exportan los modelos en formato .fbx para ser implementados en el motor de videojuegos Unity 3D.

## Asset Store de Unity

El Asset Store de Unity es una biblioteca o galería de *assets* (objetos que se pueden usar dentro de un proyecto Unity, como modelados 3D, audio, imágenes o archivos compatibles con el *software*) que pueden ser comerciales o gratuitos y que son creados por Unity Technologies o miembros de la comunidad. Existen una gran variedad, desde

texturas, modelos y animaciones hasta ejemplos de proyectos completos, tutoriales y extensiones del editor. Son accesibles desde una interfaz simple dentro del editor y son descargados e importados directamente a los proyectos (Unity Technologies, s.f.).

Para complementar el ambiente 3D del simulador se utilizaron los modelos aula de clase (*pixel horror abandoned classroom*) y mesa (*table*), obtenidos a través de la Asset Store de Unity de forma gratuita (Unity Technologies, 2022; Unity Technologies, 2021). Estos modelos sirven de ayuda para complementar parte del ambiente en el que se ejecuta el simulador; cabe destacar que dichos modelos permiten modificaciones, las cuales se pueden realizar en el motor de videojuegos de Unity.

### Implementación de modelados 3D y creación del ambiente virtual en el motor de videojuegos Unity 3D

Unity es un motor gráfico multiplataforma 2D y 3D de videojuegos creado por la empresa Unity Technologies. Se basa en el lenguaje C#, que sirve para darle vida a los gráficos u objetos dentro del proyecto; permite la creación de videojuegos, animaciones, simulaciones, etc. (Escuela Británica de Artes Creativas y Tecnología, s.f.).

Para la creación del simulador es necesario implementar los modelados previamente realizados u obtenidos, verificando que las texturas se añadan de forma correcta y posicionándolos de acuerdo con las necesidades del simulador, por ejemplo: las reglas deben posicionarse de tal forma que sus puntos de inicio coincidan con los ejes “x, y” de la esfera (punto de referencia), para la regla horizontal 3 m y para la regla vertical 2 m, respectivamente. El aula de clase se formó mediante el modelado *pixel horror abandoned classroom* y *table*, importados desde el Asset Store de Unity. Se posicionó de acuerdo a la posición de reglas y disparador (Figura 4).

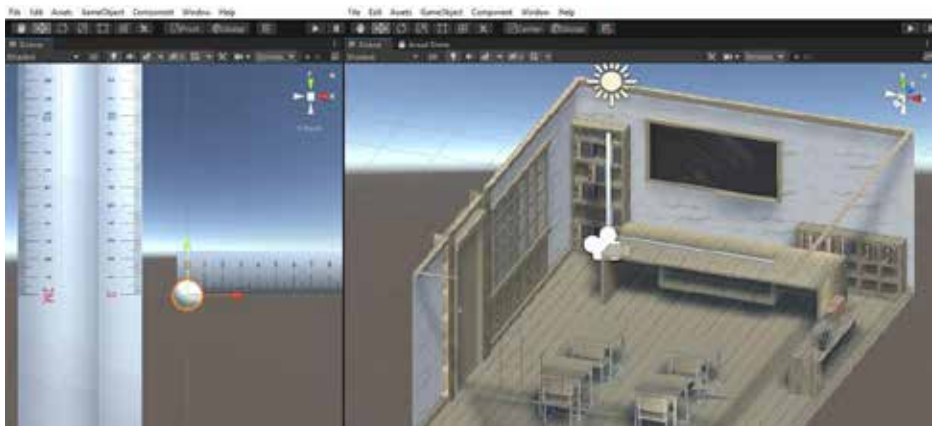


Figura 4. Implementación de modelados obtenidos mediante el *software* de modelado Blender, Asset Store y objetos propios de Unity

## Simulación del movimiento

Una vez creado el ambiente 3D mediante la integración de objetos 3D, es necesario dotarlos de movimiento. Para ello, se crean scripts, los cuales nos permiten programar el comportamiento que tendrán los objetos mediante código C#, de acuerdo con las necesidades que requiera el simulador. La Tabla 4 detalla los movimientos implementados para la simulación.

**Tabla 4.** *Scripts* implementados

Objeto	<i>Script</i> implementado	Descripción
Disparador (Cañón)	Rotacion	Permite rotar el objeto cañón y obtener el ángulo de lanzamiento.
Disparador	TraslacionDisparador	Permite trasladar el disparador en el “eje y” y obtener la altura de lanzamiento.
Esfera (Partícula)	MovimientoParabolico	Contiene las fórmulas que describen el movimiento parabólico (Tabla 2). Ecuaciones que rigen el movimiento y el método que ejecuta el lanzamiento de la esfera (partícula).
Marca (Partícula)	Marca	Permite posicionar una marca en el punto de choque de la esfera y la mesa. Dicha marca representa la posición final del movimiento.
Cámara Principal	MovimientoCamara	Permite rotar y trasladarse a lo largo del ambiente, limitando el movimiento a los objetos de interés (disparador, reglas).

## Métodos importantes del *script* MovimientoParabolico

El *script* MovimientoParabolico (Figura 5) es el encargado de realizar el lanzamiento de la esfera (partícula) que describe el movimiento descrito en este artículo. Para ello, se declaran las variables iniciales detalladas en la Tabla 1 y las variables finales, cuyos valores son dados por las ecuaciones descritas en la Tabla 2. Los métodos utilizados para el tratamiento de las variables son:

- **CalcularVelocidadInicial:** obtiene un vector 3 que corresponde a las coordenadas de velocidad inicial mediante las variables módulo de la velocidad inicial y ángulo de lanzamiento.
- **CalcularTiempoTotal:** obtiene una variable tipo *float* del tiempo total que se requiere para que la esfera (partícula) choque contra el suelo (mesa) mediante la aplicación de la Ecuación 18.
- **CalcularDesplazamiento:** obtiene un vector 3 que corresponde a las coordenadas de la posición final mediante la aplicación de las ecuaciones descritas en la Tabla 2.
- **Lanzar:** ejecuta el lanzamiento del objeto esfera mediante la aplicación de físicas de Unity.

```

Vector3 CalcularVelocidadInicial(float velInic, float angulo){
    float velInicX, velInicY;
    velInicX = velInic * MathF.Cos(angulo*MathF.Deg2Rad);
    velInicY = velInic * MathF.Sin(angulo) * MathF.Deg2Rad;

    return new Vector3(velInicX, velInicY, 0);
}

Vector3 CalcularDesplazamiento(Vector3 velInicial, float tiempoActual)
{
    float desplazamientoX, desplazamientoY;
    desplazamientoX = velInicial.x * tiempoActual;
    desplazamientoY = yo + velInicial.y * tiempoActual + (gravity * tiempoActual * tiempoActual) / 2;
    return new Vector3(desplazamientoX, desplazamientoY, 0);
}

float CalcularTiempoTotal(float velInicialY, float yo) => -(velInicialY + MathF.Sqrt((velInicialY * velInicialY) - (2 * gravity * yo))) / gravity;
    
```

Figura 5. Métodos importantes del Script MovimientoParabolico

### Interfaz de usuario

La interfaz de usuario es el medio que le permite al usuario comunicarse con una máquina, es decir, sirve como soporte para generar una conexión entre ambos. Su finalidad es que el usuario pueda realizar una acción determinada de la forma que desee, con eficacia, rendimiento y seguridad en el proceso. Generalmente, es un conjunto de elementos que se reflejan en la pantalla y que permiten al usuario llevarlo a cabo mediante acciones definidas (Bautista, 2021).

Con la finalidad de mostrar datos importantes, así como para la manipulación y observación de las distintas variables que intervienen en la simulación, se implementó una interfaz; los elementos que la conforman se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Elementos interfaz de usuario

Objeto	Descripción
Cámara Altura	Permite visualizar la altura de lanzamiento a la que se posiciona el disparador.
Cámara Alcance	Permite visualizar el alcance generado por la marca del choque de la esfera (partícula) con la mesa.
Panel y texto ángulo	Muestra el valor de ángulo de lanzamiento producido al rotar el cañón.
Panel y texto velocidad	Muestra el valor de velocidad inicial generado por la manipulación del <i>slider</i> .
<i>Slider</i> Velocidad	Permite manipular el valor de la velocidad inicial de lanzamiento en un rango de valores definido en la Tabla 1.
Botón Lanzar	Ejecuta el lanzamiento de la esfera (partícula).
Botón Reiniciar	Reinicia el simulador.
Botón Salir	Permite salir del aplicativo.

## Resultados y Discusión

### Resultados

Se obtuvo un simulador de movimiento parabólico en un ambiente 3D (Figura 6) mediante la implementación de modelados obtenidos por medio del *software* Blender, objetos descargados de la Asset Store de Unity y elementos base proporcionados por Unity 3D; se los dotó de cierto tipo de movimiento de acuerdo con las necesidades del simulador, tales como:

- Disparador: Rotación para la determinación del ángulo de lanzamiento, movimiento en el “eje y” para definir la altura de lanzamiento.
- Esfera (partícula): Ejecuta el lanzamiento describiendo una trayectoria parabólica que depende de las variables iniciales propuestas.



Figura 6. Simulador Movimiento Parabólico

El simulador se elaboró mediante la aplicación de las ecuaciones cinemáticas detalladas en la Tabla 2; por ende, los valores mostrados en el mismo corresponden a valores teóricos. Sin embargo, cabe mencionar que los valores altura y alcance son tomados por el usuario mediante la observación y uso del instrumento de medida “regla” a través de las cámaras “Altura y Alcance”, respectivamente. Así, para definir el valor “altura”, el usuario debe posicionar el objeto cañón a la altura que desee y visualice en la regla vertical; el valor “alcance” se obtiene mediante la observación de la marca producida por el choque de la esfera (partícula) con la mesa, tomando la medida en la regla horizontal. Este proceso hace que las mediciones de altura y alcance resulten un tanto imprecisas, pues el usuario debe ser capaz de determinar dichos valores de forma

objetiva. Esto puede producir un porcentaje de error de factor humano al comparar los valores medidos con los valores teóricos.

La Tabla 6 muestra los datos medidos mediante el uso y manipulación del simulador, mientras que la Tabla 7 expone los datos teóricos obtenidos con las mismas variables iniciales. Posteriormente, se muestra la Tabla 8, en la que se hace una comparación del alcance obtenido mediante la medición con la regla en el simulador y el alcance obtenido de forma teórica, en la que se muestra el porcentaje de error para el mismo. Es necesario recalcar que dicho porcentaje de error depende de la subjetividad del usuario al visualizar e identificar el valor de alcance por medio del uso de la regla.

**Tabla 6.** Valores medidos con el simulador

Altura/ yo	Ángulo	Velocidad	Tiempo Total	Alcance
0.00 (m)	45°	1.00 (m/s)	0.14 (s)	0.102 (m)
0.12 (m)	45°	1.00 (m/s)	0.24 (s)	0.173 (m)
0.20 (m)	65°	2.00 (m/s)	0.46 (s)	0.387 (m)
0.06 (m)	25°	3.00 (m/s)	0.30 (s)	0.814 (m)
0.02 (m)	70°	2.50 (m/s)	0.49 (s)	0.415 (m)

**Tabla 7.** Valores obtenidos de forma teórica

Altura/ yo	Ángulo	Velocidad	Tiempo Total	Alcance
0.00 (m)	45°	1.00 (m/s)	0.1442 (s)	0.1019 (m)
0.12 (m)	45°	1.00 (m/s)	0.2443 (s)	0.1727 (m)
0.20 (m)	65°	2.00 (m/s)	0.4585 (s)	0.3875 (m)
0.06 (m)	25°	3.00 (m/s)	0.2993 (s)	0.8139 (m)
0.02 (m)	70°	2.50 (m/s)	0.4873 (s)	0.4167 (m)

**Tabla 8.** Comparación de alcance obtenido por la medición en el simulador y de forma teórica

Alcance Simulador	Alcance Teórico	Error porcentual
0.102 (m)	0.1019 (m)	0.06 %
0.173 (m)	0.1727 (m)	0.15 %
0.387 (m)	0.3875 (m)	0.13 %
0.814 (m)	0.8139 (m)	0.01 %
0.415 (m)	0.4167 (m)	0.40 %



## Discusión

Los simuladores permiten visualizar de forma virtual la teoría, que, en muchos casos, es complicado replicar dentro de un aula de clase, ya sea por factores económicos (alto costo de instrumentación para la reproducción del fenómeno físico a representar) o por falta de instrumentación para el alto número de estudiantes, entre otras causas.

La simulación de los distintos fenómenos físicos permite replicar las situaciones reales, con la ventaja de poder repetir las veces que sean necesarias hasta lograr entender el fenómeno estudiado. Por ello, se considera que el uso de simuladores virtuales representa una gran herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el futuro se pueden elaborar más simuladores que posibiliten trasladar la parte real a una forma virtual y, con ello, facilitar la comprensión de conocimientos. Esta solución es propuesta por la Universidad Central del Ecuador, específicamente el Centro de Física, mediante el uso del laboratorio virtual FISLAB, plataforma que integra varios simuladores de física con distintas temáticas, como cinemática, dinámica, termodinámica, estática y óptica, entre otras.

Los valores obtenidos mediante el simulador corresponden a los valores obtenidos de forma teórica. Para trabajos futuros, se puede replicar el material utilizado dentro del simulador de tal forma que, al someterse a las mismas variables de entrada y salida, se puedan obtener datos experimentales del movimiento y puedan ser comparados con los valores teóricos arrojados por el simulador. Adicionalmente, el presente artículo detalla el proceso a seguir para la elaboración de un simulador en un ambiente 3D; a futuro se puede utilizar el mismo procedimiento para la elaboración de simuladores que cubran las diferentes áreas educativas, como son la física, matemática, química, biología, etc.

## Conclusiones

Al trabajar con las físicas proporcionadas por el *software* Unity 3D, los datos resultantes pueden ser imprecisos; por ello, es mejor trabajar directamente con las ecuaciones encontradas que rigen el movimiento, para así conseguir un acercamiento real a los valores teóricos finales.

Para la elaboración del simulador fue necesario contar con ciertos conocimientos de las siguientes áreas: modelado de objetos 3D, para la elaboración de modelados que no se encuentran fácilmente en la web; programación de código en lenguaje C#, para la implementación de scripts que ayudan al tratamiento de variables, y manipulación de objetos.

Para la verificación de datos, el usuario debe identificar los valores mediante el uso de instrumentos de medida, como reglas, y, posteriormente, transformar dichos valores al sistema internacional de medidas para evitar confusiones en los resultados y que se logre realizar una comparación en las mismas unidades de medida.

El simulador arroja los valores teóricos hallados mediante las ecuaciones cinemáticas; sin embargo, se presenta un cierto porcentaje de error en los valores de alcance y altura. Esto se debe a que el simulador no arroja el valor exacto en número, sino que el usuario

debe identificarlo mediante el uso del instrumento de medida “regla”; por ende, dicho valor está sujeto a la percepción del usuario.

Los simuladores no sustituyen a los docentes, pero sirven de gran ayuda para visualizar de forma gráfica los fenómenos difíciles de comprender en la realidad, lo que los convierte en una herramienta innovadora para la enseñanza en el ámbito educativo.

## Referencias

- Bautista Sánchez, B. S., Martínez Moreno, A. R. y Hiracheta Torres, R. (2014). El Uso de Material Didáctico y Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) para mejorar el Alcance Académico. *Revista Ciencia y Tecnología*, 183-194. doi:<https://doi.org/10.18682/cyt.v1i14.217>
- Bautista, I. J. (5 de abril de 2021). *servnet*. Obtenido de Interfaz de usuario: <https://www.servnet.mx/blog/que-es-lo-que-define-a-una-buena-interfaz-de-usuario-aqui-te-lo-decimos>
- Caballero, M. C., Mariño, S. I. y López, M. V. (2016). *Software para el aprendizaje de las técnicas de modelado y simulación*. Recuperado el 25 de Julio de 2022, de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22854/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22854/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Camelo, T. J. (20 de Octubre de 2020). *INCORPORACIÓN DEL SIMULADOR PHET PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL MOVIMIENTO PARABÓLICO EN FÍSICA DEL GRADO D*. Recuperado el 25 de Julio de 2022, de Repositorio Universidad de Santander: [https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/6467/1/Incorporaci%C3%B3n\\_del\\_Simulador\\_Phet\\_Para\\_Fortalecer\\_el\\_Aprendizaje\\_Significativo\\_del\\_Movimiento\\_Parab%C3%B3lico\\_en\\_F%C3%ADsica\\_del\\_Grado\\_D%C3%A9cimo.pdf](https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/6467/1/Incorporaci%C3%B3n_del_Simulador_Phet_Para_Fortalecer_el_Aprendizaje_Significativo_del_Movimiento_Parab%C3%B3lico_en_F%C3%ADsica_del_Grado_D%C3%A9cimo.pdf)
- Díaz Pinzón, J. E. (2016). Aplicación PhET: estrategia de enseñanza-aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista Criterios*, 99-111. Obtenido de <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/Criterios/article/view/1789>
- EMTIC. (27 de Septiembre de 2016). *emtic - Educaplus.org, al servicio de la comunidad educativa*. Recuperado el 26 de Julio de 2022, de emtic: <https://emtic.educarex.es/229-emtic/recursos-para-el-aula/2655-educaplus-org-al-servicio-de-la-comunidad-educativa>
- Enfísica. (10 de Septiembre de 2019). *Movimiento Parabólico en Física | Fórmulas y ejercicios*. Recuperado el 1 de Julio de 2022, de Curso de física: [https://enfisica.com/cinematicas/movimiento-parabolico/#Anaacutélisis\\_del\\_movimiento\\_paraboacutelico](https://enfisica.com/cinematicas/movimiento-parabolico/#Anaacutélisis_del_movimiento_paraboacutelico)
- Escuela Británica de artes creativas y tecnología. (s.f.). *Qué es Unity y para qué sirve*. Obtenido de <https://ebac.mx/blog/que-es-unity-y-para-que-sirve>

- Fernández, J. L. (s.f.). *Movimiento Parabólico*. Recuperado el 29 de Junio de 2022, de Fisicalab: <https://www.fisicalab.com/apartado/movimiento-parabolico>
- Fhybea. (s.f.). *Movimiento Parabólico*. Recuperado el 29 de Junio de 2022, de <https://www.fhybea.com/tiro-parabolico.html>
- GeoGebra. (s.f.). *About GeoGebra – GeoGebra*. Recuperado el 1 de Julio de 27, de GeoGebra: <https://www.geogebra.org/about?lang=es>
- Pérez, P. S. (2011). *Manual de modelado y animación con Blender*. Universidad de Alicante. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=MmwD0IwJvFQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=MmwD0IwJvFQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Ramón, H., Russo, C., Sarobe, M., Alonso, N., Esnaola, L., Ahmad, T. y Padovani, F. (2014). El uso de los Entornos Virtuales 3D como una herramienta innovadora en propuestas educativas mediadas con tecnología. *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, 78.80. doi:<https://doi.org/10.24215/18509959.0.p.%2072-80>
- Sánchez, O. (2020). Estrategias didácticas que emplean los docentes en la enseñanza de la Cinemática. *Revista Boliviana de Educación*, 2(2), 21-30. doi:<https://doi.org/10.33996/rebe.v2i2.186>
- Travieso, C. (22 de abril de 2012). Recuperado el 26 de Julio de 2022, de ¿Qué es Scratch?: <http://static.esla.com/img/cargadas/2267/Documentaci%C3%B3n%20Scratch.pdf>
- Unity Technologies. (28 de Octubre de 2021). *Table*. Obtenido de Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/furniture/table-162871>
- Unity Technologies. (14 de Abril de 2022). *Pixel horror abandoned classroom*. Obtenido de Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/pixel-horror-abandoned-classroom-218424#description>
- Unity Technologies. (s.f.). *Importando desde la Asset Store*. Recuperado el 28 de Julio de 2022, de Unity - Manual: <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/AssetStore.html>
- Zambrano Quiroz, D. y Zambrano Quiroz, M. (2019). Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICS) en la educación superior: consideraciones teóricas. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaIE)*, 213-228.

# Análisis de la Disponibilidad de los Servicios en una Red de Telecomunicaciones usando *Software Estadístico*

Karen Lisette Estacio , Karen Mite 

Estacio, Karen Lisette

Instituto Superior Tecnológico ARGOS, Ecuador

Autor para correspondencia: k\_estacio@tecnologicoargos.edu.ec

Mite, Karen

Instituto Superior Tecnológico ARGOS, Ecuador

kamite@tecnologicoargos.edu.ec

## Resumen

A raíz del COVID-19, se produjo un mayor incremento en la demanda de las comunicaciones en línea; por ende, las empresas que se dedican a brindar los servicios de internet tuvieron que mantener la disponibilidad del servicio en su totalidad, sin interrupción. El presente estudio se elaboró con el objetivo de identificar las causas relacionadas con los elementos activos de la red HFC —como los nodos, amplificadores y equipamiento, instalados en la cabecera de esta red— y los elementos pasivos —los cables de fibra óptica y coaxial— cuyos desperfectos afectan a los servicios de una red de telecomunicaciones, tales como internet, televisión, telefonía y datos. Para tal efecto, se tomaron datos históricos del año 2020 y 2021; se seleccionaron 23 203 datos, incluidos los servicios y los tipos de causas de afectación. Se realizó un análisis descriptivo a partir del *software* estadístico SPSS; al introducir los datos, se ejecutaron los cálculos del modelo para la obtención de tablas de contingencia, frecuencias y gráficas. Los resultados mostraron la relación de dependencia entre las variables seleccionadas, su frecuencia de ocurrencia y el grado de impacto en la afectación de servicios. Se identificó que las causas de tipo interno eran atribuibles a factores de gestión de la organización con un alto porcentaje de afectación, Rx TV satelitales y *switch core* de ruteo. Entre las causas de tipo externo, considerando un factor no atribuible a la organización, los cortes de fibra óptica generaban un impacto importante en la afectación de los servicios. Estos resultados permiten que la organización impulse el desarrollo de acciones preventivas y correctivas que minimicen la ocurrencia de los eventos, cumpliendo así con lo dispuesto por la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL): garantizar la disponibilidad y estabilidad en los servicios de telecomunicaciones a los abonados.

**Palabras clave:** red de telecomunicaciones, HFC, servicios de telecomunicaciones, SPSS

## Introducción

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) menciona que los tres pilares fundamentales en la prestación de servicios de comunicación son: la disponibilidad, resaltando que el nivel de servicio debe ser idéntico para todos los usuarios en cualquier momento y en todo lugar; la accesibilidad, es decir, que todos los clientes deben recibir el mismo trato en términos de precio y calidad de servicio donde y cuando quieran acceder a él; y, por último, la asequibilidad, relacionada con el precio del servicio, que no debe ser prohibitivamente alto para no repercutir negativamente en el acceso.

En este orden de ideas, a nivel del territorio ecuatoriano, las empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, con títulos habilitantes emitidos por la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL), deberán cumplir con los requisitos de mantener la disponibilidad del servicio por las razones antes nombradas, mantener su título de habilitantes y continuar ofreciendo sus servicios en el mercado.

Para mantener la disponibilidad del servicio de telecomunicaciones es necesario contar con la estabilidad del funcionamiento de todos los elementos de la red de telecomunicaciones, desde el equipamiento de la cabecera, siguiendo con la red de distribución, hasta llegar a la última milla de conexión del abonado o usuario final, ya que, si esta no se mantiene estable, el servicio tampoco lo estará.

Tras la crisis mundial del COVID-19, el servicio de acceso a internet es considerado, especialmente, como un servicio básico; su disponibilidad y acceso en los hogares demanda estabilidad y anchos de banda adecuados para la realización de labores como el teletrabajo, la telemedicina y la teleducación, de forma que se responda a las necesidades que se pusieron de manifiesto.

Las empresas de telecomunicaciones conciben la gestión del servicio de forma más integrada, compleja y orientada al cliente; antes operaban de manera separada, en términos tecnológicos, mientras que en la actualidad se unifican sobre una única plataforma de red escalable, convergente y flexible de próxima generación, proporcionando una diversidad de servicios en banda ancha para la satisfacción de los abonados y sin perder de vista todos los aspectos que permiten mejorar continuamente la eficacia, reducir los tiempos de entrega en el servicio y garantizar su disponibilidad (Cordero y Pérez, 2009).

Considerando, por adelantado, que los servicios que oferta una red de telecomunicaciones —sea internet, televisión, telefonía o datos— deben de estar siempre disponibles para los usuarios, es preciso un estudio para identificar cuál de estos servicios sufre más interrupciones dentro de la ciudad de Guayaquil y la causa que hace que este evento suceda, con el fin de que la empresa de telecomunicaciones realice acciones correctivas y mejoras.

A través de la estadística descriptiva se trabajó el proceso analítico de datos, identificando las causas de mayor impacto en la afectación de servicios ofertados por la empresa de telecomunicaciones. Se utilizó el *software* estadístico informático SPSS; se inició con una planificación de datos y se realizó el análisis para la posterior presentación y distribución de los resultados.

## Revisión teórica

### Red de Telecomunicaciones

Una red de telecomunicaciones es un grupo de nodos terminales, cualquier nodo intermedio y enlaces que están conectados para permitir las telecomunicaciones entre los terminales (Pedrycz y Vasilakos, 2018).

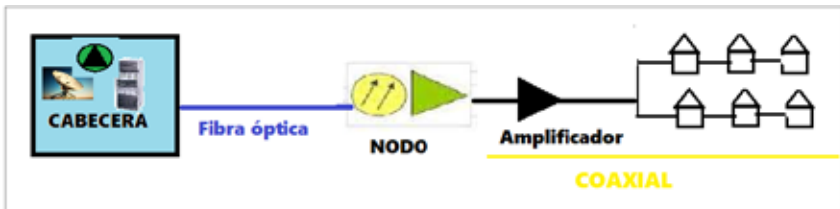
En estos enlaces de transmisión, entre ellos, se conectan los nodos. Los nodos usan diferentes tipos de conmutación, como conmutación de circuitos, conmutación de mensajes o conmutación de paquetes, para pasar la señal a través de los enlaces y nodos correctos y llegar al terminal de destino correcto (Robertazzi y Shi, 2020).

Cada terminal en la red de telecomunicaciones, generalmente, tiene un tipo único de dirección para que los mensajes o conexiones se enruten a los destinatarios correctos. La colección de direcciones dentro de la red se denomina espacio de direcciones.

En las redes de telecomunicaciones actuales, los usuarios están conectados a uno de los nodos; cada enlace de cada usuario se denomina canal de comunicaciones, que pueden ser cable, cable de fibra óptica u ondas de radio (Corso et al., 2020a).

### Tecnología Hybrid Fibre Coaxial (HFC)

La red híbrida de fibra óptica y cable coaxial (HFC) es una tecnología de telecomunicaciones en la que los cables de fibra óptica y los cables coaxiales se utilizan en diferentes partes de una red para transportar todos los datos o su contenido (Panagiev, 2005). Transporta datos, como videos, música, voz, grabaciones, etc. y ofrece voz, internet, televisión por cable y otras soluciones y servicios interactivos digitales a consumidores individuales y organizaciones. La tecnología HFC es utilizada por las empresas de telecomunicaciones que comercializan servicios de televisión por cable, telefonía e internet.



**Figura 1.** Esquema de red HFC  
**Fuente.** Elaboración de los autores

### Estructura y Componentes de la Red HFC

HFC es un diseño de red jerárquico. Cada cabecera incluye pares de receptor/transmisor de fibra que están conectados a través de largos hilos de fibra a un nodo de fibra remoto. En la cabecera se encuentran los servidores de televisión e internet. Un nodo de fibra

remoto convierte las señales ópticas recibidas en señales eléctricas y las coloca en el cable coaxial conectado. Asimismo, cuando el nodo de fibra remoto recibe señales eléctricas en el cable coaxial, las convierte en señales ópticas y las coloca en la fibra óptica conectada (Lee et al., 2006). El nodo de fibra remoto está conectado a los láseres de transmisión y recepción de la cabecera a través de la fibra adjunta y a las instalaciones del suscriptor a través del cable coaxial adjunto (Arellano, 2018).

- **Red troncal:** esta red tiene como finalidad dividir la señal que se transmite desde la cabecera hacia las zonas donde se distribuye la señal. Esta red cubre grandes distancias y está constituida por fibra óptica.
- **Red de distribución:** sirve para entregar la señal desde el nodo óptico primario al secundario, el cual cumplirá la función de dividir esta señal; se puede hacer con cable coaxial, pero también con fibra, dependiendo de la distancia a cubrir. Esta red puede dividirse en varias partes, como red pasiva, red final o red troncal secundaria, pero también puede referirse a la red de solo un nodo en la topología en forma de árbol.
- **Red de la última milla:** es la última parte del tramo que va al abonado. Se suele utilizar el cable coaxial del tipo 0.500, RG-6 o RG-11. Está conectado a la red de distribución pasiva (Millan, 2018).

## Equipo Activo en una Red de Telecomunicaciones

El equipo de red activo es el enlace entre los componentes individuales de la red de telecomunicaciones. Es necesario para organizar la infraestructura de la red, proporcionar un tráfico de información eficiente y seguro y para amplificar y transformar señales. El término activo proviene de los principios de funcionamiento, ya que todos los dispositivos de estos equipos funcionan en la red eléctrica. Los elementos activos incluyen los siguientes dispositivos: conmutadores, nodos, enrutadores inalámbricos (Ioan et al., 2021), receptor, transmisores, módem, equipos para instalaciones, amplificadores, equipos HFC, *hardware* de redes, equipos de energía y otros equipos activos necesarios para que la red funcione de manera eficiente y confiable.

## Equipo Pasivo en una Red de Telecomunicaciones

Los equipos pasivos de una red de telecomunicaciones (Corso et al., 2020b) son todos los componentes que no necesitan energía para funcionar, tales como los cables, sean estos coaxial RG11, RG9, fibra óptica, conectores, TAP o divisores (Horvath et al., 2020).

## Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

La UIT es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En la UIT, los miembros de los sectores público y privado trabajan en conjunto para desarrollar y conformar el futuro entorno normativo y reglamentario (Reglamento de las Telecomunicaciones Internacionales, 1988) a nivel mundial con las mejores prácticas en materia de TIC. Las normas de la UIT son denominadas recomendaciones, con el objetivo de fundamentar el funcionamiento de las actuales redes de TIC públicas y privadas. Sin las normas de la UIT no se podrían

efectuar llamadas telefónicas ni navegar por Internet en todo el mundo (Luque, 2015).

## **Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL)**

La ARCOTEL es la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones, del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes. A partir de su creación, se plantearon objetivos claramente definidos: garantizar el derecho de acceso a servicios de calidad, gestionar los recursos inherentes a las telecomunicaciones mediante su asignación, controlar el uso del espectro radioeléctrico y promover la prestación de servicios de telecomunicaciones con seguridad en las comunicaciones y con protección de datos personales (ARCOTEL, 2022).

## **Ley Orgánica De Telecomunicaciones (LOT)**

La Ley Orgánica de Telecomunicaciones establece un régimen completo de protección y defensa de los usuarios. En la ley se hace referencia a la disponibilidad de servicio que deben garantizar las empresas de telecomunicaciones que han obtenido títulos habilitantes por la ARCOTEL, que deben cumplir lo siguiente:

En el título III, “Derechos y Obligaciones”, en su capítulo I, denominado “Abonados, clientes y usuarios”, se detalla el siguiente artículo, con los numerales seleccionados:

Artículo 22.- Derechos de los abonados, clientes y usuarios. Los abonados, clientes y usuarios de servicios de telecomunicaciones tendrán derecho:

1. A disponer y recibir los servicios de telecomunicaciones contratados de forma continua, regular, eficiente, con calidad y eficacia.

11. A obtener de su prestador la compensación por los servicios contratados y no recibidos, por deficiencias en los mismos o el reintegro de valores indebidamente cobrados.

13. A la atención y resolución oportuna de las solicitudes y reclamos relacionados con la prestación de los servicios contratados de conformidad con las regulaciones aplicables.

14. A exigir a los prestadores de los servicios contratados, el cumplimiento de los parámetros de calidad aplicables.

Asimismo en el capítulo II, “Prestadores de Servicios de Telecomunicaciones”, se incluye el siguiente artículo:

Artículo 24.- Obligaciones de los prestadores de servicios de telecomunicaciones. Son deberes de los prestadores de servicios de telecomunicaciones, con independencia del título habilitante del cual se derive tal carácter, los siguientes:

2. Prestar el servicio de forma obligatoria, general, uniforme, eficiente,

---

1 Se detallan únicamente los artículos y numerales relacionados con el tema de estudio.



continua, regular, accesible y responsable, cumpliendo las regulaciones que dicte la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones y lo establecido en los títulos habilitantes (Ley Orgánica De Telecomunicaciones, 2015).

## **Reglamento a la Ley Orgánica De Telecomunicaciones (LOT)**

El reglamento detalla cómo se debe cumplir con lo establecido en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

El capítulo III “Obligaciones y derechos para la prestación de servicios de telecomunicaciones y radiodifusión por suscripción” hace referencia a la disponibilidad de servicio que deben garantizar las empresas de telecomunicaciones que han obtenido títulos habilitantes por la ARCOTEL, que deben cumplir lo siguiente:

Artículo 8.- Obligaciones de los poseedores de títulos habilitantes de concesión o autorización para la prestación de servicios de telecomunicaciones (habilitaciones generales).

Adicional a las obligaciones contempladas en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y en su Reglamento General, los prestadores de servicios de telecomunicaciones cuyos títulos habilitantes se hayan instrumentado a través de habilitaciones generales, deberán cumplir con lo siguiente:

1. Instalar, prestar y explotar el servicio concesionado o autorizado, conforme a este reglamento, lo establecido en su título habilitante y la normativa aplicable.

3. Prestar los servicios concesionados o autorizados en forma continua y eficiente de acuerdo con este reglamento y con los índices y régimen de calidad del servicio establecidos por el Directorio de la ARCOTEL.

9. La interrupción del servicio, de carácter no programado, será sólo en caso fortuito o fuerza mayor; y cuando sea una interrupción programada deberá ser previo aviso a la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL, de conformidad con el procedimiento de interrupciones emitido para el efecto.

12. Solucionar los problemas de interferencias radioeléctricas o daños a terceros que cause su sistema bajo su costo y responsabilidad, siempre que sea imputable al prestador, en el caso de uso de frecuencias atribuidas a título primario. Para el caso de frecuencias atribuidas a título secundario, cuando la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL lo disponga, deberán suspender inmediatamente el uso de las frecuencias, hasta que se solucione el problema de interferencia previo informe de la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL.

27. Comunicar a sus abonados con anticipación, la suspensión o interrupción del servicio concesionado o autorizado, para trabajos de mantenimiento o mejoras tecnológicas en su infraestructura debidamente autorizadas por la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL, conforme los procedimientos y condiciones definidos por la misma.

**Interrupción y Restitución del Servicio.-** El prestador tiene la obligación de notificar a sus suscriptores por cualquier medio y a la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL con por lo menos 48 horas de anticipación cualquier interrupción planificada que afecte la prestación del servicio por más de 2 horas; y, notificar a la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL con un máximo de 48 horas posteriores, cualquier interrupción fortuita que haya afectado la prestación del servicio por más de 2 horas. En caso de interrupción del servicio por causas imputables al prestador, cada usuario tiene derecho al reembolso por parte del prestador por el tiempo en que no ha tenido el servicio, sean estas horas o días, el cual será calculado en función del pago mensual que realiza el usuario según plan contratado (Reglamento para la Prestación y Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción, 2016).

## **Métodos**

### **Tipo de Investigación y Diseño**

El estudio se realizó con un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo (Enrique et al., 2016). Se precisan las causas que afectan a los servicios de la red de telecomunicaciones para determinar la causa que ha afectado a la mayor cantidad de servicios y la que ha ocurrido un mayor número de veces. Este análisis ayudará a la empresa a tomar acciones preventivas y correctivas que permitan disminuir la frecuencia de los eventos que causan perjuicios en el servicio de los abonados; estas acciones permitirán cumplir con lo establecido por el ente regulador, ARCOTEL, acerca del deber de garantizar la disponibilidad del servicio y la estabilidad en la operación de la red de telecomunicaciones, para así evitar sanciones administrativas y económicas.

De este modo, la organización obtiene una ventaja competitiva frente a las demás empresas que ofertan el mismo servicio, mejorando su imagen y fidelidad hacia sus clientes y cumpliendo con el compromiso de garantizar un servicio estable.

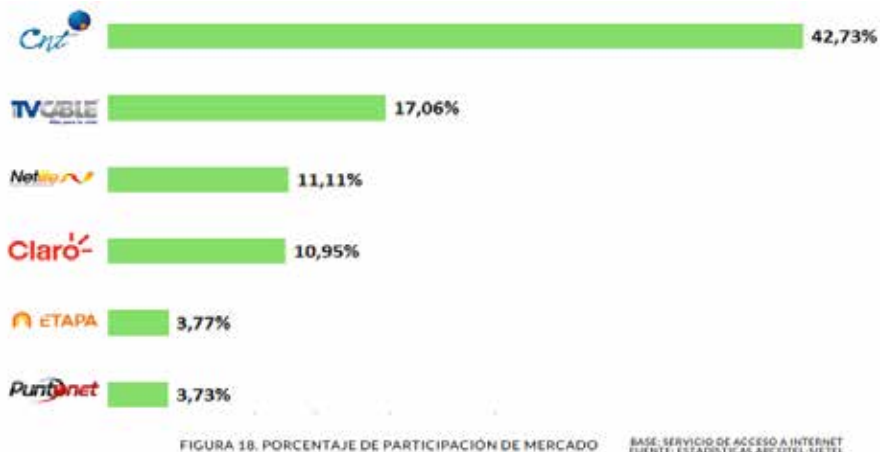
### **Selección de la Muestra**

Para el presente estudio se utilizó una base de datos de una empresa de telecomunicaciones ecuatoriana, en la que se detallan las causas de afectación y su clasificación, así como la cantidad de abonados en cada uno de los servicios afectados, que son televisión, internet y telefonía fija en una red de telecomunicaciones. El periodo de tiempo considerado fue desde enero de 2020 hasta diciembre de 2021; el estudio se delimitó geográficamente a la ciudad de Guayaquil.

La base de datos fue obtenida desde un sistema de información (SI) desarrollado por la empresa de telecomunicaciones, donde se registran los eventos de los procesos de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo de la red de telecomunicaciones, es decir, cada vez que ocurre un evento que afecta a los servicios se registra en dicho sistema. Sin embargo, el sistema de información tiene una interfaz poco amigable para la interpretación de los datos al obtener el historial de fallos en la red de telecomunicaciones, lo que dificulta la interpretación de los mismos.

Se escogió la organización en mención por conveniencia, en relación con la facilidad de acceso a la información y recolección de datos. En la Figura 2 se reflejan las cinco empresas de telecomunicaciones con mayor cantidad de clientes, según la información obtenida de ARCOTEL, entre las que se encuentra la empresa escogida para el presente estudio.

La base de datos utilizada contenía 23 203 datos, que corresponden a los eventos de afectación de servicios de la red HFC en la ciudad de Guayaquil durante el periodo de enero de 2020 hasta diciembre de 2021.



**Figura 2.** Empresas con mayor participación de mercado del servicio de acceso a internet fijo  
Fuente. ARCOTEL, 2019

## Resultados y Discusión

### Análisis de datos

Para el análisis de datos se aplicó la herramienta Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (Rivadeneira et al., 2020). Es un programa estadístico para análisis de datos cuantitativos y cualitativos que incluye frecuencias, tabulación cruzada (Fernández et al., 2021) y estadística bivariada (Román et al., 2020). Es un programa modelador que permite el modelado predictivo; posibilita construir y validar modelos predictivos utilizando procedimientos estadísticos avanzados.

Las variables cualitativas nominales (Pita y Pértega, 2004) utilizadas, incluidas en la base de datos de la empresa de telecomunicaciones, son:

- Categoría de la causa: Menciona la causa de afectación del servicio.
- Tipo de causa: Clasifica la causa como interna, si es imputable a la organización, y externa, si fue originada por un factor externo a la organización.
- Servicio: Tipo de servicio ofertado por la organización; internet, telefonía, televisión y datos.
- Año: Refleja los años de estudio 2020 y 2021. Es una variable cuantitativa.

Para analizar la relación de dependencia y/o independencia entre dos variables cualitativas, se utiliza la prueba chi-cuadrado de independencia. Esta prueba permite determinar si existe una relación entre dos variables categóricas (cualitativas). Es necesario resaltar que esta prueba indica si existe o no una relación entre las variables, pero no señala el grado o el tipo de relación; es decir, no indica el porcentaje de influencia de una variable sobre la otra o la variable que causa la influencia (Gómez, 2008).

Después de escoger las variables pertinentes para el estudio dentro de la base de datos, se procedió a realizar la prueba de dependencia entre ellas, que se dividió en cuatro pasos:

- Paso 1. Plantear la hipótesis de relación entre dos variables (Reguant et al., 2018):

H0: No existe relación entre las variables “categoría”, “causa” y “servicio”.

H1: Sí existe relación entre las variables “categoría”, “causa” y “servicio”.

- Paso 2. Nivel de significancia.

Se consideró utilizar un coeficiente de confianza para pruebas exactas del 95 %; el nivel de significancia es 5 %, es decir, 0.05 (Micu y Popa, 2021).

- Paso 3. Prueba chi-cuadrado.

La cantidad de datos procesados fue de 23 203, por lo que se utilizó estadística descriptiva (Espinosa, 2021) a través de tabla cruzada y del inferencial chi-cuadrado (Witkov y Zengel, 2019), que permitió analizar el nivel de significancia de los resultados al relacionar las variables seleccionadas. La Tabla 1 muestra el resultado de la significancia asintótica obtenida, 0.000; al ser menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 1.** Prueba de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14791.000 <sup>a</sup>	165	.000
Razón de verosimilitudes	17143.327	165	.000
N de casos válidos	23203		

**Fuente.** Elaboración de los autores con el *software* SPSS

- Paso 4. Criterio de decisión.

Un estadístico de chi-cuadrado mayor al nivel de significancia indica una discrepancia mayor entre los recuentos de casillas observados y esperados; lo que demostraría que las proporciones de columna no son iguales y que la hipótesis de independencia no es correcta. Por lo tanto, se acepta la hipótesis

H1, en la que las variables “categoría”, “causa” y “servicio” están relacionadas. Existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que sí existe relación entre las variables “categoría”, “causa” y “servicio”.

Al validar la relación entre las variables seleccionadas, se procedió a continuar con el análisis para identificar las causas con mayor impacto en la afectación de los servicios de la red de telecomunicaciones. Se generó una tabla de contingencia con las variables “categoría de la causa” y “servicio”, categorizada por la variable “tipo de causa”, sea esta interna o externa. La Figura 3 muestra las causas que tuvieron un mayor grado de ocurrencia en los dos últimos años de estudios para cada uno de los servicios de la red de telecomunicaciones. Asimismo, se refleja la categorización de las causas, sean por factores internos como externos a la organización. En los factores externos, la causa que más afecta el servicio de datos, en un 100 % de los casos, son las fallas de las fuentes HFC, que son los elementos que alimentan de energía eléctrica a los elementos activos de la red HFC, como los nodos ópticos y los amplificadores. En los servicios de internet y telefonía, la causa con mayor cantidad de casos de afectación fue el fallo de cables de fibra óptica, con un 45.99 %; este fallo se refiere a cortes o atenuaciones de cables. Respecto al servicio de televisión, la causa de mayor impacto fue TelevisionRXSatelital (problema con los receptores de TV satelitales en la cabecera), con un 54.55 %.

Entre las causas internas, generadas por la propia organización, la más frecuente en el servicio de internet son los CoreServicioIPSwitches (*switch* de ruteo o capa 3 instalados en la cabecera), con un 28 %; en el servicio de telefonía, las HFCFFuentesBaterias (fallas de las baterías en las fuentes HFC en la red de distribución), con un 26.99 %, y TelevisiónMultiplexor (multiplexores ubicados en la cabecera y en la red de distribución) en el servicio de televisión, con un 19.76 %.

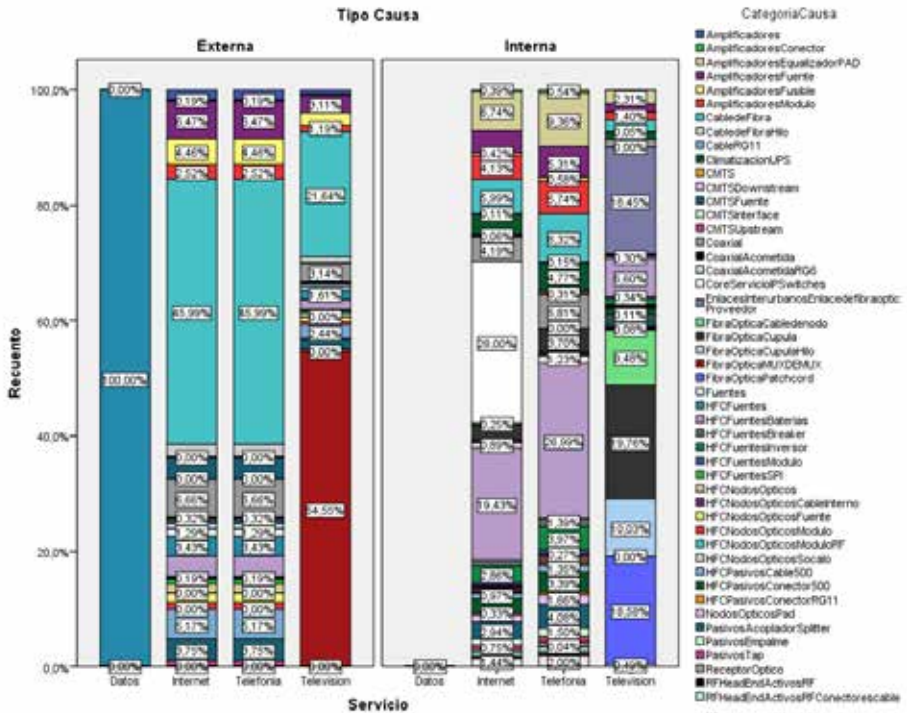


Figura 3. Asociación de variables  
Fuente. Elaboración de los autores con el software SPSS

En la Tabla 2 (Pallauta et al., 2020) se aprecia en número de casos afectados en cada servicio por año de estudio. En consecuencia, la Tabla 3 resume el total de casos afectados por servicios; el servicio de televisión es el más afectado en los dos años, seguido de internet, telefonía y datos.

Tabla 2. Casos afectados por año de acuerdo a los servicios

	Datos	Servicio			Total
		Internet	Telefonía	Televisión	
Año	2020	0	2309	1299	3216
	2021	4	2844	2844	10 687
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>5153</b>	<b>4143</b>	<b>13 903</b>

Fuente. Elaboración de los autores con el software SPSS

**Tabla 3.** Casos afectados por servicios

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Datos	4	.0
Internet	5153	22.2
<b>Válidos</b> Telefonía	4143	17.9
Televisión	13 903	59.9
<b>Total</b>	<b>23 203</b>	<b>100.0</b>

**Fuente.** Elaboración de los autores con el *software* SPSS

De acuerdo al estudio realizado, en la Tabla 4 se muestra que el mayor número de casos de afectación del servicio se dieron por causas internas.

**Tabla 4.** Resumen de casos afectados

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Externa	6381	27.5
<b>Válidos</b> Interna	16 822	72.5
<b>Total</b>	<b>23 203</b>	<b>100.0</b>

**Fuente.** Elaboración de los autores con el *software* SPSS

## Conclusiones

La relación entre las variables “categoría”, “tipo de causa” y “servicio” permitió identificar el servicio que mayor indisponibilidad presenta, a fin de evaluar y clasificar su origen. Estas asociaciones se pudieron presentar a través de una interfaz amigable de los datos procesados que genera el programa informático SPSS. En cuanto a los factores externos a la organización que originan las afectaciones, la causa de corte de fibra óptica tiene un impacto considerable en los servicios de internet, telefonía y televisión; por ello, se precisa asignar responsabilidades para la revisión del proceso de mantenimiento correctivo y preventivo en la red de fibra óptica, incluyendo el análisis, desarrollo e implementación de acciones correctivas y preventivas que minimicen el impacto de estos eventos.

Es importante resaltar que los eventos ocurridos dentro del segmento de red de la cabecera son de mayor impacto, dado que esta alberga el equipamiento donde se configuran y convergen todos los servicios antes de salir a la planta externa y a la red de distribución; por tanto, si se presentan fallos, la cantidad de clientes afectados será mayor y serán denominados daños masivos. Los dos eventos con alto porcentaje de afectación, Rx TV satelitales y *switch core* de ruteo, forman parte de los equipos principales de la cabecera, como se detalló con anterioridad.

En el mismo orden de ideas, los resultados obtenidos sugieren la revisión del proceso de mantenimiento y de las políticas de identificación de equipamiento de vital funcionamiento en la red que requieran ser respaldados para suplir la ejecución de funciones ante eventos fortuitos relacionados con fallas en el funcionamiento.

La red HFC, al ser una red activa, necesita alimentación eléctrica para su funcionamiento y demanda mayores esfuerzos de mantenimiento, por lo que es de vital importancia identificar si la frecuencia definida para el mantenimiento de la red de distribución es suficiente. Se destaca que los resultados muestran cantidades elevadas de fallas en los equipos activos de la red, fuentes, baterías y nodos.

## Referencias

- ARCOTEL. (2019). *Boletín estadístico Arcotel 2019*. <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/boletin-febrero-2020-.pdf>
- ARCOTEL. (2022). *Plan Estratégico Institucional ARCOTEL 2021-2025* (Vol. 1999, Número December).
- Arellano, S. F. (2018). Design the hybrid optic fiber-coax network ( HFC ) to provide IP-TV service in cable operator Multicable from the city of Otavalo. *Universidad Técnica del Norte*, 1–14.
- Corso, D. D., Camarchia, V., Quaglia, R. y Bardella, P. (2020a). *Telecommunication Electronics*. Artech House. <https://books.google.com.ec/books?id=aaYCEAAAQBAJ>
- Corso, D. D., Camarchia, V., Quaglia, R. y Bardella, P. (2020b). *Telecommunication Electronics*. Artech House.
- Enrique, M., Ángel, M. y Miranda, M. (2016). Estadística descriptiva. *Revista Alergia Mexico*, 63(4), 397–407.
- Espinosa, J. L. S. (2021). Descriptive Statistics IV : Presentation of data I ( Tables , histograms , polygons and ogives ). Estadística Descriptiva IV : Presentación de datos I ( Tablas , histogramas , polígonos y ojivas ). *Revista Red de Investigación en Salud en el Trabajo*, 4(7), 101–112.



- Fernández, N. A., García, J. I., Calderón, D. y Arredondo, E. H. (2021). Juicios de asociación en tablas de contingencia 2x2 por estudiantes de Educación Media en Chile. *TANGRAM - Revista de Educação Matemática*, 4(1), 03–23. <https://doi.org/10.30612/tangram.v4i1.13176>
- Horvath, T., Munster, P., Oujezsky, V. y Bao, N. H. (2020). Passive optical networks progress: A tutorial. *Electronics (Switzerland)*, 9(7), 1–31. <https://doi.org/10.3390/electronics9071081>
- Ioan, L., Niculescu, G. y Vochin, M. (2021). *Transmission, Switching and Routing in communication networks*. Editura Politehnica Press. <https://books.google.com.ec/books?id=MAM9EAAAQBAJ>
- Lee, W. T., Chung, K. C., Chu, K. C. y Pan, J. Y. (2006). DOCSIS performance analysis under high traffic conditions in the HFC networks. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 52(1), 21–30. <https://doi.org/10.1109/TBC.2005.860539>
- Ley Orgánica De Telecomunicaciones, Tercer Sup Registro Oficial Órgano N° 439 del Gobierno del Ecuador I (2015). <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Organica-de-Telecomunicaciones.pdf>
- Luque, J. (2015). Unión Internacional de Telecomunicaciones. *Global ICT developments*, 3400, <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat>. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>
- Micu, A. y Popa, D. (2021). Coaching and Mentoring Study Hypothesis Testing with the SPSS Software. *Ovidius*, XXI(2), 830–835.
- Millan, E. (2018). *Técnicas y procesos en infraestructuras de telecomunicaciones*. Ediciones Paraninfo, S.A. <https://books.google.com.ec/books?id=qk9tDwAAQBAJ>
- Oscar Tinoco Gómez. (2008). Una aplicación de la prueba chi cuadrado con SPSS. *Industrial Data*, 11(1), 73–77. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81611211011>
- Pallauta, J. D., Gea, M. M. y Batanero, C. (2020). Un análisis semiótico del objeto tabla estadística en libros de texto chilenos. *Zetetike*, 28, e020001. <https://doi.org/10.20396/zet.v28i0.8656257>
- Panagiev, O. B. (2005). HFC Networks – Status and Perspectives. *ICEST 2005*, 626–629.
- Pedrycz, W. y Vasilakos, A. (2018). *Computational Intelligence in Telecommunications Networks*. CRC Press. <https://books.google.com.ec/books?id=dE6d-jPoDEEC>
- Pita, S. y Pértega, S. (2004). Asociación de variables cualitativas. *Metofología de la Investigación*, 1, 1–5.
- Reglamento para la Prestación y Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción, 37 (2016). [https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/015\\_reglamento-prestacion-servicios-telecomunicaciones-servicios-radiodifusion.pdf](https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/015_reglamento-prestacion-servicios-telecomunicaciones-servicios-radiodifusion.pdf)

- Reguant, M., Vilà, R. y Torrado, M. (2018). La relación entre dos variables según la escala de medición con SPSS. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 11(11 (2)), 45–60. <https://doi.org/10.1344/reire2018.11.221733>
- Rivadeneira, J., De La Hoz, A. y Barrera, M. (2020). Análisis general del spss y su utilidad en la estadística. *E-IDEA-Journal of Business Sciences*, 2(4), 17–25. <https://orcid.org/0000-0001-6230-8869>.
- Robertazzi, T. G. y Shi, L. (2020). *Networking and Computation: Technology, Modeling and Performance*. Springer International Publishing. <https://books.google.com.ec/books?id=qF7XDwAAQBAJ>
- Román, D., Placencio, R., Delgado, J. y Arias, D. (2020). Análisis bivariado de tablas de contingencia para medir la relación entre el sexo y motivos de migración. *Investigación, Tecnología e Innovación*, 12(12), 13–23. <https://doi.org/10.53591/iti.v12i12.177>
- Reglamento de las Telecomunicaciones Internacionales, Conferencia administrativa mundial telegrafica y telefonica 3 (1988). [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/3F/01/T3F010000010001PDFS.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/3F/01/T3F010000010001PDFS.pdf)
- Witkov, C. y Zengel, K. (2019). *Chi-Squared Data Analysis and Model Testing for Beginners*. Oxford University Press.

# Desarrollo de un Sistema de Adquisición de Señales Electromiográficas de Superficie (sEMG) Asequible mediante el Uso de *Hardware* y *Software* de Código Abierto

Amaury José Pino , Noel Camilo Castro 

Pino, Amaury José  
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela  
Autor de correspondencia: 16-90461@usb.ve

Castro, Noel Camilo  
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela  
ccastro@usb.ve

## Resumen

La electromiografía (EMG) es una técnica clínica relacionada con el desarrollo, registro y análisis de señales mioeléctricas; en particular, la EMG de superficie se puede utilizar para monitorear patologías neuromusculares. Los dispositivos comerciales para adquisición, procesamiento y almacenamiento de EMG superficial con fines diagnósticos o de investigación son poco asequibles en los países en desarrollo. Este trabajo se propone desarrollar un sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de bajo costo comparativo y calidad profesional con herramientas *open hardware* y *open source* para EMG-superficial. Para la adquisición de las señales se utilizaron sensores del tipo MyoWare AT-04-001 de Advancer Technologies. La digitalización se realizó mediante el microcontrolador Arduino UNO R3 (10 bits de resolución), el procesamiento de señal se realizó en un PC (procesador I5) con la herramienta Node-Red (IBM Emerging Technology) y la visualización, en el *dashboard* del mismo entorno. El almacenamiento y gestión de la base de datos se instrumentó por medio del sistema MySQL. Finalmente, se realizaron pruebas de adquisición sobre un sujeto de estudio, probando los sensores de forma independiente y secuencial. Se construyó un módulo de adquisición en caja acrílica contentiva del Arduino UNO R3 y los puertos de I/O para recepción de señal de sensores (4XRJ45) y transmisión serial al PC e interruptor de encendido. Se determinó el costo del proyecto y su ventaja comparativa frente a la versión comercial más económica. Se implementó la base de datos correlacional y se desarrolló la interfaz para el despliegue de las señales sEMG. Se demostró la factibilidad de construir un sistema de adquisición, procesamiento, almacenamiento y despliegue de señales EMG-superficial mediante herramientas de libre acceso con calidad similar a un equipo comercial, para mejorar la accesibilidad y asequibilidad en países en desarrollo.

**Palabras clave:** EMG-superficial, *open source*, *open hardware*, Arduino, MySQL

## Introducción

La electromiografía de superficie (sEMG) se ha utilizado durante mucho tiempo en la investigación, la atención médica y otros campos, como la ergonomía y las interfaces cerebro-máquina (Manzur y Álvarez, 2020). En el cuidado de la salud, las sEMG se han empleado para diagnosticar y tratar trastornos musculoesqueléticos, disfunción del piso pélvico y déficits motores tras un accidente cerebrovascular, entre otras aplicaciones. A pesar de la extensa literatura e información sobre sEMG, la comunidad clínica no la ha adoptado ampliamente, especialmente en los países en desarrollo. De acuerdo con Manzur y Álvarez (2020), este fenómeno puede explicarse por la combinación de varias barreras: en primer lugar, la situación socioeconómica del país, la cual, normalmente, crea un entorno en el que solo se aplican rutinariamente tratamientos rentables; en segundo lugar, la mayoría de la literatura relacionada con sEMG y sus aplicaciones clínicas no se ha traducido en resultados decisivos, lo que interfiere en su aplicabilidad en contextos de bajos ingresos; en tercer lugar, el entrenamiento clínico en rehabilitación proporciona una instrucción inadecuada en sEMG, y, por último, la accesibilidad al equipo, es decir, asequibilidad, disponibilidad y portabilidad.

Este último punto, relacionado con la accesibilidad, constituye la principal motivación para llevar a cabo este proyecto. Por ello, se desarrollará una alternativa dentro del contexto de mejorar la accesibilidad de este tipo de dispositivos de adquisición de señales electromiográficas superficiales; para esto, se tendrá un enfoque disruptivo mediante el uso de sensores electromiográficos, además de *hardware* y *software* de código abierto, lo cual permitirá disminuir significativamente los costos del proyecto. El sistema de procesamiento de información bajo el entorno de desarrollo de Arduino ofrece una alternativa realmente económica para su adquisición, como se puede observar en la Tabla 4. Otro de los elementos relevantes del proyecto es que se sustentará en el uso de *software* libre para el procesamiento y almacenamiento de las señales, utilizando de manera innovadora Node-RED de IBM y MySQL.

Rossi (2019) desarrolló un módulo de electromiografía similar; sin embargo, el producto de nuestra investigación tendrá un enfoque particular en la interfaz gráfica, creando un *dashboard* para visualización de cuatro señales en tiempo real mediante el uso de Node-RED y un sistema de almacenamiento en una base de datos relacional de MySQL. Esto permitirá contar con la información obtenida para su análisis posterior. Por tanto, se creará, más que un dispositivo en sí, un sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de señales electromiográficas.

## Revisión teórica

La electromiografía (EMG) es una técnica clínica relacionada con el desarrollo, registro y análisis de señales mioeléctricas. Las señales mioeléctricas están formadas por variaciones fisiológicas o patológicas en el estado de las membranas de la fibra muscular (Basmajian, 1985). La despolarización de las fibras musculares da como resultado un EMG, en el cual el potencial eléctrico varía en magnitud y frecuencia en relación con la actividad muscular. Sin embargo, existen múltiples variables que pueden influir en la señal, como por ejemplo la velocidad de acortamiento o alargamiento del músculo, la velocidad de acumulación de tensión o fatiga y la actividad refleja (Winter, 2009).

Al igual que otras señales bioeléctricas, la sEMG aporta un valor añadido fundamental a la valoración del órgano que la genera. La información sobre la activación muscular tiene diferentes formas —amplitud, tiempo, morfología, características espectrales, velocidad de conducción de la fibra muscular, desplazamiento de la zona de inervación, sinergias que contribuyen, coordinación muscular, estrategia de control, etc.— y es relevante en muchos campos, como la ortopedia, la neurorrehabilitación, el análisis del movimiento en el ejercicio y el deporte, el envejecimiento, la gnatología, la obstetricia o la medicina espacial y del trabajo (Drost et al., 2006). Cada uno de los métodos y técnicas de evaluación específicos enumerados en la Tabla 1 y en la sección “descripción general de las aplicaciones sEMG” es transversal a la mayoría de estas aplicaciones médicas y campos de rehabilitación.

**Tabla 1.** Aplicaciones de sEMG

Campanini et al. Electromiografía de superficie: técnicas que están en uso

---

CUADRO 1. Aplicaciones de sEMG.

	Fisiología y neurología estudios básicos rehabilitación	Ortopédico rehabilitación	Ginecológico rehabilitación y obstetricia	Protesis y dispositivos de ayuda	Ergonomía	Interacción y espacio mediante	Ortodoncia y gnatología
coordinación muscular	X	X	X		X	X	
el intervalo de activación							
energías generadas	X	X	X				
espasmos	X	X	X	X			
Módulo entre actividad	X	X	X		X	X	X
Causas de asimetrías deformidades		X	X		X		
Formación de la fuerza muscular Control postural	X	X	X	X	X	X	X
Fatiga muscular	X	X	X		X	X	X
Estimación							
Distri	X		X		X	X	
actividad muscular localización	X			X	X	X	X
Localización de puntos de inervación	X			X			
procesos fisiológicos relacionados musculares	X	X	X		X		
Calambres	X	X			X	X	

Las X indican estudios, análisis y técnicas de aplicación. Las columnas indican una gran área de la medicina en la que tales técnicas son aplicables o se aplican.

**Fuente.** Campanini et al. (2020)

De acuerdo con el criterio de Campanini et al. (2020), cientos de publicaciones en revistas revisadas por pares proporcionan un conjunto consistente de evidencia de que las aplicaciones de sEMG hacen que la información adecuada esté disponible en muchos campos médicos, incluidas las áreas de neurorrehabilitación y ortopedia. A pesar de estos logros, las aplicaciones clínicas en las instituciones de salud siguen siendo muy limitadas debido a muchas dificultades; las principales barreras para el uso generalizado de sEMG se clasifican en cuatro grupos: culturales, educativas, técnicas y económicas. Estas barreras están estrechamente vinculadas y son interdependientes.

El enfoque de las barreras económicas, incluyendo el análisis de costo/beneficio, debe considerarse seriamente para identificar las aplicaciones basadas en sEMG más rentables económicamente. Según Manzur y Álvarez (2020), teniendo en cuenta todas las barreras que existen para aplicar con éxito sEMG a la práctica clínica, la escasez de

dispositivos EMG accesibles puede agregar otro obstáculo a su uso. En el mencionado estudio, se considera la accesibilidad como la combinación de portabilidad, asequibilidad y facilidad de uso de un dispositivo EMG en particular. Estos criterios son definidos de la siguiente manera:

- Portabilidad: el dispositivo tiene un tamaño pequeño (tamaño de bolsillo o dispositivo de mano), se puede transportar fácilmente a diferentes lugares, tiene baterías internas y no requiere una computadora para su funcionamiento.
- Asequible: considerando que uno de los principales usuarios finales de estos sistemas puede ser el fisioterapeuta, se incluye este término porque muchos especialistas o investigadores deben comprar su propio equipo.
- Facilidad de uso: se proporcionan todos los elementos necesarios (*hardware*, *software*) y es compatible con teléfonos inteligentes o tabletas (obtenido de folletos o descripciones del sitio web).

Los resultados de la investigación de Manzur y Álvarez (2020) se describen en la Tabla 2. Algunos de los dispositivos encontrados son caros y más adecuados para la investigación (BTS, Noraxon, Delsys y Bioelettronica). Por otro lado, el más económico, el MyoWare, requiere la compra de *hardware* adicional (es decir, una placa Arduino) y tener conocimientos de programación. Por estas razones, Manzur y Álvarez (2020) consideran que no es adecuado para uso clínico inmediato. Sin embargo, este proyecto tomará como referencia el uso de este sensor, MyoWare, para incorporar el *hardware* y el *software* necesarios, con la finalidad de evaluar su factibilidad como dispositivo electromiográfico asequible. Esta propuesta, en la cual se combinan *hardware* y *software* de código abierto, podría representar una opción que, objetivamente, contribuya a incrementar la accesibilidad de este tipo de tecnologías.

**Tabla 2.** Descripciones de soluciones sEMG

Compañía	Modelo	Costo	Enlace	Portabilidad	Asequible	Facilidad
Advanced Technologies	Myoware	USD 37,99	<a href="http://www.advancetechnologies.com/myoware.html">http://www.advancetechnologies.com/myoware.html</a>	SI	SI	No (req. adicional hardware)
EMG Line	EMG Line	USD 410	<a href="http://www.es-tech.it">http://www.es-tech.it</a>	SI	SI	SI
ADIOS	ADIOS	USD 348	<a href="https://shop.livethics.com/">https://shop.livethics.com/</a>	SI	SI	SI
Tecnología brillante	brillia3	USD 534	<a href="http://www.thimmesensing.com/product/brillia3-dev-kit">http://www.thimmesensing.com/product/brillia3-dev-kit</a>	SI	SI	SI
OT Bioelettronica	Forza, duetta	348-1422	<a href="https://www.otbioelettronica.com/products/har-dsare-item761-quadrante-es">https://www.otbioelettronica.com/products/har-dsare-item761-quadrante-es</a>	SI	SI	SI
Tringger	Tringger	399-1,099	<a href="https://www.tringger.com/">https://www.tringger.com/</a>	SI	SI	SI
BTS Bioingeniería	grabemg	~USD 20,000	<a href="https://www.btsbioengineering.com/products/robemg-surface-emg/">https://www.btsbioengineering.com/products/robemg-surface-emg/</a>	No	No	No (AU)
Noraxon	Urban EMG	~USD 20,000	<a href="https://www.noraxon.com/enr/products/urbanemg/#1341287728904-f6b56233-6d3d">https://www.noraxon.com/enr/products/urbanemg/#1341287728904-f6b56233-6d3d</a>	No	No	No
Delsys	Trigno	~USD 20,000	<a href="http://www.delsys.com">www.delsys.com</a>	No	No	SI
Ciencia MyMyo	MyMyo	~	<a href="http://mymyo.ciencia/">http://mymyo.ciencia/</a>	SI	~50%	SI
Coneta	PicoEMG	~	<a href="https://www.conetasystems.com/products/picoemg">https://www.conetasystems.com/products/picoemg</a>	SI	No	SI
Milen	Aktoz	~	<a href="https://www.milen.it/aktoz">https://www.milen.it/aktoz</a>	No	No	SI

Fuente. Manzur y Álvarez (2020)

## Métodos

Para el desarrollo de este proyecto se llevó a cabo una investigación tecnológica básica aplicada al desarrollo de un prototipo con fines experimentales. Este estudio se realizó en Venezuela. Se planificó el diseño y fabricación de un sistema que permita captar distintas señales mioeléctricas y procesarlas, con dos finalidades: ser mostradas en una interfaz gráfica en tiempo real y ser almacenadas en una base de datos para su posterior consulta y caracterización, con el propósito de que puedan ser utilizadas en proyectos de desarrollo e investigación.

El sistema diseñado consta de tres partes diferenciadas, las cuales trabajan en conjunto para cumplir las distintas funciones. En primer lugar, el *hardware*, donde se encuentra el sistema de adquisición de las señales; está conformado por sensores mioeléctricos MyoWare y una placa de desarrollo Arduino UNO, cuya función principal es la de captar las señales mioeléctricas y convertirlas en señales digitales. El segundo elemento es el *software*, que permite la interfaz de las señales biológicas y su correspondiente procesamiento; está conformado por un flujo en la herramienta de programación denominada Node-red de IBM. La tercera parte es el sistema de almacenamiento de las señales, el cual está constituido por una base de datos en MySQL. Por último, para verificar el correcto funcionamiento del dispositivo, se hicieron pruebas en pacientes con amputación transradial, realizando adquisición de señales y verificando que los elementos de adquisición, procesamiento y almacenamiento de señales sean capaces de cumplir los objetivos propuestos.

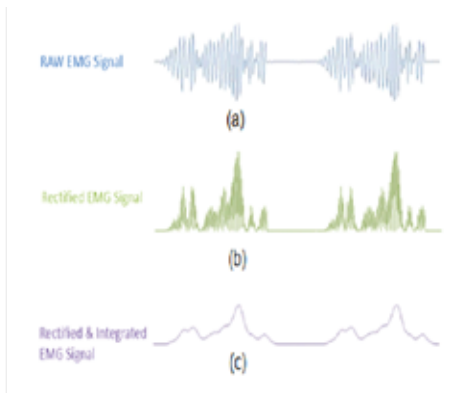
## Sistema de Adquisición de Datos

Un sistema de adquisición de datos consiste, de forma general, en un sistema capaz de tomar muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otros dispositivos electrónicos (sistema digital) (Castilla, 2018). En el caso del sistema diseñado, estas muestras corresponden a las señales mioeléctricas; para la captura de las mismas se optó por usar sensores MyoWare AT-04-001 de Advancer Technologies (Figura 1).



Figura 1. Sensor MyoWare AT-04-001 de Advancer Technologies

El sensor Myoware AT-04-001 es un sensor electromiográfico (EMG) que permite medir las señales de un músculo mediante el potencial eléctrico o señal mioeléctrica que este genera. Es uno de los más usados en las áreas de robótica, prótesis y sistemas de control. Está diseñado para ser usado directamente con un microcontrolador, de forma que su salida principal no es la señal mioeléctrica cruda, sino una señal mioeléctrica amplificada, rectificadora e integrada (Figura 2) que puede ser leída con cualquier convertidor analógico-digital (ADC) de un microcontrolador (Rouse, 2018).



**Figura 2.** Señal de salida del sensor MyoWare AT-04-001: (a) señal EMG pura, (b) señal EMG rectificada y (c) señal EMG rectificada e integrada  
**Fuente.** Rouse (2018)

La señal de salida de este sensor es proporcional a la flexión del músculo; cuanto mayor sea la flexión, más se incrementará la señal analógica de salida. La relación entre esta señal de salida y la flexión del músculo puede ser modificada con el potenciómetro de ganancia que el sensor tiene en su placa base (Rouse, 2018).

**Tabla 3.** Características eléctricas del sensor MyoWare AT-04-001

<b>Voltaje de alimentación</b>	<b>+2.9V</b>	<b>+3.3V or +5V</b>	<b>+5.7V</b>
Potenciómetro de ganancia	0.01 $\Omega$	50 k $\Omega$	100 k $\Omega$
Voltaje de la señal de salida			
Señal EMG arreglada	0V	-	+Vs
Señal EMG pura (centrada en +Vs/2)	0V	-	+Vs
Impedancia de entrada		110 G $\Omega$	
Corriente de alimentación	-	9 mA	14 mA
Factor de rechazo al modo común (CMRR)	-	110	-
Intensidad de polarización de entrada	-	1 pA	-

**Fuente.** Rouse (2018)



La señal eléctrica producida por estos sensores no puede ser usada directamente por un ordenador para su visualización; por ello, se hace necesaria la digitalización de esta señal para convertirla en información que sí pueda ser procesada, lo cual se realiza por medio de una placa electrónica Arduino UNO R3 (Figura 3). Esta placa electrónica se seleccionó para esta tarea debido a sus excelentes características, como un entorno de programación simple y directo, múltiples pines con convertor analógico-digital (ADC) con una resolución de 10 bits, alta velocidad de muestreo, voltaje de entrada de hasta 5 voltios, simplicidad para la conexión de *hardware* e incorporación de comunicación serial con ordenadores y otros equipos (Castilla, 2018).



Figura 3. Arduino UNO R3

## Sistema de Procesamiento de Datos

Una vez digitalizadas las distintas señales mioeléctricas captadas, estas son transmitidas a través del puerto serial al sistema de procesamiento de señales encargado de gestionar y procesar los datos recibidos para su posterior representación visual. El sistema de procesamiento usado en este caso corresponde a un ordenador, en el cual se corre un flujo de la herramienta de programación Node-RED, que se encarga de separar los datos de las distintas señales recibidas para representarlas visualmente, de manera individual, mediante el uso del *dashboard* que viene incorporado en el entorno de Node-RED (Cobos et al., 2008).

Node-RED es una herramienta de programación creada bajo Node.js por el equipo de tecnologías emergentes de IBM (IBM Emerging Technology), diseñada para interconectar todos nuestros elementos del internet de las cosas de manera rápida y sencilla a través de un editor basado en el navegador. Estos elementos pueden ser dispositivos *hardware*, APIs o servicios *online* (Foundation, 2018). Node-RED, además, cuenta con la posibilidad de instalar un sinnúmero de complementos adicionales desarrollados por usuarios de la plataforma; entre ellos se encuentra el *dashboard* o interfaz gráfica de usuario, la cual permite mostrar o recibir datos de diversas maneras.

Para usar Node-RED, es necesario descargar e instalar previamente el paquete de Node.js desde el que este funciona (Cobos et al., 2007). Node.js es un entorno de ejecución para JavaScript construido con el motor de JavaScript V8 de Chrome, *open source* o de código abierto, para la capa del servidor, basado en el lenguaje de programación ECMAScript (Butterfass et al., 2001). El instalador de este paquete puede ser descargado desde su sitio oficial (<https://nodejs.org/es/>) de manera gratuita para los sistemas operativos Windows, Linux y macOS. La programación de flujos en Node-RED se realiza mediante la conexión de nodos funcionales (Figura 4), los cuales están conformados por líneas de códigos que, al ser conectados con otros, se complementan para formar un programa que trabaja de manera secuencial según el orden de los nodos interconectados.

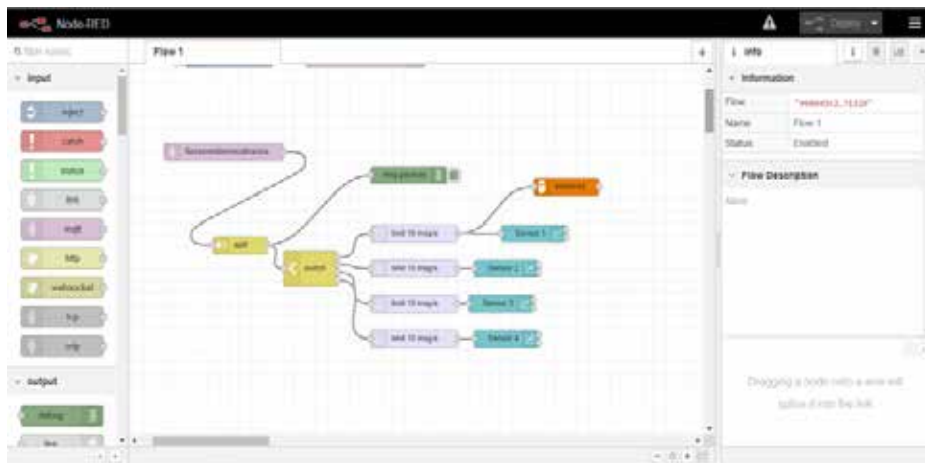
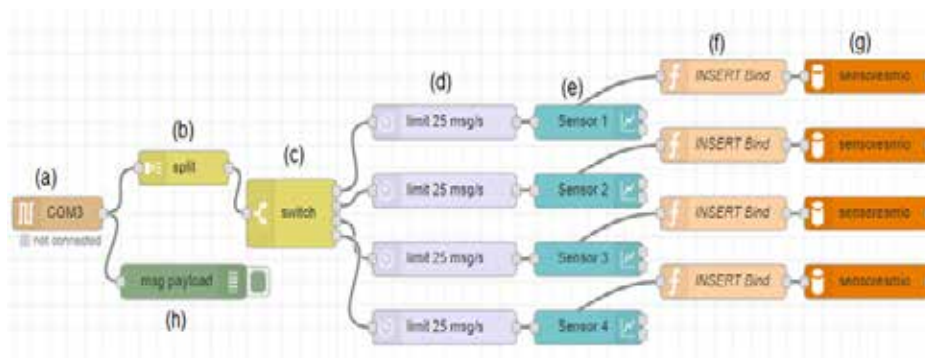


Figura 4. Programación en Node-RED mediante conexión de nodos

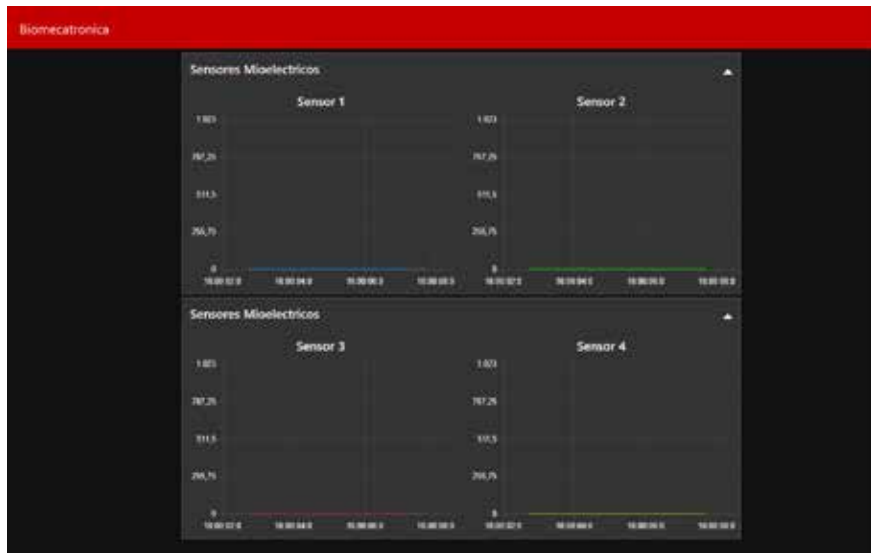


El flujo programado para el procesamiento de datos consta de un arreglo de nodos que permite recibir los datos desde el puerto serial del computador para dividirlos, organizarlos y ser mostrados en cuatro gráficas lineales (una para cada sensor) en el *dashboard* de Node-RED; finalmente, son enviados a tablas en una base de datos en MySQL. Este flujo puede ser observado en la Figura 5.

**Figura 5.** Flujo usado en Node-RED para el procesamiento de datos: (a) nodo serial, (b) nodo de división, (c) nodo *switch*, (d) nodo limitador, (e) nodo de gráfica lineal, (f) nodo de función, (g) nodo MySQL y (h) nodo de depurado

El *dashboard* de Node-RED, donde se muestran las gráficas con los datos recibidos, fue modificado y organizado para que las señales generadas por los cuatro sensores mioeléctricos pudieran ser visualizadas simultáneamente en la pantalla del ordenador con su leyenda correspondiente, como se puede observar en la Figura 6.

**Figura 6.** Gráficas de los datos recibidos en el *dashboard* de Node-RED



## Sistema de Almacenamiento de Datos

Para almacenar los datos de las distintas pruebas realizadas y poder estudiar las señales mioeléctricas captadas de mejor manera, se optó por establecer una base de datos; para ello, se usó el sistema de gestión de bases de datos MySQL, que permite crear y manejar de manera sencilla bases de datos de forma confiable y segura.

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto (*open source*), basado en lenguaje de consulta estructurado (SQL). Este se ejecuta en la mayoría de las plataformas, incluyendo Linux, UNIX y Windows, y se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones, si bien se asocia más a las aplicaciones basadas en la web y la publicación en línea. MySQL permite crear y manejar bases de datos de manera rápida y simple, con una gran compatibilidad con los programas que hacen uso de bases de datos (Oskoei y Hu, 2007).

En esta base de datos, se crearon cuatro tablas —una por cada sensor— mediante el uso de un script en MySQL. Las tablas están formadas por cuatro columnas y múltiples filas; la primera columna representa el número de la medida tomada, la segunda columna

representa el valor medido, la tercera columna, el tiempo en que se realizó la medida y la cuarta columna, la fecha en que se realizó la prueba.

Estas tablas fueron las encargadas de recibir los datos enviados desde el sistema de procesamiento mediante el uso del nodo MySQL en Node-RED, permitiendo así registrar los valores por el sistema de adquisición de manera constante, para su posterior estudio y análisis.

## Diagrama de Conexión del Sistema

La interconexión de estos tres sistemas —que permite el funcionamiento correcto del sistema completo como uno solo— es llevada a cabo mediante interfaces de *hardware* y de *software* (Figura 7).

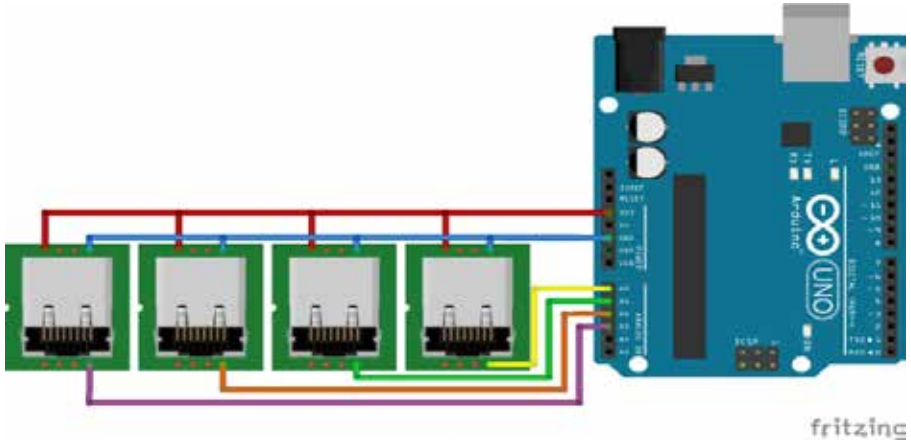


Figura 7. Diagrama de conexión del sistema

## Módulo para Adquisición de Señales Mieléctricas

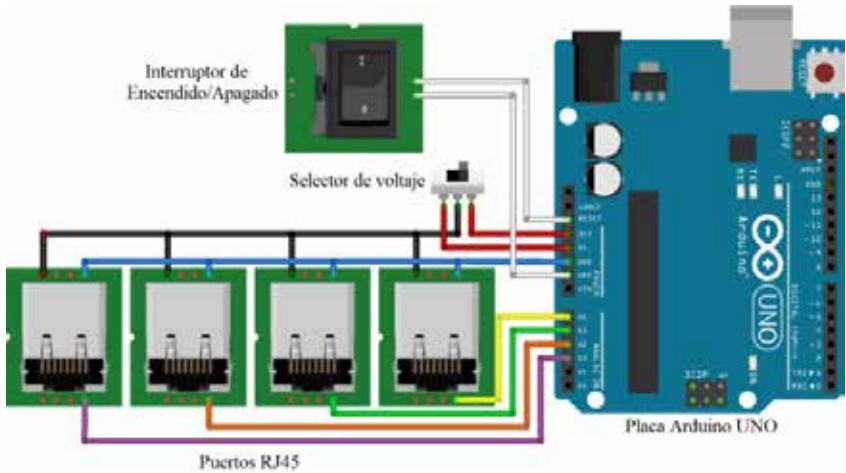
Debido a la complejidad que representaba el uso del sistema de adquisición de datos, se diseñó y ensambló un módulo que tuviese la capacidad de contener todo el *hardware* y los sistemas de conexión necesarios; en él se incorporó todo el sistema con diversos elementos para facilitar su uso y conexión, de manera que pudiera ser puesto en operación cada vez que fuese necesario, sin tener la necesidad de realizar el conexionado de los componentes.

En primer lugar, para facilitar la conexión de los sensores mioeléctricos, se usó una interfaz RJ45 entre los sensores y la placa de desarrollo. Se conectaron cuatro conectores hembra (uno para cada sensor) con la placa Arduino UNO, como se puede observar en la Figura 8. Estos conectores actuarán como receptores para los sensores mioeléctricos, a los cuales se les instalarán cables de red con conectores macho acordes a los conectores instalados en el módulo.



**Figura 8.** Conexión de los puertos RJ45 con la placa Arduino UNO

Posteriormente, se agregó un interruptor de encendido y apagado conectado con un LED para indicar el estado del módulo y un selector de voltaje de alimentación para los sensores. Con este selector se puede seleccionar alimentar los sensores desde el pin de 3.3 V o desde el pin de 5 V de la placa Arduino UNO, de manera que es posible estudiar el comportamiento de la señal mioeléctrica para placas compatibles únicamente con 3.3 V o con 5 V. El diagrama de conexión final de todos los elementos del módulo se muestra en la Figura 9.

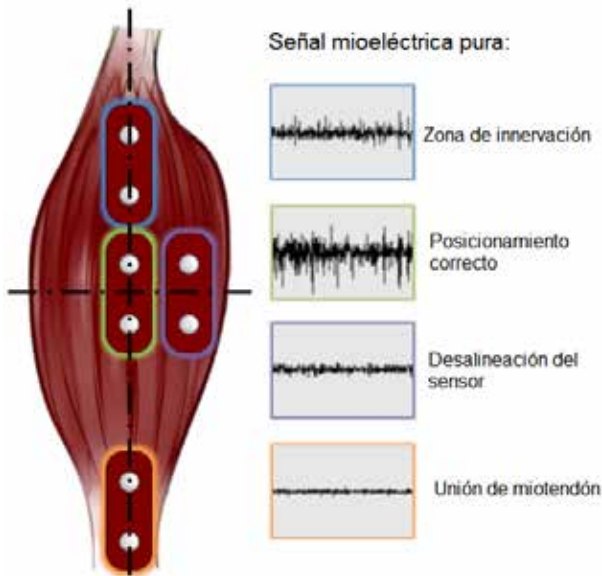


**Figura 9.** Diagrama de conexión del módulo para adquisición de señales mioeléctricas

## Pruebas Realizadas al Sujeto de Estudio

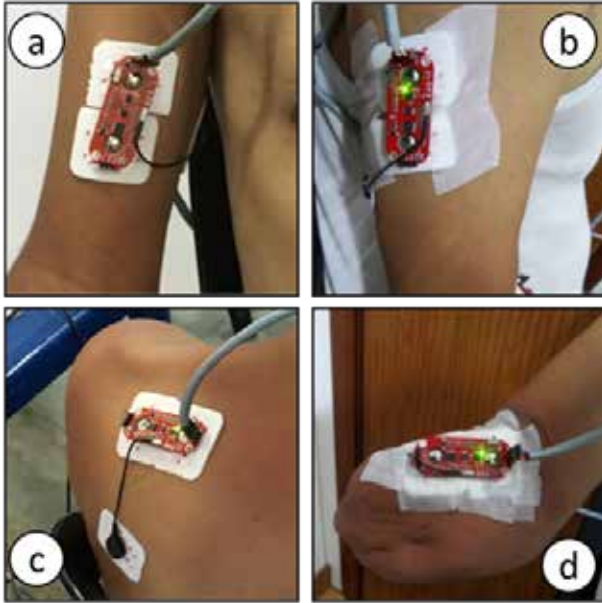
Para seleccionar las señales mioeléctricas con las que se realizaría el control de la prótesis, se realizaron una serie de pruebas en una persona que sufrió una amputación transradial. Estas pruebas consistieron en medir las señales mioeléctricas generadas por distintos músculos del cuerpo, entre los cuales se encuentran el bíceps, el tríceps, el trapecio y el músculo flexor radial del carpo. Se usó el sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de señales mioeléctricas desarrollado, con el objetivo de determinar la caracterización de estas señales para posibles proyectos a futuro que aborden la creación de un sistema de control protésico basado en señales electromiográficas.

Tomando como referencia la zona de innervación muscular (Figura 10), se procedió a posicionar los sensores electromiográficos MyoWare sobre los músculos bíceps (Figura 11a), tríceps (Figura 11b), trapecio (Figura 11c) y flexor radial del carpo (Figura 11d).



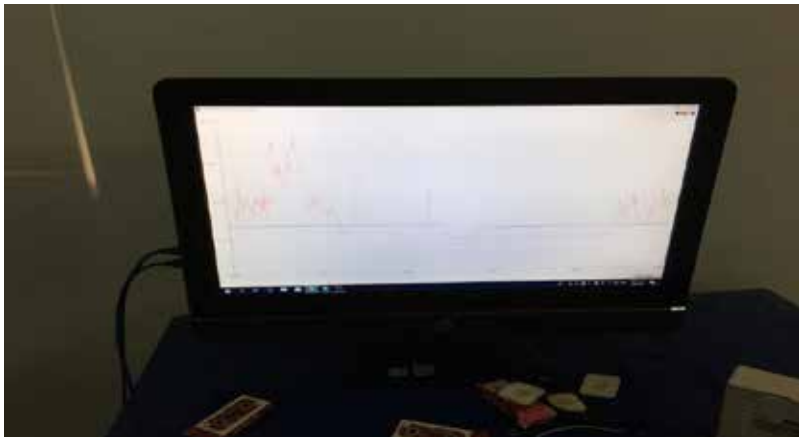
**Figura 10.** Posicionamiento correcto del sensor MyoWare AT-04-001

**Fuente.** Rouse (2018)



**Figura 11.** Posicionamiento y pruebas del sensor MyoWare en diferentes grupos musculares

Posteriormente, se procedió a validar el funcionamiento; se conectaron los sensores al Arduino UNO para formar el sistema de adquisición de datos diseñado y se abrió el *serial plotter* (Figura 12) integrado en el IDE de Arduino. Se le solicitó al sujeto de prueba que activara cada uno de los músculos por separado, para así observar la señal generada por cada uno de estos y ajustar el nivel de voltaje de salida de cada sensor con el potenciómetro de ganancia integrado en el sensor MyoWare.



**Figura 12.** *Serial plotter* del IDE de Arduino

Finalmente, se indicó al sujeto que contrajera y extendiera cada uno de los músculos sometidos a la prueba, de manera independiente y secuencial, por un periodo de dos minutos, mientras se visualizaban las señales captadas por los sensores en el *dashboard* de Node-RED. A través de un monitor (Figura 13) se observaron las características y el comportamiento de cada señal generada durante la prueba. Los datos generados fueron almacenados en la base de datos para realizar estudios posteriores, a fin de lograr un control protésico.



**Figura 13.** Prueba realizada en paciente con el Dashboard en tiempo real

## Resultados y Discusiones

Se demostró la factibilidad de diseñar y construir un sistema de adquisición de señales electromiográficas mediante el uso de dispositivos *open hardware* y *open source*; se comprobó que las interfaces funcionaron según lo propuesto en todas sus etapas: adquisición, procesamiento y almacenamiento. Se unificó todo el sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento en una caja de material acrílico (Figura 14) con conexiones para sensores, puertos USB y colocación de interruptores.



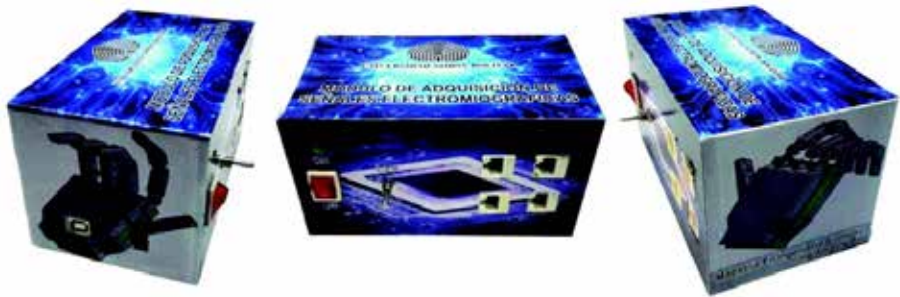


Figura 14. Módulo para adquisición de señales electromiográficas

Se determinó un costo final para el dispositivo de 251.96 USD. La descripción de la estructura de costos se expone en la Tabla 4. Los costos más significativos están relacionados con la caja acrílica; el importe del resto de los componentes se considera razonable. A fin de reducir el costo final, se podría diseñar una caja para ser impresa en 3D. El costo final del proyecto representa una disminución porcentual del 38 % respecto al importe del dispositivo más económico incluido en la Tabla 2.

Tabla 4. Estructura de costos del dispositivo

COSTOS HARDWARE					
Item	Concepto	Cant	Unid	Precio	Costo Total
1	Costo microcontrolador ARDUINO UNO R3	1	pza	22	22
2	Sensores mioelectricos Myoware	4	pza	37,99	151,96
3	Conectores RJ-45	4	pza	2	8
4	Interruptor principal ON-OFF	1	pza	5	5
5	Interruptor conmutador de voltaje	1	pza	5	5
6	Fabricación Case acrílico para montaje del dispositivo	1	pza	60	60
<b>Costos Hardware</b>					<b>USD 251,96</b>
COSTOS SOFTWARES					
Item	Concepto	Cant	Unid	Precio	Costo Total
7	Descarga NODE RED	1	pza	0	0
8	Descarga de MySQL	1	pza	0	0
<b>Costos Software</b>					<b>0</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION PROTOTIPO FINAL</b>					<b>USD 251,96</b>

Se realizaron pruebas funcionales que permitieron adquirir con suficiente intensidad cuatro señales electromiográficas distintas de un mismo paciente, que posibilitaron la medición y caracterización de los siguientes aspectos: comportamiento de señales, polarización, sensibilidad, desempeño de las interfaces de contacto superficial en función del tiempo, voltajes DC del individuo, sudor y características de los electrodos, entre otros. Esta información se procesó mediante el convertidor analógico-digital de Arduino y, simultáneamente, se almacenó en las bases de datos relacionales de MySQL; posteriormente, se exportaron sus registros a gráficos (Figura 15).

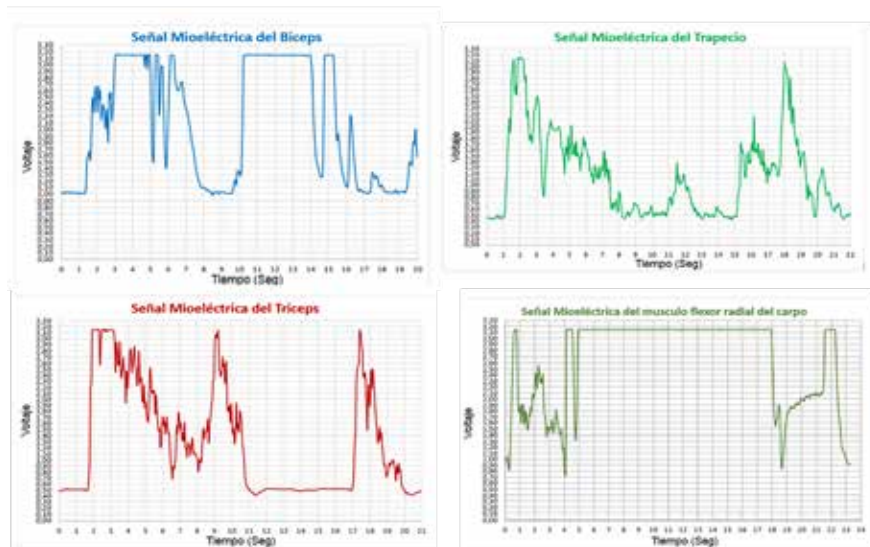


Figura 15. Señales electromiográficas del paciente procesadas en el IDE de Arduino y graficadas

El desarrollo de este proyecto demostró la factibilidad de utilizar dispositivos de bajo costo y *softwares* de libre descarga para conformar un sistema que registra de manera efectiva señales electromiográficas, las procesa, las presenta en un *dashboard* personalizado y las almacena para su posterior análisis.

Si bien la disminución de los costos no fue porcentualmente relevante, sí determinó un ahorro del 38 % con respecto al dispositivo más económico evaluado en este proyecto, lo que se traduce en casi 100 USD. Esta cantidad es realmente significativa si se compara con los estándares de ingresos promedio o salarios en países de baja renta.

El proyecto representa una opción alternativa a las existentes en el mercado internacional. La adquisición de los componentes es relativamente accesible y el *software* es de descarga fácil y gratuita, sin limitaciones complejas de sistemas operativos o *hardware* avanzados.

Es necesario probar el proyecto a efectos de cumplir con las regulaciones para dispositivos médicos que establecen las normas ISO-13485 o las directivas regulatorias de la UE, como la 90/385/EEC.

## Conclusiones

La investigación demuestra la factibilidad de construir un sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos electromiográficos de superficie (sEMG) con una interfaz gráfica profesional con un costo un 38 % menor que el dispositivo comercial más económico en el momento de su diseño e implementación. Así, se cumple con el objetivo fundamental de asequibilidad del producto.

El dispositivo desarrollado permitió obtener las variables electromiografías básicas con resoluciones temporales concordantes con la bibliografía. Se logró adquirir simultáneamente cuatro señales electromiográficas caracterizables.

El dispositivo demostró la capacidad de cumplir eficientemente con la adquisición de las señales electromiográficas y con el procesamiento y muestreo en tiempo real en la interfaz gráfica de Node-RED, con una apariencia profesional al nivel de un *software* bajo licencia. Por último, se pudo configurar el dispositivo para almacenar simultáneamente todas las señales caracterizadas, lo que convierte a esta propuesta en un sistema confiable y profesional con la capacidad de crear bases de datos para investigación científica o, simplemente, para evaluación de casos clínicos específicos.

## Recomendaciones

Se recomienda evaluar el módulo desarrollado de acuerdo a los lineamientos de regulación para dispositivos médicos estipulados en las normas ISO-13485 y en las directivas regulatorias de la UE, como la 90/385/EEC. De esta forma, se podrá comprobar si el proyecto cumple estas importantes regulaciones internacionales.


Se recomienda rediseñar el case del módulo para ser impreso mediante impresión 3D del tipo FDM, con la finalidad de disminuir significativamente los costos de fabricación, que se vieron incrementados por el valor del material acrílico.

## Referencias

- Basmajian, J. V y De Luca C. J. (1985). *Muscles alive: their functions revealed by electromyography*, 5ª ed. Williams & Wilkins.
- Campanini, I.; Disselhorst, K. C.; Rymer, W Z. y Merletti, R. (2020). Surface EMG in Clinical Assessment and Neurorehabilitation: Barriers Limiting Its Use. *Frontiers in Neurology*, 11 (934). doi:10.3389/fneur.2020.00934
- Castilla, M (2018). *Cursogramas*. Unimundo.
- Drost G.; Stegeman D. F.; van Engelen, B. G. M. y Zwarts, M. J. (2006). Clinical applications of high-density surface EMG: a systematic review. *J Electromyogr Kinesiol*, 16 (6), 586–602. doi:10.1016/j.jelekin.2006.09.005
- Foundation, Open JS (2018). Node JS. <https://nodejs.org/es/>
- Butterfass, J.; Grebenstein, M.; Liu, H.; Hirzinger, G. (2001). *DLR-Hand II: Next generation of dexterous robot hand* [Ponencia]. IEEE International Conference on Robotics and Automation.
- Cobos, S.; Ferre, M.; Sánchez-Durán, J. O. y Peña, C. (22-26 de septiembre de 2008). *Efficient human hand kinematics for manipulation tasks* [Ponencia]. International Conference on Intelligent Robots and Systems.
- Cobos, S.; Ferre, M.; Sánchez-Durán, J. O. y Peña, C. (2007). *Constraints for realistic hand manipulation* [Ponencia]. 10th Annual International Workshop on Presence.

- Rouse, M. (2018). *Definición MySQL*. ComputerWeekly. <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL>
- Manzur, V H. y Alvarez, R. J. (2020). Surface Electromyography in Clinical Practice. A Perspective from a Developing Country. *Frontiers in Neurology* (11).
- Oskoei, M. A. y Hu, H. (2007). Myoelectric controls systems - A survey. *Biomedical Signal Processing and Control, II* (4), 275-294.
- Rossi, Hernan Gustavo. (2019). *Desarrollo de un módulo de electromiografía de superficie para un sistema de análisis de la marcha simplificado*. Universidad Nacional de San Martín, Provincia de Buenos Aires. <https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/1323/1/TING%20ESCYT%202019%20RHG.pdf>
- Winter, D. A. . (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4<sup>a</sup> ed.). Hoboken, NJ.

# Importancia de la Enseñanza de Ciberseguridad en BGU en el Ecuador

Ricardo-Sebastián Ríos Ríos 

Ríos Ríos, Ricardo-Sebastián  
Universidad Internacional del Ecuador  
Escuela de Ingeniería en Tecnologías de la Información  
Quito, Ecuador  
Autor de correspondencia: [rriosri@uide.edu.ec](mailto:rriosri@uide.edu.ec)

## Resumen

El creciente desarrollo de la tecnología en el siglo XXI ha obligado a que se produzca una evolución en la forma en que los humanos desarrollamos nuestras actividades. En este proceso, las ciencias de la computación han realizado aportes significativos. La ciberseguridad es una parte elemental del Internet que se conoce hoy en día. El Ecuador está notablemente atrasado en esta materia, en comparación con otros países de la región; el gobierno ecuatoriano no cuenta con una gran infraestructura en el ámbito de la seguridad cibernética y de la informática en general. Este trabajo de investigación analiza la importancia de la enseñanza de temáticas de seguridad informática en el Bachillerato General Unificado (BGU), con el objetivo de examinar los conocimientos que tienen los estudiantes de bachillerato acerca de la ciberseguridad y conocer las deficiencias en estos estudios respecto a los temas básicos dentro de la computación. Se puede comprobar que los estudiantes conocen brevemente las temáticas de seguridad y algunas prácticas, pero no saben aplicarlas de manera correcta. Se debe tener en cuenta que los jóvenes recibieron demostraciones de los diferentes tipos de ataques y vulnerabilidades a las que estaban expuestos. Prácticas como la detección de sitios web maliciosos o la prevención al realizar actividades delicadas en redes públicas no se deben pasar por alto en una buena educación en seguridad informática.

**Palabras clave:** ciberseguridad, educación, tecnología, bachillerato general, computación

## Introducción

El creciente desarrollo de la tecnología en el siglo XXI ha provocado una evolución en la forma en la que los humanos desarrollamos nuestras actividades. En este proceso, las ciencias de la computación han realizado aportes significativos. La ciberseguridad es una parte elemental del Internet que se conoce hoy en día. Para abordar el ámbito de las ciencias de la computación, es necesario clarificar ciertos términos. El ciberespacio, según Pedroza (2021), es la realidad virtualizada que existe gracias a la conexión de redes generadas por equipos de cómputo a nivel mundial. Podría llegar a confundirse con internet, pero existe una diferencia; el ciberespacio no solo se limita a lo que existe en la

web, sino que va mucho más allá, pues abarca todo el entorno relacionado con equipos tecnológicos. En este ciberespacio existen diversas situaciones que hacen que exista la llamada ciberseguridad. Para Kaspersky (2021), la ciberseguridad se entiende como el conjunto de prácticas, capacidades y conocimientos que se usan para preservar la seguridad de un sistema o de los integrantes de este. Dentro de la seguridad informática, existen prácticas defensivas y ofensivas que permiten a los expertos en seguridad actuar de manera eficiente en función de la situación en la que se encuentren.

Según un reporte presentado por Kaspersky, que abarca desde noviembre de 2020 hasta octubre de 2021, el 15.45 % de los usuarios que utilizan computadoras para acceder a Internet a nivel mundial han experimentado un ataque con *malware*. Entre estos ataques, se encontraron 114 525 734 de direcciones de Internet (URLs) con contenido malicioso que pudieron ser evitadas por el gigante informático. Por otra parte, 366 256 ataques de *ransomware* fueron repelidos y se evitaron 429 354 intentos de robo de dinero (Kaspersky, 2022).

El Ecuador, en materia de ciberseguridad, está notablemente atrasado, en comparación con otros países de la región; el gobierno ecuatoriano no cuenta con una gran infraestructura en el ámbito de la seguridad cibernética y de la informática en general. Se han producido casos en los que empresas importantes del Gobierno e incluso instituciones financieras ha recibido ataques a gran escala que no han podido evitar. Estos ataques han generado importantes pérdidas para las empresas y desconfianza entre sus usuarios.

De acuerdo al Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL) de la República de Ecuador, en los primeros cuatro meses de 2022 se reportador más de 7200 ataques, aproximadamente, mientras que en 2021 se registraron 15 847 incidentes en ciberseguridad. En Latinoamérica los ataques cibernéticos han aumentado un 24 %; Ecuador se ha visto notablemente afectado por este incremento de inseguridad, unido a la falta de infraestructura en sus sistemas y a la carencia de expertos en este ámbito (MINTEL, 2022).

Este trabajo de investigación analiza la importancia de la enseñanza de temáticas de seguridad informática en el Bachillerato General Unificado (BGU), con el objetivo de examinar los conocimientos que tienen los estudiantes de bachillerato acerca de la ciberseguridad y conocer las deficiencias en estos estudios respecto a temas básicos dentro de la computación. Asimismo, se busca indagar cuáles son las temáticas que propone el Ministerio de Educación (MINEDUC) de la República del Ecuador en el ámbito de la informática, además de conocer cuál es su impacto en la toma de decisiones al escoger carreras universitarias relacionadas con esta área de conocimiento.

## Métodos

La finalidad de esta investigación es, principalmente, encontrar una manera eficiente de enseñar los términos básicos y las prácticas esenciales de ciberseguridad desde el BGU. El ciberespacio, actualmente, puede llegar a ser un lugar peligroso para los usuarios con poca experiencia; es por eso que una educación de este tipo y en materia de computación es siempre un aporte significativo para la formación de los estudiantes.

Se han considerado diversas bases de datos para la selección de la información, entre ellas Google Scholar, IEEE Explore y Springer; se filtró la información con las siguientes palabras clave: ciberseguridad, educación, tecnología, bachillerato general y computación. Asimismo, se realizaron cinco combinaciones para poder filtrar la información de manera más delimitada: “ciberseguridad en educación”, “ciberseguridad en bachillerato general”, “ciberseguridad en computación”, “computación en bachillerato general” y “tecnología en educación”.

Para el análisis de la información se examinaron 100 documentos; a través de los filtros empleados se obtuvieron 16 documentos adecuados, que se consideraron para la presente investigación.

## Revisión teórica

### Ciberseguridad

La seguridad dentro de los sistemas informáticos es una cuestión que ha surgido hace pocas décadas, mucho después de la creación de los primeros sistemas informáticos disponibles para uso doméstico. La invención de Internet dio paso a que mucha información esté disponible en la red, información insignificante e incluso información personal de los usuarios de esta herramienta. Por esta razón, las empresas que ofrecen este servicio y los encargados de los sistemas informáticos han tenido que implementar herramientas y prácticas que protejan a los usuarios de cualquier tipo de ataque.

De acuerdo con Amankwa (2021), la ciberseguridad se puede definir como un estado de protección de datos electrónicos. En consecuencia, la seguridad de los sistemas informáticos reposa en qué tan salvaguardados estén los datos que se almacenan. Se debe tener en cuenta que los datos almacenados en estos sistemas representan información del mundo real, información de los usuarios de Internet y de los sistemas informáticos, por lo que cualquier tipo de atentado contra esta información pondría en peligro a muchas personas y comprometería su integridad.

Los expertos en seguridad informática son aquellas personas que actúan dentro de un sistema de información con diferentes objetivos; sin embargo, todos comparten ciertas características. Según la Real Academia Española (2022), un *hacker* es aquella persona con habilidades en informática que hace uso de estas para investigar un sistema informático y así encontrar posibles fallos. Esta definición es bastante acertada, pero algunas personas de renombre dentro del ámbito de las ciencias computacionales discrepan. Definen el término “*hacker*” como una persona que tiene habilidades en computación y que emplea estas para encontrar vulnerabilidades en sistemas y, con esta información, desarrollar mejoras en el sistema que permitan resolver el problema. Sin embargo, hay un dilema en la definición de este término, ya que también existe la palabra “*cracker*”, que algunos expertos definen como un intruso dentro de un sistema que descubre vulnerabilidades, pero que, a diferencia del *hacker*, usa esa información en beneficio propio, ya sea para lucrarse o por simple diversión.

Cada vez es más necesario tener un experto en seguridad dentro del equipo de las empresas, lo que se evidencia en el crecimiento exponencial y acelerado en la demanda

de encargados de seguridad de los sistemas. Grandes empresas, como Google, Facebook, Amazon e incluso Tesla, se han visto obligadas a implementar prácticas y políticas de seguridad en sus sistemas. Por ejemplo, los automóviles de Tesla están programados con inteligencia artificial; cualquier percance de seguridad que permita a un intruso tener acceso a este sistema pondría en riesgo a una gran cantidad de personas. Los usuarios ponen su confianza en los productos y servicios de los que hacen uso, por lo que es necesario que las empresas se encarguen de proveer la seguridad necesaria.

## Riesgos en Internet

Debido a la inmensidad de sitios web en Internet y a la gran cantidad de servicios que se prestan, ha sido necesaria la existencia de un ente regulador para las actividades del ciberespacio. Sin embargo, esto no es suficiente para evitar las actividades maliciosas. Internet se presta para ofrecer servicios, montar negocios y, lo más importante, para conectar a las personas. Por ello, personas con afán de hacer daño tratan de estafar frecuentemente a los usuarios. Muchos estudiantes problemáticos también hacen uso de Internet para infligir daño a sus compañeros, de ahí que, durante la última década, haya surgido el término *ciberbullying*, a consecuencia del aumento del acoso en redes sociales.

Actos delincuenciales, como extorsiones y secuestros, se han efectuado y concretado gracias a la conexión en el ciberespacio. Por esta razón, muchos gobiernos, junto con la Policía, han tenido que crear secciones que regulen las actividades de sus ciudadanos dentro del ciberespacio y donde se puedan presentar denuncias e iniciar diligencias.

Un robo de identidad por fraude es un acto delictivo en el que alguien obtiene información importante haciéndose pasar por otra persona; por ejemplo, la creación una página web bancaria falsa para recuperar la información de la cuenta. El concepto es simple: una persona accede a su información personal y la utiliza para su propio beneficio. En ocasiones, se diseñan enlaces web en los que se solicita a los usuarios que escriban su información básica, incluidos números pin, con el objetivo de utilizar estos datos para cometer un delito (Pawar et al., 2021).

## Ataques y Vulnerabilidades en Seguridad

Respecto a los incidentes de seguridad, se han podido identificar diversos tipos de vulnerabilidades dentro de los sistemas de información que, si son explotados por personas con los conocimientos necesarios, permiten tomar el control del sistema con facilidad.

Dentro de estos ataques se encuentra el *phishing*, el más común y en el que la mayoría de las personas cae, por lo que es ampliamente usado por los ciberatacantes. Este tipo de ataque consiste en la suplantación de direcciones de red o aplicaciones para obtener información de acceso a sistemas. Se puede presentar en forma de página web que contenga una sección donde se deban ingresar los datos de acceso a la cuenta del usuario; sin embargo, al ingresar esa información, esta será enviada a los atacantes, que tendrán así acceso a la cuenta de la víctima.

La suplantación de identidad ha proliferado en la actualidad. Se emplea para adquirir datos e información sensible, como contraseñas, tarjetas de crédito y nombres de usuario,



que pueden utilizarse para perpetrar ataques contra los usuarios de Internet. Esto se hace, a menudo, a través de engaños, filtrando los nombres de usuario y contraseñas (Negi y Sunita, 2019).

Por otro lado, la ingeniería social, una amenaza recurrente, se basa en atacar ese elemento tan frágil de los sistemas de información: las personas. Comúnmente, suele acompañarse del *phishing*, pero también se ayuda de otras prácticas.

Así, la ingeniería social es un ciberataque cuyo objetivo es convencer a los usuarios de Internet para que revelen información personal y secretos, como números de tarjetas y contraseñas. Por lo general, la ingeniería social consiste en ganarse la confianza de los internautas haciéndoles pasar por instituciones o personas fiables —bancos, altos ejecutivos, clientes o contratistas—, lo que les ayuda a acceder a información personal (Pencheva et al., 2020).

Otros ataques de seguridad a considerar son aquellos denominados de denegación de servicio (DoS, por sus siglas en inglés). Este tipo de amenaza consiste en realizar múltiples peticiones a una web para generar que la página y el servidor se saturen y dejen de estar operativos. En muchas ocasiones, los atacantes contactan a los dueños de las web pidiendo dinero por el rescate de la página. Estos ataques son planeados con bastante anticipación por los atacantes, ya que investigan muy bien su objetivo antes de realizar su atentado. Para realizar amenazas de este tipo se suele usar una *botnet*. De acuerdo con Cortex (2021), una *botnet* es una red de equipos informáticos robots, en su mayoría computadoras. Estos equipos están infectados con un programa maligno que recibe órdenes de un atacante; en el momento planificado para los ataques de denegación de servicio, esta red de equipos informáticos infectados se activa y empieza a realizar las peticiones a la página web.

Un ataque de denegación de servicio suele estar diseñado para interrumpir un recurso de la red o de la máquina. En estos casos, suelen causar que estos recursos no estén disponibles, lo que puede suponer un reto para los usuarios de Internet. Por ejemplo, los atacantes pueden negar a los internautas el acceso a sitios web vitales simplemente introduciendo contraseñas incorrectas. De este modo, la contraseña incorrecta se inserta repetidamente hasta que la cuenta se bloquea. Por lo general, estos ataques se producen cuando el atacante procede de un punto importante y, por lo tanto, resulta imposible determinar su ubicación (Goswami, 2018).

Asimismo, entre los ataques y vulnerabilidades más comunes destacan los *backdoors*, un ataque basado en una aplicación maliciosa. Según Netacea (2022), en un ataque por *backdoor* se aprovechan las vulnerabilidades de un sistema para tomar control sobre este. Estas vulnerabilidades muchas veces son causadas por las malas prácticas de programación, de diseño o bien por la intrusión de *malware*. Un ataque de este tipo permite al atacante hacerse con permisos de alta importancia en el sistema que le dan acceso a todo tipo de acciones.

La puerta trasera es un algoritmo o criptosistema que ofrece un método secreto para eludir las autenticaciones. Normalmente, estas ciberamenazas ofrecen una solución para pasar los controles de seguridad, en detrimento de los usuarios de Internet. Además, esta amenaza existe debido a una mala configuración y a un diseño original que puede conducir a dicho fallo. Asimismo, el peligro puede ser empleado por una persona

autorizada para permitir el acceso legítimo. Sin embargo, los atacantes también pueden aprovechar las puertas traseras y utilizarlas con fines maliciosos. De cualquier manera, independientemente de su uso, estos algoritmos siguen planteando vulnerabilidades entre los usuarios de Internet. Por lo general, las puertas traseras son difíciles de detectar y suelen requerir que los expertos en informática realicen un barrido en un determinado sistema informático (Amankwa, 2021).

## Prácticas de Seguridad de las Personas

Los sistemas de información constan de diversos elementos: el *software*, el *hardware*, los datos, la red y las personas. De estos, las personas constituyen el componente más complicado con el que tratar, el que tiene más deficiencias y el más afectado en un incidente de seguridad. El desconocimiento que tienen las personas sobre las diversas maneras en las que operan los ciberdelincuentes es un factor que puede agravar una amenaza si el sistema se encuentra en una situación comprometida.

Nicholson et al. (2021) señalan que, aunque las personas jóvenes sean las que están más relacionadas con la tecnología, son las personas mayores las más afectadas por los ataques informáticos. Esto se debe a la falta de conocimientos en esta área, por lo que es importante abordar estos temas desde temprana edad en las escuelas, incluso como una asignatura más. Además, estos autores mencionan que la gestión errónea de contraseñas y la mala detección de *phishing* son las principales deficiencias en materia de seguridad, aspectos que se deberían enseñar para hacer un uso responsable de Internet.

La manera más eficaz de evitar incidentes de seguridad dentro de sistemas es reforzar el elemento más frágil: el factor humano. Para lograr esto, se deben enseñar, al menos, las prácticas más usadas para evadir ataques cibernéticos. Entre estas prácticas destacan la buena gestión y asignación de contraseñas y la detección de páginas y aplicaciones maliciosas.

Así, las buenas prácticas de seguridad pueden significar un gran aporte dentro del mundo actual; además de ayudar a salvaguardar la integridad de los datos informáticos de cada persona, la ejecución de estas prácticas también supone un aporte para el ambiente que rodea a las personas. Como muestra de ello, una empresa puede salvaguardar sus datos y todo su sistema informático si sus trabajadores tienen prácticas de seguridad informática y las ejecutan, preservando así la seguridad de la información y evitando cualquier incidente.

## Educación en Ciberseguridad para los Jóvenes del Ecuador

La ciberseguridad tiene gran protagonismo en el ámbito de la informática; debido a la alta demanda de profesionales en computación, los gobiernos se han visto obligados a implementar carreras afines a esta área. Actualmente, los estudiantes de primaria y secundaria aprenden materias en las que se les enseña informática básica, ofimática y temas relacionados con la computación. Asimismo, se han creado estudios más avanzados enfocados en la computación, como el bachillerato técnico en informática. En este tipo de bachillerato los estudiantes reciben materias relacionadas con las ciencias de la computación, en las que se abordan temas como la programación, bases de datos, redes y soporte técnico de equipos informáticos.

De acuerdo con Rowe et al. (2011), la enseñanza en ciberseguridad se debe separar en cuatro temas generales: los conocimientos básicos de computación, los conocimientos de la seguridad de la información; las habilidades en seguridad, defensivas y ofensivas; y las habilidades a nivel profesional. Un plan de estudio con una estructura en la que los estudiantes puedan aprender desde los aspectos más básicos a los más avanzados sería la adecuada para la enseñanza de seguridad informática. De esta forma, sería más fácil cubrir las necesidades reales en el ámbito de la seguridad de la información y de la informática en general.

Aprender los conocimientos básicos en computación permitirá a los estudiantes desarrollar su lógica a la hora de resolver problemas; asimismo, se trabajarán habilidades relacionadas con los algoritmos y los tipos de datos. En los conceptos básicos de la seguridad de la información se incluyen temas como las prácticas más comunes en este ámbito, los diferentes medios de ataque, los componentes de un sistema de información y la importancia de la información en el mundo actual. Para el tercer punto a considerar, el módulo estaría estructurado con el objetivo de que los estudiantes conozcan y sepan aplicar las diferentes prácticas usadas en el ámbito de la seguridad informática, es decir, las actividades ofensivas y defensivas que son desarrolladas por los expertos. El cuarto punto se enfoca en las habilidades de los expertos en ciberseguridad a nivel profesional en diversas prácticas, como la auditoría de sistemas, la defensa de sistemas corporativos y la definición de políticas de seguridad dedicadas a empresas.

La mayoría de los adolescentes disponen de un celular o computadora con conexión a Internet y, como es sabido, en la red existen innumerables peligros a los que los usuarios están expuestos. Una persona que no conoce la cantidad de amenazas y personas dedicadas al cibercrimen que se encuentran en Internet es propensa a sufrir algún tipo de ataque e incluso a convertirse en víctima de *hackers*.

La importancia de enseñar temáticas relacionadas con la ciberseguridad dentro de los niveles de primaria y secundaria radica, principalmente, en los peligros inminentes a los que cualquier persona que hace uso de herramientas informáticas está expuesta. De acuerdo con Nicholson et al. (2021), los jóvenes son responsables de la seguridad de sus dispositivos; no obstante, al carecer de los conocimientos necesarios para protegerse en Internet, en muchas ocasiones son los más perjudicados. Al parecer, los jóvenes tienen un ligero conocimiento de la teoría de ciberseguridad, pero no conocen prácticas óptimas que permitan una navegación más segura dentro de la red y de los sistemas informáticos.

## Resultados y Discusión

En esta sección se tomaron en cuenta tres demostraciones mencionadas en el artículo “Understanding young people’s experiences of cybersecurity”, además de su encuesta. Las demostraciones y la encuesta fueron realizadas a 50 jóvenes de entre 12 y 14 años de diferentes colegios.

La primera demostración consistió en el desciframiento de contraseñas usando la herramienta John The Ripper. Esta herramienta es un programa informático de código abierto que permite adivinar contraseñas usando diccionarios en los que se recopila información de millones de contraseñas de usuarios de Internet. Para hacer este

procedimiento, se ejecutó un ataque de fuerza bruta, en el que se usaron las contraseñas de los diccionarios.

En la segunda demostración, se mostró el procedimiento de un ataque *man in the middle* (MITM), en el que se inspeccionó el tráfico de red de una red wifi maliciosa; se pudo mostrar cómo los paquetes de datos transferidos por una red wifi pueden ser interceptados y visualizados por agentes externos. Para ello, se usó un programa informático de código abierto llamado Wireshark.

Para la tercera y última demostración, se ejecutó un ataque *phishing*, con el que se suplantó un sitio web. Se clonó el sitio web de Facebook y se recogieron las credenciales de usuarios desprevenidos que ingresaron su información en esta web maliciosa. Para la ejecución de esta demostración se usó la herramienta Social Engineering Toolkit (SET), de código abierto.

La encuesta aplicada constó de ocho preguntas abiertas en las que se buscaba identificar qué conocimientos de seguridad y qué prácticas eficientes tienen los jóvenes para mantener sus datos electrónicos fuera de peligro. En los resultados de la encuesta se pudieron observar diversas falencias respecto a las prácticas de seguridad de los jóvenes (Tabla 1).

**Tabla 1.** Encuesta sobre seguridad aplicada a los estudiantes de 12 y 14 años

Cuestionario	Porcentaje de respuesta satisfactoria
¿Qué es el <i>phishing</i> ? Por favor, proporcione un ejemplo.	29 %
Si sospechas que un mensaje es de <i>phishing</i> , nombra dos cosas que puedes hacer para comprobar si lo es o no.	33 %
¿Qué ayuda a que una contraseña sea «fuerte»? Pon un ejemplo.	95 %
¿Por qué no debes reutilizar las contraseñas en varias cuentas?	81 %
Mencione dos ventajas de utilizar un gestor de contraseñas.	38 %
¿Qué es la «autenticación de dos factores» (también conocida como 2FA)? Por favor, proporcione un ejemplo.	38 %
¿Qué son las actualizaciones de <i>software</i> ? ¿Por qué son relevantes para la ciberseguridad?	41 %
¿Qué puede ocurrir si se utiliza una red Wi-Fi pública para actividades delicadas?	71 %

**Fuente.** Nicholson et al. (2021)

Se puede observar que los estudiantes conocen brevemente las temáticas de seguridad y saben de algunas prácticas, pero no cómo aplicarlas de manera correcta. En la pregunta tres, cuatro y ocho los estudiantes pudieron responder acertadamente a las preguntas, con porcentajes del 95 %, 81 % y 71 %, respectivamente. Esta evidencia indica que los

estudiantes conocen y practican buenas costumbres respecto a la gestión y asignación de contraseñas; asimismo, se pudo comprobar que entienden y conocen los riesgos de establecer conexiones en redes públicas para realizar actividades delicadas.

Sin embargo, en el resto de preguntas, se advierte que las prácticas de los jóvenes respecto al *phishing* y la suplantación de identidad o sitios web son notablemente preocupantes. Se debe tener en cuenta que los jóvenes recibieron demostraciones de los diferentes tipos de ataques y vulnerabilidades a las que están expuestos. Prácticas como la detección de sitios web maliciosos o la prevención al realizar actividades delicadas en redes públicas no se deben ignorar a la hora de adquirir una buena educación en seguridad informática.

Es un aspecto preocupante que los porcentajes que representan el acierto de los jóvenes a la hora de responder a las preguntas no lleguen al 50 %; esto datos muestran la gran carencia de conocimiento en el área y la cantidad de peligros a los que estos jóvenes están expuestos al tener acceso a Internet sin un aprendizaje previo de prácticas de seguridad. En la encuesta se incluye la autenticación de dos factores, una práctica eficaz a la hora de evadir intentos de suplantación de identidad; sin embargo, solo el 38 % de los estudiantes respondió correctamente y pudo proporcionar un ejemplo sobre esta práctica, es decir, 19 jóvenes tenían conocimientos sobre esta herramienta de protección.

Por otra parte, para considerar el panorama escolar ecuatoriano, se analizó el *paper* “Cybersecurity education in a developing nation: the Ecuadorian environment”. En este escrito se describe una investigación en la que participaron 16 universidad de categoría A y B, las cuales están ubicadas en las ciudades más grandes del Ecuador. La recopilación de la información se realizó a través de entrevistas a 28 personas, entre ellas, directores de facultades, profesores, coordinadores y decanos que pertenecían al área de la tecnología. En la entrevista se indagó acerca de la instrucción que proporcionan los departamentos de tecnologías de cada universidad (Tabla 2).

**Tabla 2:** Cursos académicos de seguridad

Nombre del curso	N
Seguridad de la información	9
Seguridad de redes	3
Seguridad	2
Criptografía	1
Seguridad de datos	1
Auditorías informáticas	1
Gestión de la seguridad de la información	1
Informática judicial	1
Tecnologías de seguridad	1
Total	20

**Fuente.** Catota et al. (2019)

En esta tabla se observa que en los departamentos dedicados al área de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de las 16 universidades en las que se aplicaron las entrevistas existe un déficit a la hora de impartir materias relacionadas con el ámbito de la seguridad. Esto podría deberse a la falta de profesionales en la educación especializados en seguridad informática, lo que conduce a un problema mayor, pues, al no haber una oferta amplia, tampoco existe la demanda suficiente y se forma un ciclo en el que la educación en ciberseguridad queda estancada.

## Conclusiones

Para concluir, es necesario mencionar que la educación en seguridad informática es un asunto significativo a la hora de abordar la navegación en Internet y los diversos sistemas o aplicaciones informáticas. Por lo tanto, aprovechando que en el plan de estudios de la mayoría de las jóvenes se ha implementado la educación en informática o ciencias computacionales, se debería dar prioridad a la educación en seguridad informática. Por otro lado, la creciente demanda de los profesionales en este ámbito y la amplitud de las ciencias computacionales hará que cada vez más jóvenes se interesen en estudiar carreras universitarias afines.

La carencia de conocimientos básicos en buenas prácticas de seguridad es un problema que las empresas deben tomar en cuenta al planificar la capacitación de sus trabajadores. Esto evitará que las compañías sufran algún incidente de seguridad en sus sistemas de información, pues, como se señaló anteriormente, los elementos más importante dentro de un sistema de información son las personas y los datos. Los atacantes encuentran continuamente nuevas maneras de acceder a los sistemas informáticos, causando grandes pérdidas en las compañías y poniendo en peligro la información de millones de personas. Por tanto, es necesario desarrollar mejores políticas de seguridad y reforzar la capacitación en incidentes de seguridad.

Finalmente, se hace énfasis en que los estudiantes encuestados poseen un breve conocimiento de los temas de ciberseguridad que tal vez obtuvieron de manera autodidacta, pero estos saberes deben ser reforzados con prácticas que les permitan entender cómo se producen los incidentes de seguridad en el mundo real. Se debe destacar la relevante necesidad de aprender sobre estos temas y el impacto que tendría reforzar estos conocimientos; es indudablemente necesario un ciberespacio más sano con personas más precavidas al navegar en la web.

## Referencias

- Amankwa, E. (2021). Relevance of Cybersecurity Education at Pedagogy Levels in Schools. *Journal of Information Security*.
- Catota, F. E., Morgan, M. G. y Sicker, D. C. (2019). Cybersecurity education in a developing nation: the Ecuadorian environment. *Journal of Cybersecurity*. doi:<https://doi.org/10.1093/cybsec/tyz001>

- Cortex. (2021). Palo Alto Networks: Global Cibersecurity Leader. <https://www.paloaltonetworks.com>. [https://www.paloaltonetworks.com/cyberpedia/what-is-botnet#:~:text=A%20botnet%20\(short%20for%20%20robot,is%20known%20as%20a%20bot](https://www.paloaltonetworks.com/cyberpedia/what-is-botnet#:~:text=A%20botnet%20(short%20for%20%20robot,is%20known%20as%20a%20bot).
- Goswami, A. (2018). Impact of Cyber Security in Different Application of E-Governance. *Journal of Advances and Scholarly Researches in Allied Education*.
- Kaspersky (2021, 12, 01). ¿Qué es la ciberseguridad? Kaspersky. <https://latam.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cyber-security>
- Kaspersky (2022). *Ciberseguridad que siempre está un paso adelante*. Kaspersky. <https://latam.kaspersky.com/>
- MINTEL . (2022). *MINTEL*. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec>
- Negi, S. y Sunita, M. (2019). Effectiveness of Cyber Bullying Sensitization Program (CBSP) to Reduce Cyber Bullying Behavior among Middle School Children. *International Journal of Cyber Research and Education*.
- Netacea. (2022). Netacea. <https://www.netacea.com/glossary/backdoor-attack/>
- Nicholson, J., Terry, J., Beckett, H. y Kumar, P. (2021). Understanding Young People's Experiences of Cybersecurity. *EuroUSEC '21: European Symposium on Usable Security 2021* (p. 241). Karlsruhe: Association for Computing Machinery.
- Pawar, S. C., Mente, R. S. y Chendage, B. D. (2021). Cyber Crime, Cyber Space and Effects of Cyber Crime. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*.
- Pedroza, S. (2021, 09 30). *Muy Tecnológicos*. <https://muytecnologicos.com/diccionario-tecnologico/ciberespacio>
- Pencheva, D., Joseph, H. y Awais, R. (2020). Bringing Cyber to School: Integrating Cybersecurity into Secondary School Education. *IEEE Security & Privacy*.
- Real Academia Española. (2022). RAE. <https://dle.rae.es>
- Rowe, D. C., Ekstrom, J. J. y Lunt, B. M. (2011). The role of cyber-security in information technology education. *SIGITE '11*, 340.

# Un Modelo para la estimación de Temperatura en equipos tecnológicos con Ecuaciones Diferenciales con Retardo

Carlos Julio Mayorga Arias , Antonio Sirvent , Milton Henry Villacis García 

Mayorga Arias, Carlos Julio  
Universidad Central del Ecuador, Ecuador  
Autor de correspondencia: [cjmayorga@uce.edu.ec](mailto:cjmayorga@uce.edu.ec)

Sirvent, Antonio  
Universidad de Alicante, España  
[antonio.sirvent@ua.es](mailto:antonio.sirvent@ua.es)

Villacis García, Milton Henry  
Universidad Central del Ecuador, Ecuador  
[mhvillacis@uce.edu.ec](mailto:mhvillacis@uce.edu.ec)

## Resumen

En este documento se ha realizado un análisis sobre las ecuaciones diferenciales con retardo (DDE) y el método de Euler en relación con la visualización de nuevos comportamientos en los resultados del modelado de ecuaciones diferenciales para medir variaciones de temperatura en equipos tecnológicos. La vida útil de los equipos tecnológicos está ligada a varios factores, entre ellos, la temperatura, un elemento que puede afectar a su correcto y eficiente funcionamiento. A través de las ecuaciones diferenciales con retardo se propone un modelo matemático donde se considera una determinada temperatura y las variaciones de esta en etapas anteriores.

**Clasificación de asignaturas de matemáticas.** 34K06; Secundaria 34K28; 65L03; 65L12.

**Palabras clave:** ecuaciones diferenciales con retardo, retardo, temperatura, métodos numéricos no estándar, método de Euler

## Introducción y revisión teórica

### Ecuaciones Diferenciales

Las ecuaciones diferenciales han sido el instrumento matemático con el cual las grandes mentes han podido desarrollar teoremas para el avance de la tecnología. El estudio de las ecuaciones diferenciales es bastante amplio, pues no solo involucra áreas de las ciencias



exactas, como las matemáticas puras y aplicadas, sino que, actualmente, su aplicación involucra también a otras ramas, como la economía, la administración de empresas, la biología, la física e incluso la tecnología. Una ecuación diferencial se definiría como una expresión algebraica, donde la respuesta es una función en la que están inmersos diversos elementos que afectarán a la variable resultante en diferentes etapas y en el desarrollo de derivadas de la función requerida (Puerto, s.f.). En otras palabras, las ecuaciones diferenciales se pueden definir como aquellas que están formadas por una función desconocida, pero que también tienen una o más derivadas de esa función (Regalado, 2016).

A la hora de aplicar ecuaciones diferenciales para resolver un problema, se debe considerar que el tiempo se convierte en una variable de la que dependerá la resolución del problema. A este respecto, se hace referencia al ejemplo de la segunda ley de Newton, donde una partícula con una masa constante está en movimiento en un espacio, pero está influenciada por una fuerza; en este caso, representaría la posición de la partícula  $x$  y la variable de fuerza a la que se hace referencia dependería del tiempo, la posición  $t$  y la velocidad. De esta manera, se tendría un DE en el que interviene la posición, pero esta variable está en relación con el tiempo (Regalado, 2016).

Con base en la ley anterior, obtenemos la expresión observada en la siguiente Ecuación 1.1:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = F(t, x, \frac{dx}{dt}) \quad (1.1)$$

Dentro de las ecuaciones diferenciales se presentan dos casos: ODE, que son aquellos en los que la función desconocida se relaciona con una sola variable y E.D. parcial, en los que puede depender de un mayor número de variables (Tenorio et al., 2013)

Los ODE son la base para tener aproximadamente varios sistemas dinámicos reales; estos sistemas pueden ser manipulados y llevados a la forma requerida por el investigador, siempre que se apliquen ciertas técnicas de control. Para aplicarlo a un sistema, es importante considerar su estado, que se representa en una etapa temprana y se simboliza con  $x$ . En este tipo de sistemas se requiere contar con datos previos de su estado, es decir, son sistemas dinámicos con retrasos (Castro et al., s.f.).

## **Ecuaciones Diferenciales con Retardo**

Este tipo de ecuaciones permiten proponer modelos para resolver problemas en diversas ramas, como la biología, la ingeniería o la física. Las ecuaciones diferenciales de retardo son mucho más complejas que las ODE. En estas ecuaciones, existe una estrecha relación dependiente entre el tiempo y el retraso, por lo que, para resolver una DDE, se parte de una función inicial específica en un intervalo de tiempo determinado (Naon et al., 2014).

Los retrasos pueden ocurrir en procesos que se van a controlar, entre ellos, procesos biológicos o aquellos relacionados con intercambios térmicos o químicos. Por otro lado, los

retardos también se han utilizado para diseñar diferentes sistemas o procesos relacionados con la tecnología, incluyendo redes para comunicarse o dispositivos, como sensores.

Las ecuaciones diferenciales de retardo presentan las variables variación del estado y el tiempo, al considerar cada intervalo, pero no solo las que influyen, sino que en este tipo de ecuaciones se requiere información de instantes preliminares: (Liz, 2006).

Sobre la base de lo anterior, la forma de la DDE se presenta en la Ecuación 1.2:

$$x'(t) = f(t, x(t), x(t - \tau_1), \dots, x(t - \tau_n)) \quad (1.2)$$

Expresado de manera general, el DDE tiene la siguiente forma (Ecuación 1.3):

$$x'n(t) = f(x(t).x(t - \tau)) \quad (1.3)$$

## Métodos Numéricos No Estándar

Los métodos numéricos permiten resolver problemas matemáticos, aunque su resolución implique tener una respuesta aproximada; la solución obtenida en este tipo de método es a través de un número finito, al que se pueden aplicar diversas operaciones aritméticas (Fang et al., 2020).

Un método numérico facilita la resolución de problemas matemáticos que son complejos de resolver analíticamente; se obtienen resultados numéricos muy cercanos a la solución del problema propuesto. Las soluciones numéricas obtenidas son aproximadas, pero la aplicación de los cálculos se puede repetir hasta que el valor sea lo más preciso posible y adecuado para considerar resuelto un problema (Quiros, 2013).

Un ejemplo de método numérico es el método lineal de varios pasos, en el que la solución obtenida es en un tiempo futuro y esa respuesta se determina utilizando información histórica reciente (Fang et al., 2020).

En esta sección, se hace especial referencia a los métodos numéricos no estándar; estos se aplican para dar solución a las ecuaciones que surgen tanto en física como en matemáticas, que van desde ODE hasta casos generales de sistemas de ecuaciones. En este tipo de método, como señala Rodríguez (2017), es factible aplicar las DE directamente y en la forma,  $= 0$ , donde  $y$  no es necesario despejar

En relación con los métodos numéricos no estándar, se puede mencionar el método de Euler, que señala que, de una manera simple, como el reemplazo que se realiza cuando un aumento real ocurre en un rango que consiste en una etapa presente y una etapa futura, es reemplazado por un siguiente incremento (Fang et al., 2020).

El método de Euler se aplica como base para resolver ecuaciones diferenciales. Este método se detalla en la Ecuación 1.4, pero debe complementarse con un valor *boot*, que es (Hamed et al., 2011).

$$y_{n+1} = y_n + hf(x_n, y_n), n = 0, \dots, N - 1 \quad (1.4)$$

## Bases para el Enfoque del Modelo Matemático

A través de las DDE, se puede desarrollar el análisis de un problema de acuerdo con sus valores anteriores. A partir de este aspecto, se ha analizado su importancia dentro de la tecnología, un área fundamental para el avance de la sociedad. En los equipos informáticos que se utilizan actualmente la temperatura es un factor que afecta al funcionamiento de estos dispositivos.

Así, la temperatura de los equipos electrónicos y/o informáticos es una de las variables dominantes para el avance de la tecnología. La importancia de este factor se puede ejemplificar con los microprocesadores; estos son los motores de los equipos tecnológicos y tienen una vida útil que está estrechamente ligada a la temperatura, pues de este elemento depende el buen y eficiente funcionamiento de dichos equipos.

Kolmanovskii y Myshkis (1999) presentan en su libro un ejemplo que permite observar la importancia de la ecuación diferencial con retardo para el control de la temperatura en un sistema de bañera. Este ejemplo se desarrolla a través de DDE (Ecuaciones 1.5 y 1.6).

$$T'(t) = -k\alpha'(t) = -kl(T(T - \tau) - Td) \quad (1.5)$$

$$x'(t) = -ax(t - \tau) \quad (1.6)$$

Las ecuaciones anteriores fueron propuestas por Liz (2006) y pueden aplicarse para demostrar que las DDE están inmersos en el análisis de factores relevantes, como la temperatura en cada medio al que se somete el equipo tecnológico.

Por otro lado, el trabajo desarrollado por Kolmanovskii y Myshkis (1999) muestra que las DDE tienen un gran impacto en el avance de la tecnología moderna. Con ecuaciones diferenciales con retardo es posible estimar la temperatura de los componentes electrónicos (Hosseinpour, 2018), como en el caso de un ordenador. La temperatura de los componentes electrónicos es un factor extremadamente importante en el rendimiento y funcionamiento de un ordenador, por lo que se destaca el uso de las ecuaciones propuestas por Kolmanovskii y Myshkis (1999) para demostrar el funcionamiento.

Asimismo, cabe mencionar el estudio realizado por Rodríguez (2017), en el que desarrolla el método de Euler modificado (Figueroa, 2021), donde parte de la Ecuación general 1.7:

$$f(t, x, x') = 0 \quad (1.7)$$

Posteriormente, propone un algoritmo al que se aplicaron diferentes pruebas numéricas y se estableció un nivel de error; como conclusión, el modelo híbrido propuesto en el trabajo de Rodríguez (2017) se desarrolló satisfactoriamente.

## Metodología

Con base en los estudios y métodos presentados anteriormente, este apartado comienza con el enfoque de una expresión en la que se incluyen diferentes variables que permitirán el cálculo de la temperatura de equipos electrónicos, como los ordenadores, en relación con su variación en el tiempo; para ello, es importante considerar las DDE.

El modelo propuesto se aplicará en el *software* MATLAB, que “es una plataforma de programación numérica y computación utilizada por millones de ingenieros y científicos para analizar datos, desarrollar algoritmos y crear modelos” (Ezquerro, 2012).

Posteriormente, en este *software* se desarrollarán gráficos que permitan visualizar la aplicación del modelo matemático basado en DDE que se propone en este trabajo, donde se parte de una temperatura dada como inicial y se consideran las variaciones de esta en épocas anteriores.

## Desarrollo

Este trabajo propone un modelo que demuestra el avance de la tecnología a través de expresiones matemáticas, específicamente las DDE y el método de Euler, pero no en su forma original, sino con ciertas variaciones; con ello se busca utilizar un método numérico no estándar.

Los componentes electrónicos tienen una temperatura ideal para el funcionamiento, que está representada por el acrónimo, mientras que los acrónimos constituyen la temperatura que varía en función del tiempo. Un elemento que también se tendrá en cuenta es que, a través de un ventilador, se puede controlar la temperatura, la hora de salida y la distribución del aire, lo que estará representado por las siguientes siglas:

Una variable de la ecuación original que no es aplicable al presente estudio será , porque esta denota la longitud de las tuberías en un sistema de bañera; en el caso de que se proponga un ventilador, su efecto sobre la temperatura es casi inmediato, por lo que la variable representa el control y/o análisis de la velocidad angular del ventilador, como se expresa en la Ecuación 3.1 (Jalilian y Jalilian, 2013).

$$a = k \times l \quad (3.1)$$

En el sistema propuesto en este trabajo, las ecuaciones 1.4 y 1.5 se alcanzan mediante un cambio de variables, como se presenta en la Ecuación 3.2 (Jalilian y Jalilian, 2013).

$$x(t) = T(t) - Td \quad (3.2)$$

La temperatura deseada se ha obtenido cuando la ecuación 1.3 tiende a una aproximación de 0.

Dentro del sistema, se utiliza para igualar 0.5 como valor constante; analizando la expresión con dos valores diferentes, será posible interpretar la relación del ángulo de rotación y control para obtener la temperatura ideal.

El análisis se realizará utilizando el método de Euler, un método numérico no estándar, junto con el programa MATLAB.

Las expresiones por analizar serán las que se muestran en las Ecuaciones 3.3 y 3.4.

$$x'(t) = -0.01x(t - 0.5) \quad (3.3)$$

$$x'(t) = -1.5x(t - 0.5) \quad (3.4)$$

A través del método de Euler, se comenzará evaluando la Ecuación 3.3.

En primer lugar, se realiza el análisis de 40 números de pasos en los que se obtuvo una determinada temperatura; el tamaño entre estas fases es de 0.5. Este valor se determina en el modelo, que propone como constante el tiempo que recorre el viento en un equipo electrónico, como se puede mostrar en la Ecuación 3.5.

$$\text{Número de pasos} = \frac{\text{Last Step}}{\text{size}} = \frac{20}{0.5} = 40 \quad (3.5)$$

Para evaluar el modelo utilizando el método de Euler, es necesario generar un punto de partida y un segundo punto, los cuales satisfacen las ecuaciones 3.3 y 3.4 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Determinación de los puntos primero y segundo

$x(n)$	T
$x(0)$	1
$x(1)$	1

**Fuente.** Autoría propia

Se ha asignado el valor de 1 por la diferencia inicial entre la temperatura real y la deseada; además, si se evaluaran las soluciones, se obtendría:

$$\lambda e^{\lambda t} = -ae^{\lambda(t-\tau)}$$

Debido a que el modelo hace uso de 0.5 como el valor que sirve como intervalo entre cada número de pasos, para el tercer valor de respuesta se utilizará el primer valor observado en la Tabla 1, debido al retraso (Ecuación 3.6)

$$x(t) = x_{i-1} + \delta f(x(t), \tau) \quad (3.6)$$

Al aplicarlo en las ecuaciones 3.3 y 3.4, se obtienen las expresiones que se muestran en las Ecuaciones 3.7 y 3.8.

$$x(t) = x_{i-1} + 0.5(-0.01x(t - 0.5)) \quad (3.7)$$

$$x(t) = x_{i-1} + 0.5(-1.5x(t - 0.5)) \quad (3.8)$$

## Aplicación en MATLAB

Las ecuaciones 1.1 a 1.4 mostradas en la sección anterior fueron evaluadas a través del método de Euler y la herramienta MATLAB; para ello, se han seleccionado número de pasos, es decir, los valores necesarios para generar una tabla con información suficiente para ser introducida en el *software* mencionado. La variación entre cada número de pasos es de 0,5.

Para la programación es necesario establecer los valores iniciales del sistema con tiempo igual a 0, mientras que el tiempo posterior debe ser igual a 1. El modelo propuesto toma un valor previo de 0.5, pero el programa no reconoce el uso de las posiciones  $y$  , ya que indica error al incluirlas. En este caso, para evitar problemas con la aplicación del modelo en MATLAB, se declaran las dos primeras posiciones asumidas:

En MATLAB se insertan los valores que se obtuvieron como resultado de aplicar la Ecuación 3.7, que contiene números de pequeños pasos o cuyo valor no es significativo. Un procedimiento similar se realiza para obtener los valores al aplicar la Ecuación 3.8; la diferencia es que los números de pasos para esta ecuación son valores más altos en comparación con los utilizados en la Ecuación 3.7.

La programación hace uso de un vector que permite tomar el control y analizar el modelo utilizando la letra “i”.

Al introducir todos los datos en el *software*, se generan las siguientes expresiones en referencia a DDE 3.7 (Figura 1).

```
1 clear; clc
2 t=zeros (41, 1);
3 x=zeros (41, 1);
4 t(1) =0;
5 x(1) =1;
6 x(2) =1;
7
8
9 for i=2:40
10     t(i+1) =t(i)+0.5;
11     x(i+1) =x(i)+(x(i-1)*0.5*-1.5);
12 end
13 plot(t,x)
```

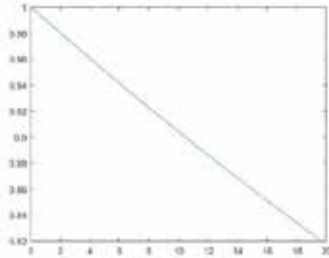


Figura 1. Representación si el DDE en MATLAB

Para DDE 3.8, se obtuvieron las siguientes expresiones (Figura 2).

```
1 clear; clc
2 t=zeros (41, 1);
3 x=zeros (41, 1);
4 t(1) =0;
5 x(1) =1;
6 x(2) =1;
7
8 for i=2:40
9     t(i+1) =t(i)+0.5;
10    x(i+1) =x(i)+(x(i-1)*0.5*(-1.5));
11 end
12 plot(t,x)
```

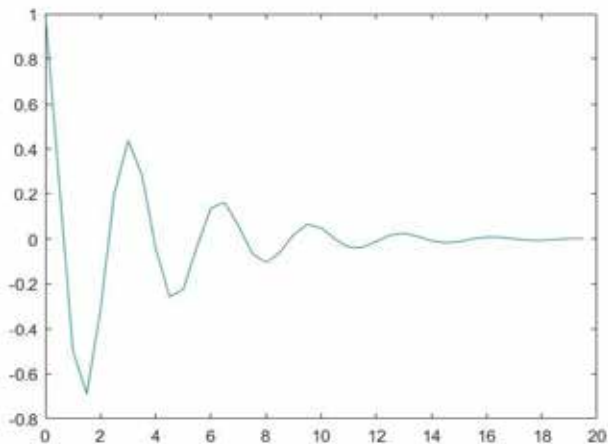


Figura 2. Representación si el DDE en MATLAB

## Resultados

En la DDE 3.7 se ha utilizado un valor de control de , por lo que se puede determinar que, cuando se tienen valores de control inferiores a , pequeños retrasos no afectan al sistema, es decir, se alcanzará progresivamente la temperatura deseada en un determinado equipo tecnológico, lo que también se muestra en la Figura 1.

En el análisis de la Ecuación 3.8, a través de la representación gráfica, se observa que, cuando hay valores de control mayores a pero menores que , se puede obtener la temperatura deseada en el sistema; sin embargo, se presentarán diversas variaciones, algunas de ellas serán drásticas, mientras que otras tendrán una fluctuación de menor significación. Es decir, el sistema obtendrá una temperatura óptima tras pasar por varias etapas con temperaturas muy altas, muy bajas o con menor variación entre ellas.

En este tramo se observan oscilaciones, lo que constituye un caso especial de las ecuaciones diferenciales con retardo; una de las razones de las soluciones oscilatorias en las DDE se debe a la dilatación térmica de los materiales, esto es, al aumento de volumen, generalmente imperceptible, de un cuerpo durante la elevación de su temperatura a presión constante. Esta dilatación se explica por el aumento de la agitación térmica de las partículas que forman el cuerpo.

Con ecuaciones diferenciales con retardo se pueden detectar estas oscilaciones, con el evidente cambio de monotonía en las funciones. Desde el punto de vista matemático en general, en esta clase de ecuaciones aparece siempre un *delay* crítico, a partir del cual aparecen las oscilaciones. Si el *delay* es muy pequeño, la dinámica es similar a la del caso sin retardo. En este modelo, es posible que el *delay* se deba a diferencias en la composición y en la estructura del material, lo que perturba el flujo de calor y produce, además, variaciones de dilatación.



Al calentarse el aparato, se incrementa la energía que se está entregando al enlace interatómico; esto provoca un aumento en la amplitud de las vibraciones interatómicas, por lo que aumenta la distancia media entre los átomos de la estructura. Como consecuencia, se tiene que prestar atención a dos fenómenos: el flujo de energía, que se conoce como conductividad, y la dilatación térmica. Estas son características propias de cada material, por lo que variaciones en los datos modelados podrían indicar imperfecciones en este, causadas por la presencia de otras sustancias que generan una variación tanto en la conductividad como en la dilatación esperada para un material puro.

## Conclusiones

Los métodos numéricos no estándar permiten desarrollar el análisis de un sistema con EDO o DDE de una manera más “rápida” y menos compleja. Para ello, es necesario contar con una herramienta digital; en el caso de este trabajo fue el *software* MATLAB.

El modelo propuesto en el que están inmersos tanto las DDE como el modelo de Euler es una representación de cómo las expresiones o ecuaciones obtenidas pueden afectar a la tecnología y de ciertos factores que son importantes dentro de ella, como la temperatura de los dispositivos internos de un equipo tecnológico.

A través del modelo propuesto, se analizaron las características físicas a las que se someten los componentes o dispositivos electrónicos de una computadora a lo largo del tiempo.

En el sistema, la Ecuación 3.8 representa un módulo más real de la operación de calibración de temperatura dentro de un sistema electrónico, pasando por varias etapas para alcanzar la temperatura adecuada.

Asimismo, se concluye que aplicar diversos modelos o métodos de las ciencias exactas no solo implica encontrar soluciones a los enfoques de forma tradicional, sino también recurrir a herramientas tecnológicas —como el programa MATLAB— que permiten obtener resultados satisfactorios desarrollados de manera efectiva.

La utilización de DDE podría ayudar a identificar impurezas en los materiales de los aparatos tecnológicos, ya que las fluctuaciones térmicas podrían deberse a cambios en la conductividad térmica.

La dilatación en la parte del aparato tecnológico observado podría corresponder a la presencia de impurezas en dicho aparato; como consecuencia, la dilatación no se producirá en la misma medida que en el resto del material, lo que causará imperfecciones y retardos en el flujo del calor.

## Referencias

Bell, L. (2016). *Soluciones oscilatorias en ecuaciones diferenciales con retardo* [Tesis de Postgrado]. Universidad Nacional del Sur. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/451>.

- Castro, M., García, M., Martín, J., y Rodríguez, F. Esquemas de diferencia finita exactos y no estándar para sistemas diferenciales de retardo lineal acoplado. *Matemáticas 7, no. 11: 1038*. Disponible en <https://doi.org/10.3390/math71110>
- Ezquerro, J. (2012). *Iniciación a los métodos numéricos*. Universidad de La Rioja.
- Fang, J., Liu, C., y Simos, T. (2020), 1887–1097 Solución de red neuronal de ecuaciones diferenciales de una sola sola entrada. *Mediterr. J. Matemáticas. 17*. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s00009-019-1452-5>.
- Figuroa, G. (2021). *Revista virtual matemática, educación e internet*. Instituto Tecnológico de Costa Rica Disponible en <https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/cursoslinea/EcuacionesDiferenciales/EDOGeo/edo-cap1-geo/node3.html>.
- García, M., Castro, M., Martín, J., y Rodríguez, F. (2018). *Esquemas numéricos exactos y no estándar para modelos diferenciales de retardo lineal, matemáticas aplicadas y computación*. *Mediterr. J. Math.* 10 338 <https://doi.org/10.1016/j.amc.2018.06.029>.
- García, P. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7943>.
- Hamed, B., Ellouze, I., y Hammami, M.a. (2011), *Estabilidad práctica uniforme de ecuaciones de retardo diferencial no lineal*. *Mediterr. J. Matemáticas. 8* págs. 603–616. <https://doi.org/10.1007/s00009-010-0083-7>.
- Hosseinpour, S., Nazemi, A., y Tohidi. (2018) *Un nuevo enfoque para resolver una clase de ecuaciones diferenciales parciales fraccionarias de retardo*. *Mediterr. J. Math.* 15 218. <https://doi.org/10.1007/s00009-018-1264-z>.
- MATLAB. *The MathWorks, Inc* (2021). <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.
- Jalilian, Y., y Jalilian, R. (2013), *Existencia de solución para ecuaciones diferenciales fraccionarias de retardo*. *Mediterr. J. Matemáticas.* 10 1731–1747. <https://doi.org/10.1007/s00009-013-0281-1>.
- Kolmanovskii, V., y Myshkis, A. (1999) *Introducción a la teoría y aplicaciones de ecuaciones diferenciales funcionales*. Springer.
- Liz, E. (2006), *Sobre ecuaciones diferenciales con retraso, dinámica de poblaciones y números primos*. *Materiales Matemáticos*, nº 171887–1097.
- Naon, C., Rossignoli, R., y Santangelo, (2014). *E. Ecuaciones diferenciales en física*. Edulp.
- Puerto, A. Instituto potosino de investigación científica y tecnológica, a.c.
- Quiros, F. (abril 2013). Universidad autónoma de Madrid. *Mediterr. J. Math.* 17 <https://matematicas.uam.es/~fernando.quiros/ficheros/FQGApuntesMNEDO.pdf>.

- Regalado, A. (2016). Ecuaciones diferenciales con retardo discreto y aplicaciones. Universidad de el Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9421/1/19201018.pdf>
- Rodríguez, C. (2017), *Métodos numéricos generales no estándar para la solución directa de ecuaciones diferenciales no resueltas en formas canónicas*. Revista Mexicana de Métodos Numéricos 1 1–7.
- Sanz, J., y Linan, A. Real academia de ciencias exactas, físicas y naturales de España. [https://rac.es/ficheros/Discursos/DR\\_20080825\\_155.pdf](https://rac.es/ficheros/Discursos/DR_20080825_155.pdf).
- Tenorio, A., Martín, A., Paralera, C., y Contreras, I. (2013). Ecuaciones diferenciales y diferencias aplicadas a conceptos económicos y financieros. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* 16 165–199. [21] Trujillo, J. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://core.ac.uk/download/pdf/84108542.pdf>.

# Aplicación Móvil De Obtención De Información Para Análisis De Deterioro Cognitivo

Samuel Marín Navarro , Francklin Rivas Echeverría , Mary Vergara Paredes 

Marín, Samuel Andrés  
Universidad Técnica Federico Santa María, Chile  
Autor para correspondencia: s.marin.navarro@gmail.com

Rivas, Francklin  
Universidad Técnica Federico Santa María, Chile  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ecuador  
MIU City University Miami, Estados Unidos de América  
frivas6@gmail.com

Vergara, Mary Josefina  
Universidad de Los Andes, Venezuela.  
vmaryjose@gmail.com

## Resumen

Producto de la extensa duración que puede existir en el proceso de diagnóstico de deterioro cognitivo en personas de edad avanzada, el cual que se considera un subproceso del diagnóstico de la demencia senil, surge un especial interés en soluciones que otorguen algún grado de automatización, y de esta forma, disminuir el tiempo invertido en el proceso de diagnóstico. En ese contexto, se presenta en este trabajo el prototipo de una aplicación móvil que permite aplicar y evaluar de forma automática el test Minimental de Folstein, utilizado en el diagnóstico del deterioro cognitivo, obteniendo y almacenando datos relacionados con la aplicación del test al llevar a cabo el mismo, que pueden ser utilizados para el estudio de esta condición. La adaptación del test al formato móvil se realiza usando diferentes mecanismos de respuesta, siendo el principal la grabación en vídeo, y utilizando técnicas de reconocimiento de voz para obtener y evaluar las respuestas de forma automática. Para lograr aquello, se diseña e implementa un sistema de 3 componentes conectados a la aplicación móvil. Al automatizar la evaluación, el prototipo desarrollado permitiría disminuir los tiempos de evaluación y proporcionar información valiosa en el apoyo al diagnóstico y seguimiento de los casos de deterioro cognitivo, teniendo en consideración la realización de una validación de carácter médico como paso previo a la divulgación del sistema planteado.

**Palabras clave:** Captura de datos, aplicación móvil, Test Minimental de Folstein (MMSE), reconocimiento del habla.

## Introducción

Durante las últimas décadas, se ha observado cómo la población latinoamericana ha envejecido progresivamente: de acuerdo con cifras oficiales de la Organización de Naciones Unidas, la población de adultos mayores aumentará en un 225% hacia 2050 (ONU, 2020). Teniendo en cuenta este antecedente, es claro que se deben realizar esfuerzos buscando responder a las necesidades de este creciente sector etario. Dentro de estas necesidades, se encuentra el acceso a servicios de salud, de manera que esta parte de la población pueda ser atendida de forma más eficaz y eficiente, así como también realizar la evaluación y diagnóstico temprano de trastornos que suelen afectarles en forma mayoritaria, entre los que se encuentra la demencia senil, la cual de acuerdo con cifras oficiales afecta a alrededor de 50 millones de personas actualmente a nivel mundial, triplicándose de acá a 2050. (Schwarzinger & Dufouil, 2022)

El proceso de diagnóstico de trastornos neurocognitivos involucra distintos tipos de información recopilada a través de diferentes fuentes, entre ellas pruebas que permitan medir cuantitativamente algún aspecto clave en este tipo de trastornos, de acuerdo con lo definido en el Manual de Buenas Prácticas para el Diagnóstico de la Demencia (Ibanez, Slachevsky, & Serrano, 2020). Dentro de estos aspectos clave se encuentra el deterioro cognitivo, condición estrechamente relacionada con la demencia. Así, el diagnóstico de demencia senil considera como subproceso la realización de pruebas para el diagnóstico de deterioro cognitivo, siendo la más usada a nivel mundial la prueba Minimental de Folstein (MMSE) (Ibanez, Slachevsky, & Serrano, 2020).

En los procesos de diagnóstico de demencia, deterioro cognitivo, y en particular la administración del MMSE, los esfuerzos por generar algún grado de automatización son casi nulos en Chile. Actualmente, el MMSE sólo puede ser aplicado en centros médicos, sin usar generalmente ninguna herramienta digital en el proceso, lo que trae una serie de dificultades, las que, sumadas al tiempo de aplicación del test y de evaluación de cada caso, puede provocar largas listas de espera para que la persona pueda ser diagnosticada.

En el presente artículo, se describe el desarrollo e implementación de una aplicación móvil enfocada al desarrollo y evaluación automática del test Minimental de Folstein en su adaptación usada en Chile, recopilando en el proceso información relevante para el apoyo en el diagnóstico de trastornos neurocognitivos, así como también estadísticas adicionales respecto al tiempo que cada paciente demora en cada pregunta. Se comenzará mencionando los puntos centrales de la prueba Minimental de Folstein, describiendo algunas aplicaciones móviles existentes que ejecuten este test, para luego presentar el diseño, implementación y validación técnica de la aplicación desarrollada, incluyendo de igual manera los otros componentes del sistema, permitiendo finalmente entregar el prototipo de una adaptación móvil del test Minimental de Folstein, la cual es evaluada de forma automática, recopilando información valiosa para el estudio del deterioro cognitivo en cada una de sus ejecuciones.

## Revisión teórica

### Test Minimental de Folstein

El Minimental State Examination Test (MMSE) fue publicado en 1975, buscando catalogar de forma cuantitativa el estado cognitivo de una persona, teniendo en cuenta que los tests existentes en esa época eran excesivamente extensos para la población

mayoritaria sobre la que se aplicaban, por lo tanto, los pacientes podían cooperar por un menor tiempo con el proceso, generando dificultades en el mismo (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975). El MMSE fue diseñado para requerir no más de 15 minutos en su aplicación, contando inicialmente con 11 preguntas.

En el ya mencionado Manual de Buenas Prácticas para el Diagnóstico de la Demencia se detalla la forma en la que se aplica la prueba en diferentes países de Latinoamérica, entre ellos Chile (Ibanez, Slachevsky, & Serrano, 2020). La versión descrita consta de 30 puntos, evaluando 5 dominios cognitivos diferentes. A continuación, se describen las preguntas que incluye cada una de estados dominios:

- **Orientación (temporal y espacial):**

*Orientación temporal:* Se pregunta al paciente en qué día, mes, año, fecha y estación está. Se asigna 1 punto por cada respuesta correcta

*Orientación espacial:* Se pregunta al paciente en qué lugar, piso, ciudad, comuna y país se encuentra.

- **Atención y concentración:**

*Repetición de palabras:* Se le dicen al paciente 3 palabras sencillas y fáciles de memorizar, por ejemplo “pelota, bandera, árbol”, indicándole que debe repetir las y recordarlas. Se puede repetir esto un máximo de 3 veces, pero sólo se evalúa la primera repetición, asignando un punto por cada palabra correcta.

- *Restas Seriadas/Deletreo Inverso:* En el primero indica al paciente que desde un número fijo realice 5 restas de forma sucesiva, por ejemplo, se parte de 100, y se pide que reste 7, repitiendo esto 5 veces. Si el paciente se equivoca en un número, se sigue desde donde queda, sumando un punto por cada operación correcta. En el segundo, se le presenta al paciente una palabra sencilla de 5 letras (por ejemplo, mundo), y se le pide que la deletree al revés; cada letra correcta es un punto. Para el puntaje total del test, se cuenta la pregunta en la que el paciente obtiene un mayor puntaje.

- **Memoria:** Se le indica al paciente que nombre las 3 palabras que repitió en la sección atención, otorgando un punto por cada palabra correcta.

- **Lenguaje:**

*Instrucción Escrita:* Se le indica al paciente lo siguiente: “Tome este papel con la mano derecha/izquierda, dóblelo por la mitad con las dos manos y arrójelo al suelo”, otorgando un punto por cada instrucción realizada de forma correcta.

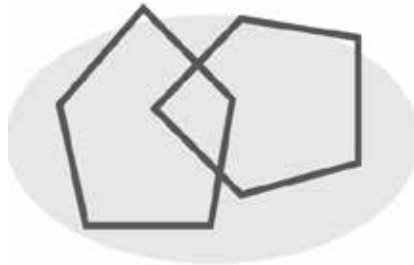
*Instrucción Verbal:* Se le entrega al paciente un papel con una orden sencilla (por ejemplo, cerrar los ojos), mencionándole que debe hacerla. Se otorga un punto si la realiza.

*Escritura de Oraciones:* Se le pide al paciente que escriba una oración del tema que quiera, otorgando un punto si la oración tiene sentido y cuenta con a lo menos un sujeto y un verbo, ignorando faltas de ortografía.

*Repetición:* Se le dice una oración al paciente, indicándole que la repita. La oración sugerida a utilizar es “No hay ni sí, ni no, ni pero”. Se otorga un punto si la repite correctamente.

*Denominación:* Se le muestran al paciente dos objetos fácilmente reconocibles, como un lápiz y un reloj, y se le pide que indique cómo se llaman. Cada objeto nombrado correctamente se traduce en un punto.

- **Habilidades viso-constructivas:** Se le muestra un dibujo de una figura al paciente y se le pide que lo copie. Realizar esto de forma correcta suma un punto. Un ejemplo de dibujo usado se muestra en la Fig. 1:



**Figura 1.** Ejemplo de figura usada en sección de habilidades viso constructivas de la prueba Minimental.  
**Fuente.** Fundación INECO (Ibanez, Slachevsky, & Serrano, 2020).

Para determinar si una persona tiene deterioro cognitivo, se utilizan diferentes puntajes de corte de acuerdo con su edad, años de escolaridad y lugar en que se aplica la prueba. La tabla 1 muestra los puntajes de corte usados en Chile:

**Tabla 1.** Puntajes de corte de test Minimental en Chile, de acuerdo con el grado de escolaridad y edad.

Educación (años)	Edad (años)		
	16 - 40	41 - 60	61 - 90
0 - 4	-	18	20
5 - 8	26	27	23
9 - 12	28	27	27
>12	29	29	28

**Fuente.** Fundación INECO (Ibanez, Slachevsky, & Serrano, 2020).

## Estado Del Arte

Numerosas aplicaciones móviles se han desarrollado orientadas al apoyo de diagnóstico de la demencia senil y de deterioro cognitivo. La clasificación y estudio de aplicaciones móviles de apoyo en diagnóstico de deterioro cognitivo disponibles para dispositivos iOS y Android es el principal objetivo en el trabajo desarrollado por F. Tabtah, D. Peebles, J. Retzler y C. Hathurusingha, quienes concluyen que, de las 20 aplicaciones evaluadas, las que utilizan variaciones de los test MoCa y ALZ cubren en mayor parte los parámetros cognitivos de diagnóstico considerados para la demencia senil, evidenciando por otra parte que el uso de inteligencia artificial y técnicas de Machine Learning permiten aumentar la exactitud en el paso a formato móvil de las aplicaciones. (Tabtah, Peebles, Retzler, & Hathurusingha, 2020)

En los últimos 4 años, han sido desarrolladas pocas aplicaciones móviles que adapten directamente el test Minimental de Folsetin, estando todas enfocadas en la población angloparlante. Una de éstas es la desarrollada por P. Devos, J. Debeer y J. Ophals (Devos, Debeer, & Ophals, 2019), la cual se caracteriza por el uso de reconocimiento del habla para la evaluación de preguntas con una sola respuesta, estando orientada al uso del personal médico al momento de aplicar la prueba. Una segunda aplicación móvil es la desarrollada por J. Laymann, H. Hermens, C. Villalonga, M. Vollenbroek-Hutten y O. Banos (Laymann, Hermens, Villalonga, Vollenbroek-Hutten, & Banos, 2018), la que tiene como principal aporte la captura de información adicional al momento de rendir la prueba, permitiendo estudiar la demencia senil en sus 3 dimensiones: emocional, cognitiva y motora. La aplicación desarrollada por Lap-Kei Lee, Yin-Chun Fung, Nga-In Wu, Ka-Yuen Leung, Tsz-Kin Tsang y Chun-Ho Ho (Lee, Fung, Wu, Leung, Tsang & Ho, 2021) destaca por incorporar principios del desarrollo orientado al usuario al momento de desarrollar la aplicación, lo que se traduce en una adaptación de desarrollo y evaluación automática de la prueba más cercana a la versión original que las dos anteriores. El sistema desarrollado por A. Prange, M. Niemann, A. Lantendorf y A. Steneirt (Prange, Niemann, Lantendorf, & Steneirt, 2019) es una alternativa de naturaleza más compleja a las dos anteriores, al incluir un lápiz digital y un asistente de voz, además de la aplicación móvil, lo que permite evaluar de forma completamente automática el MMSE, además de capturar métricas adicionales a las obtenidas en el caso de sistemas ya descritos.

## Métodos

Buscando una mayor automatización en el proceso de diagnóstico de deterioro cognitivo, se opta por adaptar el MMSE al formato de aplicación móvil, lo que permitirá administrar y evaluar la prueba de forma automática, capturando también información relevante para el estudio de esta condición. Esta primera versión se enfoca en el formato de la prueba usada en el territorio chileno, y es desarrollada sólo para dispositivos Android.



La aplicación desarrollada permite rendir el MMSE al paciente por sí solo, sin embargo; éste debe ser acompañado por la persona encargada de su cuidado, la que servirá de asistencia en el proceso. Es esta persona también la encargada de registrarse en la aplicación e ingresar los datos del paciente al momento de ingresar por primera vez. Se considera también como usuario a toda persona con interés en los datos recolectados. Cabe mencionar que, si bien la aplicación se encuentra pensada para la auto aplicación por parte del paciente, en ningún caso debe ser entendida como una herramienta de autodiagnóstico.

El sistema diseñado tiene como componente principal la aplicación móvil, la cual se encuentra conectada a otros 3 elementos: un sistema de autenticación, una base de datos y un sistema de recopilación. En la Figura 2 se muestra la forma en la que interactúan estos componentes:



**Figura 2.** Esquema en el que se muestran los 4 componentes del sistema desarrollado: sistema de recopilación de respuestas, aplicación móvil, sistema de autenticación y la base de datos.

**Fuente.** Elaboración Propia

En el esquema presentado en Figura 2, se pueden observar los 4 componentes mencionados, siendo la aplicación móvil el más importante. Para poder entrar a la aplicación, los usuarios deben registrarse e ingresar usando su email y contraseña, dichos datos son almacenados en el servicio de autenticación a utilizar. Cada persona que se registra, una vez accede por primera vez debe crear un perfil de paciente, ingresando datos como su fecha de nacimiento, nivel educacional y años de servicio, los que son almacenados en una base de datos y serán ligados a cada una de las veces que realice el test. En esta base de datos se guarda también un resumen de cada ejecución de la prueba. Los datos capturados en cada ejecución del test son guardados en un sistema independiente de la base de datos.

Las tecnologías usadas para implementar cada uno de los componentes son elegidas en base a su integración con las herramientas usadas para implementar la aplicación. Al momento de seleccionar esta última se privilegia la integración y conectividad, es por esto por lo que se decide usar Flutter como el framework principal de desarrollo de la aplicación, y, por lo tanto, usar el lenguaje de programación Dart. Este framework, comparado con otras herramientas de desarrollo móvil, ofrece capacidades como multilevel testing y la facultad de reúso de código (Surf, 2021). Teniendo en cuenta que Flutter es desarrollada por Google, para sacar provecho de la compatibilidad con herramientas desarrolladas por la misma compañía, se decide usar Firebase para los componentes de autenticación y base de datos, y Google Drive para el componente de recopilación de datos.

A continuación, se especifican los elementos centrales de la implementación de cada uno de los componentes del sistema:

### Autenticación

Tal como se mencionó anteriormente, este componente se implementa utilizando el servicio de Autenticación de Firebase (Firebase Authentication, 2022). Este servicio permite utilizar diferentes métodos, optando por implementar el reconocimiento mediante email y contraseña. La única forma de entrar a la aplicación es teniendo una cuenta.

### Base de datos

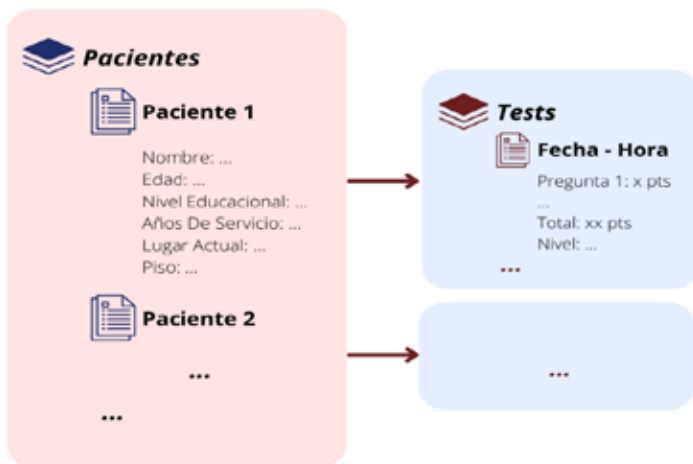
Existen dos tipos de bases de datos ofrecidas por Firebase: Realtime Database y Firestore. Ambas son bases de datos del tipo no SQL que permiten una rápida integración con el sistema de autenticación de Firebase, orientándose cada una a un tipo de uso en particular (Firebase Documentation, 2022). Por una parte, Realtime permite guardar los datos en un árbol en formato JSON, lo que se traduce en menores tiempos al acceder a datos simples y pérdida de escalabilidad al manejar datos jerárquicos, mientras que en Firestore, cada estructura de datos representa un documento, los que son organizados en colecciones y sub-colecciones, lo que genera una mayor escalabilidad al almacenar datos jerarquizados. Además, en cuanto a consultas, Firestore ofrece funciones más amplias que Realtime. Las principales características consideradas para decidir cuál alternativa serán usadas son presentadas en la tabla 2:

**Tabla 2.** Tabla comparativa de características de Realtime Database y Firestore.

Característica	Realtime Database	Firestore
Modelo de datos	<b>Árbol en formato JSON</b>	Colección de documentos
Rendimiento en consultas	Inversamente proporcional a conjunto de datos	Inversamente proporcional a tamaño de conjunto de datos
Escalabilidad	Hasta 200.00 conexiones simultáneas y 1.000 escrituras por segundo	Hasta 1.000.000 de conexiones simultáneas y 10.000 escrituras por segundo
Grado de seguridad	Configurable mediante sistema de reglas	Configurable mediante sistema de reglas
Capacidades plan gratuito	1GB de almacenamiento, 10 GB de descarga al mes	1GB de almacenamiento, 10GB de descarga al mes

**Fuente.** Elaboración propia

En base a lo presentado en Tabla 2, se realiza un análisis de alternativas, bajo el cual se selecciona la opción de Firestore, priorizando la escalabilidad y el modelo de datos jerarquizado ofrecido por esta tecnología. Teniendo esto en cuenta, se presenta en Figura 3 el modelo de datos usado:



**Figura 3.** Modelo de datos usado en base de datos de pacientes.

**Fuente.** Elaboración propia

Como se puede ver en Figura 3, el documento principal en la base de datos es el paciente, los que son almacenados en una colección. En cada documento de paciente se almacenan sus datos personales, los que son solicitados cuando el usuario o tutor ingresa por primera vez en la aplicación. Además, se solicita el lugar y número de piso en el que las personas se encuentran al aplicar el test, los que serán usados en las preguntas de éste. Cada paciente posee una sub-colección llamada Tests, en la que se almacena el resumen de los resultados de cada vez que ha rendido el MMSE (puntaje obtenido en cada pregunta, puntaje total, y nivel sospechado), representando cada documento en ésta una prueba, cuyo nombre es la fecha y hora en la que se comenzó a rendir la prueba.

### Aplicación Móvil

La función más importante de la aplicación móvil es la realización de la prueba MMSE, por lo tanto, se procura que la versión móvil se acerque lo más posible a la original, para lo que se usan distintos métodos de respuesta, siendo la captura de video el más utilizado, ofreciendo la posibilidad de repetir la respuesta en las preguntas que sea posible. Una vez obtenido el video, se obtiene la respuesta utilizando técnicas de reconocimiento de voz sobre el audio capturado en el video, para posteriormente ser evaluada. Buscando una mayor conectividad entre los componentes, se decide realizar esta tarea mediante una REST API, implementada en Python usando Flask, a la que se accede mediante consultas HTTP.

A continuación, se mencionarán los detalles centrales en la implementación de cada pregunta de la prueba Minimal:

- **Orientación Temporal:** Se pregunta por separado por el año, mes, día de la semana, fecha y estación, obteniendo la respuesta en cada uno de los casos mediante video.
- **Orientación Espacial:** Esta pregunta se responde en formato de video. Se responden por separado el país, comuna y región en la que se encuentra,

obteniendo cada uno de estos datos al acceder a la ubicación del celular. Se elige preguntar por región en vez de ciudad por ser un dato de mayor familiaridad para el público objetivo que el sugerido. Además, se pregunta por separado por el lugar y piso en el que se encuentra el paciente, implementando ambas preguntas bajo el formato de selección múltiple: se presentan varias alternativas, dentro de las que se encuentra la correcta, la cual se obtiene ingresando a los datos del paciente almacenados en Firestore, y se pide al paciente que seleccione sólo una. Se opta por este formato para evitar confusiones a la hora de que el paciente responda.

- **Repetición de palabras:** En esta pregunta sólo se permiten 3 repeticiones, de acuerdo con esto, es implementada de forma que, si la respuesta ingresada por el paciente no es correcta, luego de ingresar la respuesta, se genera un mensaje indicando que debe responderse de nuevo, proceso que se repite como máximo 2 veces. Esta pregunta se responde mediante video.
- **Deletreo inverso y restas:** Ambas preguntas se destacan por elegir la palabra o número inicial al azar entre un conjunto de opciones disponibles, y por ser respondidas mediante video. En el caso de la pregunta de deletreo inverso es respondida en una sola toma, mientras que, en el caso de la pregunta de restas, se genera un video por resta.
- **Memoria:** La evaluación e implementación de esta pregunta es similar a la de repetición de palabras, siendo respondida mediante grabación en video. Se evalúa tanto recordar las 3 palabras como el orden en que se mencionan.
- **Repetición de oraciones:** Esta pregunta es evaluada mediante video, asignándola como correcta sólo en caso de que la frase sea repetida exactamente igual.
- **Denominación:** En esta pregunta, se muestran ambas imágenes al mismo tiempo, buscando que, en una sola toma de video, el paciente identifique el objeto presente en cada una, nombrándolas en orden correcto. Las imágenes son cargadas desde Firebase Storage, servicio de almacenamiento ofrecido por Firebase (Documentación de Firebase, 2022).
- **Instrucción Escrita:** De acuerdo con la naturaleza de la pregunta, no puede ser respondida mediante video, ya que podría resultar confuso para el paciente. Es por esto por lo que, se plantea que la forma de respuesta sea tomando una foto de forma automática. Se le señala al paciente que realice la instrucción que aparecerá a continuación en pantalla cuando se le indique. Luego de que el paciente marque “siguiente”, se le presenta la previsualización de cámara, y en la parte inferior de la pantalla se indica “cierre los ojos en x segundos”, una vez el contador llegue a 0, este texto cambia a “cierre los ojos”, tomando automáticamente una foto luego de 2 segundos. Una vez tomada la foto se muestra en pantalla, presentando la opción de volver, en caso de que la respuesta no sea lo que esperaba el paciente, o continuar, si se quiere pasar a la siguiente pregunta. La evaluación de esta pregunta es implementada usando el paquete MLKit de Google (MLKit, 2022), el cual dentro de sus modelos cuenta con uno de detección de rostro, que permite reconocer si los ojos dentro de un rostro se encuentran cerrados o abiertos.

- **Instrucción Verbal:** Las instrucciones a evaluar en esta pregunta involucran la interacción con un papel, lo que en el caso de una aplicación móvil resulta complejo de evaluar, por lo tanto, se reemplazan las tres acciones por unas que involucren la interacción con el dispositivo móvil, éstas son: voltear el celular, hacer un clic en el cuadrado presente en la pantalla, volver a poner el teléfono móvil en posición vertical. Para poder evaluar la realización de estas acciones de forma interna se da un máximo de 10 segundos por pregunta, es decir, si el paciente no realiza una instrucción en 10 segundos, se procede a evaluar la siguiente en la lista, de esta forma, el puntaje obtenido se encuentra asociado también al orden en que se realizan las acciones.
- **Escritura de oraciones:** Para ingresar la respuesta en esta pregunta, existen 2 enfoques que pueden ser usados: escribir en la pantalla (mediante el teclado del dispositivo móvil o un lápiz digital), o tomar una foto a la respuesta escrita en un papel. Buscando acercarse a la versión presencial del MMSE, se opta por la segunda, por lo tanto, antes de evaluar el sentido de la oración, se debe reconocer lo que está escrito en el papel, esto puede realizarse con un componente OCR. Una vez identificada la oración, se debe comprobar si tiene sentido, y posee los tres elementos principales de una oración: sujeto, verbo y predicado, lo que puede realizarse usando redes neuronales y un enfoque de procesamiento de lenguaje natural. En esta primera versión del sistema se opta por no implementar la evaluación de esta pregunta, no siendo considerada para la entrega de resultados, esto debido a estar en presencia de un problema con una complejidad mayor, cuyo desarrollo requiere un análisis mucho más extenso que preguntas anteriores, lo que se traduce en limitantes de tiempo y recursos.
- **Dibujo:** Esta pregunta, al igual que la anterior, es evaluada mediante una foto, y tampoco es considerada en el cálculo de resultados en una primera instancia, por razones similares al caso anterior. Existen dos enfoques que pueden ser usados para implementar la evaluación de esta pregunta: El primero considera el uso de paquetes y funciones de Computer Vision, de forma que se pueda reconocer la existencia de la figura dibujada, para luego identificar el área en común. El segundo conjunto implica el desarrollo de una red neuronal convolucional, en forma de clasificador binario, guardando una especial atención en la forma en la que el conjunto de entrenamiento sea creado.

Luego de completar cada una de las preguntas de la prueba Minimental, se calcula el puntaje obtenido por quién lo esté rindiendo, determinando automáticamente la categoría a la que corresponde este puntaje. Es necesario mencionar que, debido a que en este primer prototipo no se implementa la evaluación de dos preguntas (escritura de oraciones y dibujo), para determinar la categoría se restan dos puntos a lo presentado en la tabla de cálculo de puntaje presentada anteriormente. Se decide usar las categorías “en riesgo de deterioro cognitivo” y “fuera de riesgo de deterioro cognitivo. Para poder determinar la categoría correspondiente, debe accederse a la edad y nivel educacional del paciente, datos que se encuentran en el documento del paciente alojado en Firestore.

Un esquema en el que se muestran todos los formatos de respuesta implementados es presentado en Fig. 4:



**Figura 4.** Esquema de flujo a seguir en la adaptación móvil del test MMSE desarrollada

**Fuente.** Elaboración propia

## Recopilación de respuestas

En primer lugar, se define cuáles son los datos por obtener al momento de aplicar el test. Dentro de éstos destacan las grabaciones en video de la respuesta entregada por el paciente en preguntas en las que se usa la voz como método de respuesta. En el caso la pregunta de repetición, en la que se indica expresamente que debe repetirse como máximo 3 veces, se almacena la respuesta entregada en cada uno de los intentos realizados, en el resto de las preguntas se almacena sólo la última respuesta que entrega el paciente. Estas grabaciones no almacenan ni se encuentran relacionadas con ningún dato personal del paciente. La existencia y recolección de estos datos es informada antes de comenzar el test.

Durante la ejecución del MMSE se captura también el tiempo que el paciente demora en realizar cada una de las preguntas, dato que puede ser usado en un análisis posterior. Los tiempos de demora en cada pregunta, junto con la cantidad de veces que el paciente debe realizar la pregunta de repetición de oraciones, dato que se indica en el manual de buenas prácticas para la detección de la demencia debe ser almacenado, se almacenan en un archivo .csv, formato que es elegido por su amplio uso en el análisis estadístico y desarrollo de modelos de aprendizaje automático. Considerando esto, se incluyen también en este archivo datos complementarios que permitirían realizar un mejor estudio de los datos obtenidos en el desarrollo del MMSE, los que son la edad del paciente y su nivel

educacional, ya que la entrega de los resultados depende en parte de ambos parámetros. Estos datos se obtienen accediendo a los registros por paciente de Firestore.

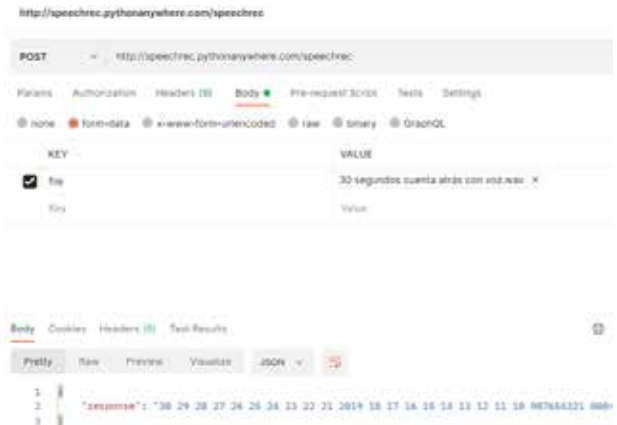
El componente de recopilación de archivos es independiente a la aplicación móvil, actualizando archivos disponibles de forma automática al estar conectado a la aplicación móvil, y permitiendo descargar los archivos de forma comprimida. Así, teniendo estas características como base, las tecnologías más apropiadas para implementar este componente son plataformas de almacenamiento en la nube de uso convencional. Dentro de éstas, se decide utilizar Google Drive, teniendo en cuenta las opciones de privacidad y seguridad ofrecidas, así como también el espacio proporcionado en su cuenta gratuita (15 GB).

Para conectar la aplicación móvil con este componente, se desarrolla una REST API en Python, con la cual la aplicación se comunica mediante protocolos HTTP. Luego de investigar los diferentes paquetes existentes para conectarse con Google Drive, se decide utilizar esta opción. Esta API es alojada en <http://storageem.pythonywhere.com/>, contando con tres sub-rutas de acuerdo con el tipo de contenido que se busca subir. En primer lugar, en la aplicación de Flutter se interactúa con “/updatedfini” luego de que se entreguen las instrucciones generales para realizar la prueba, siendo usada para registrar una nueva fila en el archivo .csv, la cual representa una nueva ejecución de la prueba, registrando la fecha y hora a la que se comienza la prueba, la edad y nivel educacional del paciente. Luego, al momento de responder cada una de las preguntas, se interactúa con “/uploadvideo” y “/updatedftime”, usadas para subir a su respectiva carpeta el video de la respuesta (en caso de que corresponda), y actualizar la fila en específico de la ejecución actual del MMSE con el tiempo empleado en desarrollar una pregunta en específico o la cantidad de repeticiones en la pregunta de repetición, respectivamente

## Resultados y Discusión

Al momento de desarrollar una aplicación móvil de estas características, se recomienda llevar a cabo un proceso de retroalimentación, en el que se le permita al grupo objetivo de usuarios utilizarla y así obtener puntos de mejora sobre la misma. En este caso, existen limitaciones relacionadas con los tiempos y recursos empleados que impiden llevar a cabo tal estudio, sin embargo; la aplicación si fue usada por personas encargadas de cuidar a gente de edad avanzada con deterioro cognitivo, y su opinión fue fundamental en el enfoque utilizado a momento de desarrollar la aplicación móvil, influyendo notablemente en el formato escogido para responder cada una de las preguntas.

Ante esto, surge como alternativa presentar la validación de los procesos más relevantes realizados en el sistema, lo que, en este caso, se traduce en demostrar que las respuestas de las APIS desarrolladas corresponden a lo esperado. Esto puede ser realizado usando Postman. Los resultados obtenidos mediante estas pruebas son presentados a continuación:



**Figura 5.** Respuesta obtenida en Postman al realizar consulta HTTP a api SpeechRec.

**Fuente.** Elaboración propia

En figura 5. Se presenta la prueba de validación de la API de reconocimiento de voz. Se envía a dicha API mediante Postman un audio de prueba, en el que se realiza una cuenta regresiva del 30 al 0, recibiendo como respuesta de la API la traducción a texto de dicho audio, con lo que se comprueba el correcto funcionamiento de la API.

La segunda API a validar es la que interactúa con Google Drive para subir archivos a una carpeta, así como también modificar el archivo .csv descrito anteriormente. Por lo tanto, esta API se encarga de realizar 3 funciones distintas: subir archivos a la carpeta ya mencionada en Google Drive, añadir una fila al archivo stats.csv, y modificar una fila dentro del mismo, es por esto por lo que, se deben realizar 3 validaciones diferentes, accediendo a 3 sub-links distintos. Las capturas de pantalla de la validación de esta API se muestran a continuación:



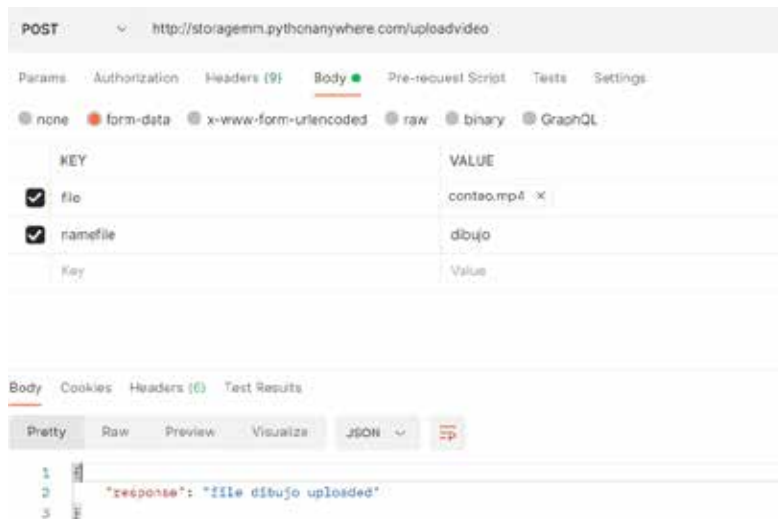


Figura 6. Respuesta en Postman al realizar consulta a api storagemm/uploadvideo.

Fuente. Elaboración Propia

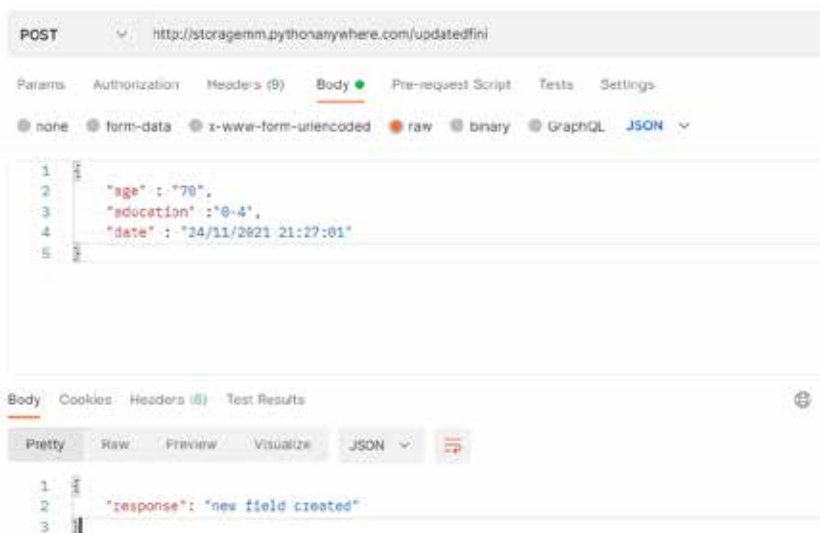
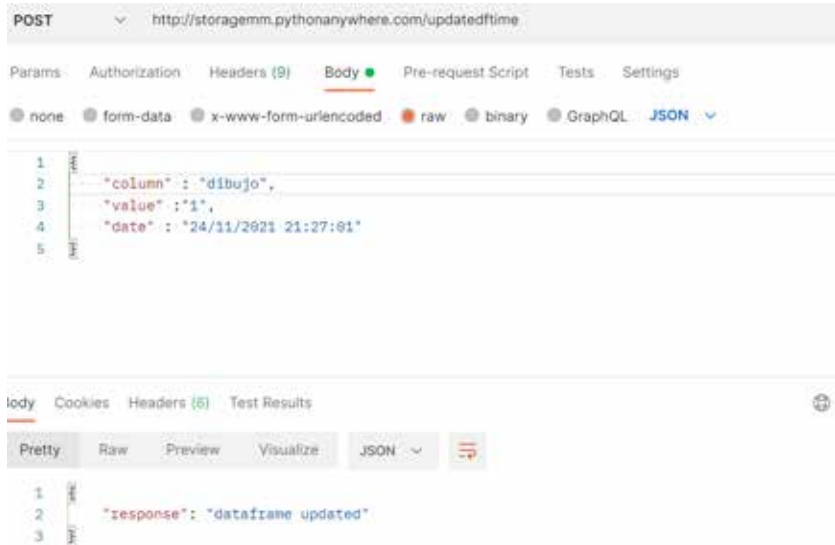


Figura 7. Respuesta en Postman al realizar consulta a api storagemm/updatedfini.

Fuente. Elaboración Propia



**Figura. 8.** Respuesta en Postman al realizar consulta a api storagemm/updatedtime.

**Fuente.** Elaboración Propia

En fig. 6 se observa el envío de una consulta HTTP a la sub-dirección que permite subir videos a la carpeta de Google Drive correspondiente. En el formulario, se envía un video de prueba, indicando que debe ser subido a la subcarpeta “dibujo”. Por otra parte, en fig. 7 se puede apreciar una consulta HTTP realizada a esta API, específicamente a su sub-link que permite agregar una nueva fila al archivo stats.csv, entregando en un archivo JSON los valores requeridos para agregarla. Finalmente, en fig. 8 se puede contemplar la consulta realizada para modificar una fila en el archivo, entregando los parámetros requeridos en un archivo JSON. La respuesta recibida en cada uno de los casos permite comprobar el resultado exitoso de las operaciones.

## Conclusiones

Se pudo plantear una alternativa móvil a la aplicación del test Minimental, en el cual los puntos clave fueron los mecanismos y formatos de respuesta usados para cada pregunta de la prueba, pensando en acercarse lo más posible a la versión presencial del MMSE, así, la implementación presentada usa distintos tipos de formatos de respuesta de acuerdo con el objetivo de la pregunta. Los datos rescatados mediante el uso de la aplicación cubren la demencia senil en sus tres dimensiones: cognitiva, emocional y motora, lo que brinda una gran robustez respecto a otras soluciones ya existentes, al considerar que estos datos rescatados se suman a los mecanismos de evaluación automática implementados.

Se reconoce que la validez de una aplicación orientada al apoyo de procesos clínicos depende de estudios realizados por especialistas debidamente calificados, por lo tanto, esta es la principal tarea que se debe realizar para que este prototipo pueda ser utilizado a futuro. Este estudio clínico permite validar los cambios realizados a la versión original de la prueba, y debe ser realizado luego de desarrollar la evaluación de las dos preguntas pendientes, acompañado además de un proceso de estudio de la ley vigente en Chile respecto a privacidad de los datos, realizando modificaciones a la versión actual de la solución en caso de ser necesario. Además, se puede expandir el público objetivo de la solución al adaptar variantes del MMSE usadas en otros territorios de habla hispana, adaptando la aplicación a dispositivos con otro sistema operativo, e incorporando al personal médico como usuario del sistema, de forma que mediante una plataforma web puedan acceder a los resultados del test y los datos capturados, lo que les permitiría usar esta información como complemento en la evaluación o diagnóstico de pacientes con deterioro cognitivo.

## Referencias

- Devos, P., Debeer, J., & Ophals, J. (2019). Cognitive impairment screening using m-health: an android implementation of the mini-mental state examination (MMSE) using speech recognition. *Eur Geriatr Med*, 10, 501-509. doi:<https://doi.org/10.1007/s41999-019-00186-0>
- Folstein, M., Folstein, S., & y McHugh, P. (1975). “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198. doi:[https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Google. (2022, 19 de Diciembre). Cloud Storage para Firebase. *Documentación de Firebase*. <https://firebase.google.com/docs/storage>
- Google. (2022, 26 de Agosto). Firebase Autenticación. *Firestore Documentation*. <https://firebase.google.com/docs/auth?hl=e>
- Google. (2022, 28 de Febrero). Detect faces with ML Kit on Android. *ML Kit*. <https://developers.google.com/ml-kit/vision/face-detection/android>
- Ibanez, A., Slachevsky, A., & Serrano, C. (2020). *Manual de Buenas Prácticas Para el Diagnóstico de la Demencia*. Banco Interamericano del Desarrollo.
- Laymann, J., Hermens, H., Villalonga, C., Vollenbroek-Hutten, H., & y Banos, O. (2018). Enabling remote assessment of cognitive behaviour through mobile experience sampling. *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*. Atenas. doi:10.1109/PERCOMW.2018.8480310

- Lee, L.-K., Fung, Y.-C., Wu, N.-I., Leung, K.-Y., Tsang, T.-K., & Chun-HoHo. (2021). Chapter 9 - Self-evaluation mobile application on mild cognitive impairment based on Mini-Mental State Examination with bilingual support. *Academic Press*, 135-144. doi:10.1016/B978-0-12-822060-3.00005-X
- ONU. (2020). In *World Population Ageing 2019* (p. 5). Nueva York. Retrieved Febrero 21, 2022, from <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2019-Report.pdf>
- Prange, A., Niemann, M., Lantendorf, A., & y Steneirt, A. (2019). Multimodal Speech-based Dialogue for the Mini-Mental State Examination. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Glasgow. <https://doi.org/10.1145/3290607.3299040>
- Schwarzinger, M., & Dufouil, C. (2022). Estimation of the global prevalence of dementia in 2019 and forecasted prevalence in 2050: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Public Health*, 7(2), e94-e95. doi:[https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(21\)00249-8](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(21)00249-8)
- Surf*. (2021, 15 de Junio). Flutter VS Xamarin: What To Choose For Cross-Platform Development. *Surf*, <https://surf.dev/flutter-vs-xamarin/>
- Thabtah, F., Peebles, D., Retzler, J., & Hathurusingha, C. (2020). Dementia medical screening using mobile applications: A systematic review with a new mapping model. *Journal of Biomedical Informatics*. doi:10.1016/j.jbi.2020.103573



 Centro de  
**Publicaciones**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ISBN: 978-9978-375-68-6



9 789978 375686