

ciencia en escena: del dato al relato

Editores

Milagros Yínez Oñate-Maury

Carlos Eduardo Daza-Orozco

Raúl Antonio Cera-Ochoa

Wilmar Yesid Suárez-Villaizón

Eduardo Norman-Acevedo



Iniciación
Científica

CIENCIA EN ESCENA

Del dato al relato

--- Editores ---

Milagros Yinez Oñate-Maury
Carlos Eduardo Daza-Orozco
Raúl Antonio Cera-Ochoa
Wilmar Yesid Suárez-Villaizón
Eduardo Norman-Acevedo

Iniciación Científica

CIENCIA EN ESCENA: del dato al relato / Milagros Yínez Oñate Maury, Carlos Eduardo Daza Orozco; Raúl Antonio Cera Ochoa, Wilmar Yesid Suárez Villaizón, Eduardo Norman Acevedo (Editores). 1ª ed. Bogotá D.C.: Iniciación Científica; 2025.

481 p. ; il.; 17 x 24 cm.

Incluye referencias bibliográficas.

Digital ISBN: 978-628-97067-1-0

1. Investigación formativa -- Colombia. 2. Semilleros de investigación -- Colombia. 3. Proyectos de investigación -- Colombia. 4. Enseñanza universitaria o superior -- Colombia. I. Iniciación Científica. II. Tít.

SCDD 001.4



Iniciación Científica

+57 305 310 16 16

Bogotá, Colombia

Noviembre 2025

CIENCIA EN ESCENA: del dato al relato

Digital ISBN: 978-628-97067-1-0

Equipo editorial

Editores

Milagros Yínez Oñate-Maury

Carlos Eduardo Daza-Orozco

Raúl Antonio Cera-Ochoa

Wilmar Yesid Suárez-Villaizón

Eduardo Norman-Acevedo

Corrección de estilo y diseño

Iniciación Científica

Editorial.com.co

Diseño y diagramación

IniciaciónCientífica.com

Cómo citar este libro:

Oñate-Maury, M.Y.; Daza-Orozco, C.E.; Cera-Ochoa, R.A.; Suárez-Villaizón, W.Y.; Norman-Acevedo, E. (2025) *Ciencia en escena: del dato al relato*. Iniciación Científica.

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su tratamiento en cualquier forma o medio existentes o por existir, sin el permiso previo y por escrito de Iniciación Científica.

Las opiniones expresadas son responsabilidad exclusiva del autor(es) y no constituye una postura institucional al respecto.

Creado en Colombia

Todos los derechos reservados
2025

Contenido

14

De la asimetría cognitiva a la negociación de sentidos: reconstrucción estructuralista de la Apropiación Social del Conocimiento en Latinoamérica

Carlos Eduardo Daza-Orozco
Iniciación Científica

Artes y humanidades

32

Lenguajes simbólicos para la mediación artística del conocimiento científico: la experiencia del laboratorio AlaViva

Valentina Restrepo Serna
Daniel Valencia Gómez
Danny Zurc
Esteban Gutiérrez-Jiménez
Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM

62

Conexiones sonoras: la radio y la ciencia ciudadana en el Politécnico Grancolombiano

Nicolás Steven Martín Roncancio
Ramón Gabriel Aguilar Vega
Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

94

Construcción de aprendizajes significativos, una propuesta a través del arte

Yaritza Andrea Jaramillo Paredis
Vanessa Carolina Torres Zarco
Karina Rodríguez Marulanda

Institución Universitaria de Barranquilla

110

Música vallenata como estrategia pedagógica en el aprendizaje de los estudiantes del Infotep de San Juan del Cesar - Guajira

Cecilia Leonor Jaraba Palacio
Henry Luis Gámez Fragozo

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional – INFOTEP

126

Violencia epistémica basada en género en la academia

Alejandro Guerra Gómez
Elizabeth Gómez Etayo
Katherine Esponda Contreras

Universidad Autónoma de Occidente

Ciencias administrativas, financieras y contables

140

Ecoturismo en el volcán Cerro Machín

Jefersson Mendoza Serrano
Jenny Patricia Acevedo Rincón

Universidad Industrial de Santander

154 **La competitividad en el sector automotriz de motocicletas**

Laura Valentina Cordoba Tello

Jairo Jamith Palacios Rozo

María del Pilar Murcia Castro

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

166 **Jabón artesanal a partir de aceite vegetal usado**

Lizeth Jazmín Rincón Pico

Luis Eduardo Oviedo Diazgranados

Fabian Andrés Rosado Daza

Instituto Nacional de Formación

Técnica Profesional - INFOTEP

184 **La revitalización de transporte ferroviario de mercancías en Colombia**

Martha Rosa Bello Vanoy

Politécnico Internacional

206 **La inteligencia emocional como herramienta estratégica en las negociaciones**

Paola Alexandra Colorado Guarnizo

Politécnico Internacional

Wilmar Yesid Suárez Villaizón

Fundación Universitaria Horizonte

232 **Condiciones de buenas prácticas de manufactura en los restaurantes de las instituciones educativas de los municipios de Villanueva, El Molino y San Juan del Cesar en La Guajira**

Deider Jair Torres Morales
Jennifer Paula Cabrera Botello
Laure Patrick López Solano

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional - INFOTEP

242 **Biosensores electroquímicos y ópticos basados en puntos de carbono y carbono vítreo para la detección temprana del cáncer**

Valentina García Pérez
Valentina Arias García
Juana Gabriela López Trejos
Mariana Muñoz Valdes
Faruk Fonthal

Universidad Autónoma de Occidente

254 **CRISPR -Hackeando al VIH:
¿Podemos Reprogramarlo?**

Jeimy Tatiana Palacios Torres
Fabián Mauricio Cortes-Mancera

Institución Universitaria ITM

266 **Estrategias de bienestar implementadas en educación superior: su relación con la disminución del estrés docente**

Diana Crystina Pacheco Bonilla
Natividad María Escobar Rodríguez

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional - INFOTEP

284 **Prevención de desordenes musculoesqueléticos en el sector bancario: un enfoque basado en la ergonomía**

Karen Adriana Cuesta Burgos
Fabian Andrés Arévalo Pedraza

Fundación Universitaria San Mateo

302 **El futsal, la bioimpedancia y yo: la ciencia detrás**

Benjamín Rodríguez
Joseph Ramírez

Cristian Rojo

Jairo J. Pérez

Instituto Tecnológico Metropolitano

Ciencias naturales y agrícolas

324 **Abejas como reporteras ambientales**

Andrés Felipe Nieto Martínez

David Santiago Ruíz Méndez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

336 Biodiversidad en el domo de lava del volcán cerro Machín

María José Cabeza Herrera
Jenny Patricia Acevedo Rincón
Universidad Industrial de Santander

354 Diseño e implementación de una cámara de germinación con ambiente controlado basada en IoT para semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Emilyn Buitrago Moreno
Juan Sebastián Botero Valencia
Institución Universitaria ITM

370 Diseño de estrategias para el uso responsable del recurso hídrico en el corregimiento de La Junta - Guajira

Gina Paola Guerra Martínez
Maria Milagros Fonseca Guerra
Milagros Yínez Oñate Maury
Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional INFOTEP

Ciencias sociales

404 Cuando la educación habla en señas, la inclusión hace ruido: MOOC para población sorda en Colombia

Sebastián Cardona-Acevedo
Alejandro Valencia-Arias
Institución Universitaria ITM

424 **Importancia de la lectoescritura en la básica primaria: estrategias de enseñanza y dificultades en la de Instituciones Educativas de Barranquilla**

Zharick Saray Gallardo Chávez
Andrés Felipe Egea Cera
Karina Patricia Rodríguez Marulanda
Institución Universitaria de Barranquilla

432 **Conocimiento especializado del profesor que enseña patrones y secuencias: La planeación enriquecida con IA para educación básica primaria**

Carol Juliana Meneses Angarita
Luisa Fernanda Gelvez
Jenny Patricia Acevedo Rincón
Universidad Industrial de Santander

Ingeniería y tecnología

444 **Algoritmo atenuador de consonantes oclusivas**

Nicolás David Vanegas Moreno
Andrés Pita Romero
Mateo Daniel Torres Verdooren
Universidad de San Buenaventura

456

Conoce a P.E.T.E.R

Sebastián Grajales Pulgarín
Daniel Santiago Sánchez Rodríguez
David Fernando Ramírez Moreno

Universidad Autónoma de Occidente

468

**Estrategias de innovación en
seguridad vial para el servicio de
transporte en Valledupar, Cesar**

Keyla Johana Cuello Oñate
Rosa Emelina Vega Mendoza
Natividad María Escobar Rodríguez

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional - INFOTEP

480

**Red de sensores con módulo
Xbee alrededor del Politécnico
Grancolombiano sede Medellín**

Wilber Asley Misas García
Jonatan Arenas Sepúlveda
José Daniel Arenas Betancur
Boris Mauricio Revelo Rendón

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano



De la asimetría cognitiva a la negociación de sentidos: reconstrucción estructuralista de la Apropriación Social del Conocimiento en Latinoamérica

Carlos Eduardo Daza-Orozco

Iniciación Científica



Resumen

El capítulo analiza críticamente la evolución de los modelos de comunicación pública de la ciencia, desde el Modelo de Déficit hasta la Apropiación Social del Conocimiento (ASC), con énfasis en el contexto latinoamericano. A partir de una reconstrucción estructuralista, sostiene que el Modelo de Déficit no es solo una práctica obsoleta, sino un sistema axiomático que reproduce una relación jerárquica entre expertos y legos, basada en la asimetría cognitiva y la comunicación unidireccional.

El texto muestra que los paradigmas de alfabetización científica y *public understanding of science*, aunque formulados como avances, mantienen los supuestos estructurales del déficit. El modelo de *public engagement* introduce una ruptura parcial al desplazar el problema hacia la confianza y la legitimidad democrática, pero corre el riesgo de diluir el rigor científico.

Frente a estas limitaciones, el capítulo posiciona la Apropiación Social del Conocimiento como un constructo situado en América Latina, orientado a la democratización del saber, el diálogo de saberes y la transformación social. La ASC concibe a la sociedad como sujeto epistémico activo y no como receptor pasivo, integrando la comunicación al ciclo de I+D+i y reconociendo formas no tradicionales de producción de conocimiento.

Finalmente, se identifican tensiones clave entre el discurso institucional y la práctica: el riesgo de relativismo epistémico, la falta de sistemas de evaluación que reconozcan el impacto social y la desarticulación entre los tiempos académicos y los procesos comunitarios. El capítulo concluye que la ASC representa una ruptura necesaria con el Modelo de Déficit, pero su consolidación exige cambios estructurales en la evaluación, la formación científica y las metodologías participativas.

Palabras clave: *apropiación social del conocimiento, modelo de déficit, comunicación de la ciencia, estructuralismo, epistemología cívica.*

LA EVOLUCIÓN DE LOS PARADIGMAS Y EL CONTEXTO LATINOAMERICANO

La relación entre la producción de conocimiento científico y la sociedad ha transitado históricamente por diversos paradigmas, evolucionando desde un modelo de transmisión lineal de información hacia procesos complejos de interacción social y negociación de sentidos. Tradicionalmente, la ciencia se comunicaba bajo la premisa positivista de que los hechos científicos “hablan por sí mismos” y que su mera exposición bastaba para generar cultura científica (Calvo Hernando, 2006). Sin embargo, la sociología de la ciencia, a través de autores como Latour (2005) y Bucchi (2008), ha demostrado que los hechos fácticos requieren ser narrados, traducidos e inscritos en tramas culturales para adquirir validez y relevancia social.

En la literatura académica global, esta evolución se ha teorizado como un paso secuencial desde la *Scientific Literacy* (Alfabetización Científica) hacia la *Public Understanding of Science* (PUS) y, más recientemente, hacia el *Public Engagement with Science* (PES) (Bauer, 2009; Trench, 2008). No obstante, en el contexto latinoamericano, esta narrativa lineal se ve interpelada por condiciones estructurales de desigualdad y diversidad cultural que han dado lugar a la categoría emergente de Apropiación Social del Conocimiento (ASC) (Franco-Avellaneda & Pérez-Bustos, 2010).

A diferencia de Europa, donde el énfasis recayó históricamente en la alfabetización para subsanar la ignorancia

Ciencia en escena: del dato al relato

del público, en América Latina la discusión se ha centrado en la democratización del saber y su uso estratégico para la transformación social y la construcción de paz (Lozano et al., 2021). La ASC no busca simplemente informar, sino generar capacidades sociales para que el conocimiento científico sea una herramienta de resolución de problemas locales, superando la visión de la ciencia como un bien ajeno, elitista o puramente académico (Guarnizo, 2017).

A pesar de la proliferación de discursos institucionales que exaltan el diálogo, como la *Estrategia Nacional* en Colombia (Colciencias, 2017; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021), persiste en la práctica una tensión estructural significativa. El denominado “Modelo de Déficit” (MD), criticado seminalmente por autores como Irwin (1995) y Wynne, sigue operando como un constructo ideológico subyacente. Este modelo asume que la resistencia o indiferencia social hacia la ciencia se debe exclusivamente a la falta de información del público, ignorando factores culturales, éticos o políticos (Rodríguez & Giri, 2024).

La persistencia del MD plantea interrogantes cruciales sobre la efectividad de las nuevas políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel). Si bien los documentos de política promueven la ASC como un eje transversal, la implementación a menudo recae en prácticas difusionistas tradicionales. Esto sugiere que el cambio terminológico no siempre viene acompañado de una transformación epistemológica real en la forma en que las instituciones conciben la alteridad en la relación comunicativa. El pre-

sente artículo se propone deconstruir estructuralmente la ASC para determinar su posición frente a los axiomas de asimetría cognitiva del MD y analizar si logra verdaderamente superar la dicotomía experto/lego.

La persistencia axiomática del Modelo de Déficit

Para comprender la profundidad del desafío que enfrenta la comunicación científica contemporánea, es necesario aplicar una reconstrucción estructuralista que revele las relaciones lógicas subyacentes entre los distintos modelos teóricos (Lewenstein, 2003). Según Bauer (2009), los paradigmas de Alfabetización Científica y PUS, aunque cronológicamente sucesivos, no son opuestos; metateóricamente, pueden interpretarse como dos especializaciones de una misma “red teórica” implícita denominada Comunicación Pública de la Ciencia (CPC) tradicional.

Esta red se sustenta en axiomas que perpetúan una visión jerárquica del conocimiento. El Modelo de Déficit no es simplemente una metodología obsoleta, sino un sistema de creencias fundamentado en axiomas específicos (Trench, 2008). El primer axioma es la diferenciación binaria, que divide a la sociedad en dos subconjuntos mutuamente excluyentes: expertos (poseedores de verdad y método) y legos (carentes de conocimiento validado). El segundo axioma es el déficit cognitivo, que asume que el estado de conocimiento del público es siempre inferior al del experto, legitimando una relación pedagógica vertical (Rodríguez & Giri, 2024).

Ciencia en escena: del dato al relato

Bajo esta lógica estructural, el flujo de la comunicación es inherentemente unidireccional: el experto emite y el lego recibe, emulando los modelos escolares tradicionales (“educación bancaria”) criticados en la pedagogía crítica (Auler & Delizoicov, 2006). Incluso el paradigma PUS, que surgió en los años 80 para hacer la comunicación más “eficiente” mediante el uso de herramientas de marketing, conservó estos axiomas. Si bien desplazó el foco del déficit cognitivo al “déficit de actitud”, mantuvo la premisa de que la ciencia es un producto acabado que debe ser transferido a un público pasivo (Bucchi & Trench, 2021).

La verdadera ruptura conceptual surge con la propuesta del modelo de *Public Engagement* (PES). Este paradigma intenta establecer una inconmensurabilidad semántica con la red CPC al eliminar la centralidad del déficit. En el PES, el problema diagnosticado ya no es la ignorancia, sino la crisis de confianza institucional y la falta de transparencia democrática (Irwin, 1995). Sin embargo, la eliminación del diferencial de conocimiento en el modelo PES conlleva el riesgo teórico de vaciar de contenido la comunicación, reduciéndola a un ejercicio de relaciones públicas donde el rigor científico puede quedar relegado frente a la necesidad de consenso social (Cortassa, 2012).

La Apropiación Social del Conocimiento -ASC- como constructo situado

En América Latina, la respuesta a las limitaciones del déficit y a la insuficiencia de los modelos anglosajones no fue la adopción acrítica del *Engagement*, sino la construcción

del concepto de Apropiación Social del Conocimiento. Este término, institucionalizado en políticas públicas (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021), se define como un proceso social intencionado donde la sociedad participa activamente en la construcción, uso y validación del conocimiento.

La ASC trasciende la mera traducción o simplificación de contenidos —propias del periodismo científico clásico (Calvo Hernando, 2006)— para situarse en el terreno de la transformación cultural y política. Se fundamenta teóricamente en el “diálogo de saberes”, reconociendo la validez de conocimientos no académicos (ancestrales, campesinos, populares) en la interacción con la ciencia moderna. Esto resuena con la propuesta de Gibbons et al. (1994) sobre el “Modo 2” de producción de conocimiento, el cual es socialmente distribuido, orientado a la aplicación y sujeto a mecanismos de responsabilidad social.

Desafíos epistemológicos en el diálogo de saberes

El postulado del ‘diálogo de saberes’ encierra una trampa epistemológica si no se aborda críticamente: el riesgo de la validación hegemónica. Integrar conocimientos ancestrales o populares no significa someterlos al escrutinio del método científico para ‘comprobar’ su veracidad, pues esto perpetúa una relación colonial donde la ciencia moderna actúa como el único tribunal de la verdad. El verdadero desafío riguroso consiste en establecer protocolos de validación cruzada o ‘traducción inter-epistémica’

Ciencia en escena: del dato al relato

(Santos). En un proceso científico riguroso, la validez de un saber ancestral en un proyecto de ASC no depende de su ajuste a la teoría occidental, sino de su eficacia pragmática y su coherencia dentro de su propio sistema de sentido. Por tanto, la objetividad se redefine no como neutralidad distante, sino como una 'objetividad posicional' (Sen) que explicita desde dónde se habla y negocia consensos sobre qué constituye una evidencia válida para todas las partes involucradas, evitando así el extractivismo epistémico donde el saber local es tratado como mera materia prima para la publicación académica.

La brecha de capacidades y la implementación práctica

A diferencia de la divulgación clásica, cuyo propósito es esencialmente pedagógico, la ASC tiene una carga política orientada a la democratización y, en el caso colombiano, a la construcción de paz (Lozano et al., 2021). Esto implica cuestionar la jerarquización epistémica y reconocer a los públicos como sujetos epistémicos activos capaces de negociar significados.

Sin embargo, la operativización de la ASC en el tejido institucional enfrenta una barrera que trasciende la falta de recursos: la ausencia de un habitus dialógico en la comunidad científica. La formación doctoral tradicional, enfocada en la hiper-especialización y la comunicación entre pares, rara vez dota al investigador de competencias en comunicación intercultural o mediación de conflictos epistémicos. Esto genera una 'ceguera institucional' donde

la universidad intenta dialogar con el territorio utilizando lenguajes y tiempos burocráticos que son incompatibles con las dinámicas comunitarias. Las instituciones a menudo carecen de dispositivos de interfaz —espacios híbridos de gobernanza o ‘zonas de intercambio’ (Galison)— que permitan una traducción efectiva entre las demandas sociales y la oferta científica. En la práctica, esto deriva en que los científicos, sin herramientas para gestionar la alteridad, terminen imponiendo sus agendas de investigación, transformando el ‘diálogo’ en un monólogo legitimado por la presencia física en el territorio, pero vacío de una escucha activa real.

En el marco de los sistemas nacionales de ciencia, la ASC se ha integrado discursivamente en el ciclo de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i). Bajo este enfoque, la comunicación deja de ser una actividad “post-producción” para convertirse en un puente esencial que garantiza la transferencia social efectiva. Autores como Merchán Avenia y Ramírez Triana (2023) señalan que la transferencia no es solo tecnológica o económica, sino sociocultural. Asimismo, la ASC dialoga estrechamente con la Investigación-Creación (I+C) y el uso de narrativas (Dahlstrom, 2014), validando la producción de conocimiento sensible donde obras artísticas y narrativas transmedia son formas rigurosas de generar conocimiento situado.

TENSIONES ENTRE RETÓRICA, PRÁCTICA Y EVALUACIÓN

La transición hacia modelos participativos como la ASC conlleva riesgos estructurales. El primero es el “vaciamiento epistémico”: al intentar dismantelar el autoritarismo del experto para favorecer la horizontalidad, algunas prácticas pueden derivar en un relativismo donde la evidencia científica se equipara sin matices a la opinión (Cortassa, 2012). La verdadera apropiación requiere mantener el rigor conceptual; presentar la ciencia como un proceso en construcción, sujeto a revisión, pero robusto metodológicamente.

Una tensión fundamental radica en la incongruencia institucional entre los mandatos de apropiación y los sistemas de evaluación académica. Mientras se insta a la transferencia social (Guarnizo, 2017), los incentivos profesionales siguen atados a indicadores bibliométricos tradicionales que privilegian la circulación del conocimiento en circuitos cerrados (Merchán Avenia & Ramírez Triana, 2023). Daza-Caicedo et al. (2017) argumentan que es urgente desarrollar indicadores de impacto social que midan la apropiación real y no solo la asistencia a eventos o la producción de material divulgativo.

Evaluación y Medición de Impacto: Más allá del *paper*

Superar la tiranía de los indicadores bibliométricos exige el diseño de métricas de ‘segunda generación’ que

capturen la complejidad relacional de la ASC. Siguiendo a Daza-Caicedo et al. (2017), la evaluación no debe centrarse en el producto final (el evento, la cartilla), sino en la trazabilidad del proceso. Esto implica desarrollar indicadores cualitativos que midan: (a) la permeabilidad institucional, entendida como el grado en que la pregunta de investigación fue modificada por el saber local; (b) la capacidad instalada, que evalúa si la comunidad retiene habilidades autónomas tras la salida de los expertos; y (c) la densidad de la red, que mide la sostenibilidad de las alianzas creadas en el tiempo. A largo plazo, estos indicadores deben transitar hacia una 'evaluación participativa', donde sean las propias comunidades quienes validen el éxito de la apropiación basándose en la resolución efectiva de sus problemáticas situadas, y no solo en la satisfacción de los financiadores externos.

Además, la institucionalización de la ASC a menudo choca con las lógicas temporales de la academia. Los proyectos tienen plazos rígidos ("tiempo burocrático"), mientras que los procesos de apropiación comunitaria requieren tiempos orgánicos de construcción de confianza ("tiempo social"). Esta disincronía puede llevar a intervenciones extractivistas, donde los investigadores "usan" a las comunidades para obtener datos, reproduciendo las asimetrías del modelo de déficit bajo una nueva máscara participativa.

Finalmente, en un entorno de "infodemia", la ASC debe funcionar también como un mecanismo de alfabetización mediática. La Inteligencia Artificial y el Big Data ofrecen

herramientas para una “Cienciometría 2.0” que mida el impacto semántico, pero también plantean riesgos de sesgo que deben ser abordados críticamente.

CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA

La reconstrucción estructuralista permite concluir que la Apropiación Social del Conocimiento constituye una ruptura necesaria con los axiomas del Modelo de Déficit. Al reconocer al “otro” como un sujeto político con agencia, la ASC desarticula la diferenciación binaria histórica de la divulgación científica (Franco-Avellaneda & Pérez-Bustos, 2010; Rodríguez & Giri, 2024).

Sin embargo, para que esta ruptura trascienda lo retórico, es imperativo:

- ▶ Reformar los sistemas de valoración: Implementar métricas híbridas que reconozcan el impacto social y la incidencia política con la misma jerarquía que la producción bibliográfica (Daza-Caicedo et al., 2017).
- ▶ Integración curricular: La comunicación de la ciencia debe integrarse desde el pregrado, dotando a los científicos de herramientas para el diálogo intercultural y la reflexión ética (Auler & Delizoicov, 2006).
- ▶ Rigor metodológico en la participación: Fortalecer metodologías como la Investigación-Acción Participativa y la Ciencia Ciudadana para asegurar que la democratización no implique trivialización.

El futuro de la comunicación científica en Latinoamérica depende de sostener la tensión productiva entre el rigor de la evidencia y la apertura democrática, entendiendo

que una ciencia que no dialoga y no se apropia en el entorno es incapaz de cumplir su función transformadora.

REFERENCIAS

- Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Educação científica: o diálogo entre a divulgação científica e a pesquisa em ensino de ciências. *Revista Ensaio*, 8(1), 1-20.
- Bauer, M. W. (2009). The evolution of public understanding of science: Discourse and comparative evidence. *Science, Technology and Society*, 14(2), 221-240.
- Bucchi, M. (2008). Of deficits, deviations and dialogues: Theories and practices of public communication of science. En M. Bucchi & B. Trench (Eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology* (pp. 57-76). Routledge.
- Bucchi, M., & Trench, B. (2021). *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology* (3.ª ed.). Routledge.
- Calvo Hernando, M. (2006). *Divulgación y periodismo científico*. UNAM.
- Colciencias. (2017). *Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Cortassa, C. (2012). *La ciencia ante el público*. Eudeba.
- Dahlstrom, M. F. (2014). Using narratives and storytelling to communicate science with nonexpert audiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(Suppl. 4), 13614–13620. <https://doi.org/10.1073/pnas.1320645111>
- Daza-Cacedo, S., Maldonado, O., Arboleda, T., Falla, S., Moreno, P., Tafur, M., & Papagayo, D. (2017). Hacia la medición del impacto de las prácticas de apropiación social de la ciencia y la tecnología. *Historia y Sociedad*, (32), 119-143.

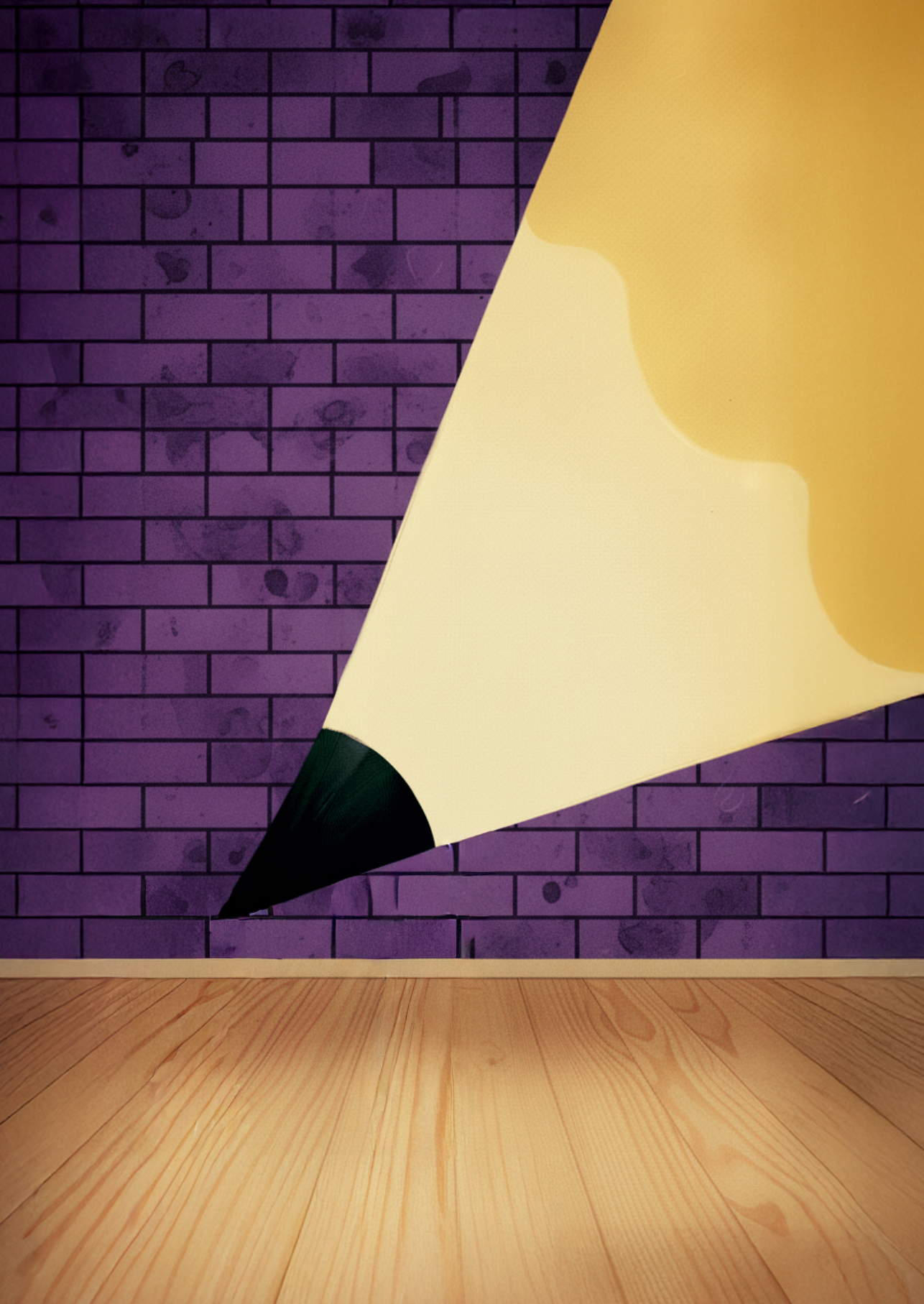
Ciencia en escena: del dato al relato

- Franco-Avellaneda, M., & Pérez-Bustos, T. (2010). Tensiones y convergencias en torno a la apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia. En M. Pérez-Bustos & M. Franco-Avellaneda (Eds.), *Deslocalizando la apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia*. Colciencias.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. Sage.
- Guarnizo, S. (2017). La extensión universitaria y la apropiación social del conocimiento en Colombia. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 19(28), 163-186.
- Irwin, A. (1995). *Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development*. Routledge.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press.
- Lewenstein, B. V. (2003). Models of public communication of science and technology. *Science Communication*, 24(4), 363–368.
- Lozano, M., Zamudio, H., & Osorio, F. (2021). Apropiación social del conocimiento, investigación participativa y construcción de paz. *Boletín Redipe*, 10(3), 80–88.
- Merchán Avenia, J. A., & Ramírez Triana, N. Y. (2023). Transferencia y divulgación del conocimiento: Un estudio preliminar de análisis bibliométrico. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 46(3), e352562.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento (Resolución 0643 de 2021)*. MinCiencias.
- Rodríguez, M. S., & Giri, L. (2024). Modelo de Déficit en Comunicación Pública de la Ciencia: miradas desde el estructuralismo metateórico. *Metatheoria*, 13(1), 57-74.

Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. En D. Cheng, M. Claessens, T. Gascoigne, J. Metcalfe, B. Schiele, & S. Shi (Eds.), *Communicating science in social contexts* (pp. 119-135). Springer.

The image features a purple brick wall background with a wooden floor at the bottom. The text "Artes y humanidades" is centered on the wall.

Artes y humanidades



Lenguajes simbólicos para la mediación artística del conocimiento científico: la experiencia del laboratorio AlaViva

Valentina Restrepo Serna
Daniel Valencia Gómez
Danny Zurc
Esteban Gutiérrez-Jiménez

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM



Resumen

AlaViva es un laboratorio de experimentación artística desarrollado dentro del proyecto Red de monitoreo acústico de mamíferos voladores de Colombia, una estrategia de participación, gestión, comunicación y transferencia de conocimiento científico para la apropiación de la ciencia, la tecnología y la innovación. Se concibió como una estrategia de mediación entre el conocimiento científico y los contextos socio-culturales que atraviesan los ecosistemas que habitan los murciélagos en Colombia. Por ello, su objetivo fue la producción de experiencias estéticas y comunicativas que generaran formas de conocimiento situado orientadas a fortalecer las relaciones Inter especie. Este laboratorio fue desarrollado por un equipo interdisciplinar que integró estudiantes de la Maestría en Artes Digitales, investigadores del Museo de Ciencias Naturales de La Salle y del Laboratorio de Artes Digitales del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín.

El enfoque metodológico se sustentó en la experimentación creativa a partir de prácticas transdisciplinares, incluyendo la participación de comunidades no especializadas. Para ello, se implementaron procesos como la ilustración, la escritura creativa y la puesta en escena, tanto desde el trabajo del equipo investigador como mediante dinámicas de co-creación con actores externos. Estas acciones dieron lugar a resultados significativos en términos de apropiación social del conocimiento, con impactos visibles en eventos académicos, exposiciones artísticas y talleres comunitarios. De este modo, AlaViva se consolidó como una experiencia transdisciplinar que evidencia el valor del conocimiento situado en la construcción de ecosistemas donde se entrelazan las esferas cultural y natural.

Palabras clave: *divulgación científica, arte y ciencia, transdisciplinariedad, transferencia del conocimiento, biodiversidad*

INTRODUCCIÓN

AlaViva es un laboratorio de investigación-creación que desarrolla experiencias sensibles mediante lenguajes simbólicos, para activar procesos de apropiación social del conocimiento científico en torno a su objeto de estudio: los murciélagos y su importancia ecosistémica en el territorio colombiano. Como laboratorio experimental responde a la necesidad de generar rutas de articulación para una afectividad Inter especie entre comunidades humanas y de quirópteros (Fry, 2023, p. 2510), que favorezcan su coexistencia. Por ello, del proceso resultan experiencias colectivas de comunicación que promueven una reflexión situada en torno a la información científica y el imaginario colectivo.

Este planteamiento busca evitar los lugares comunes que dificultan una coexistencia positiva: información científica compleja, de difícil absorción, y caracterización desde prejuicios culturales arraigados en las comunidades. Por eso, recurrimos a la experimentación creativa, apoyada en las colecciones del Museo de Ciencias Naturales de La Salle, como un entorno fértil para reimaginar el vocabulario simbólico y proyectar nuevas formas de reconocimiento hacia estas especies en sus contextos reales.

La propuesta se desarrolla dentro de La Red de Monitoreo Acústico de Murciélagos de Colombia que constituye una plataforma científica de alcance nacional, orientada a la generación sistemática de datos sobre la diversidad, distribución y actividad de los murciélagos, a partir del

Ciencia en escena: del dato al relato

análisis de sus emisiones ultrasónicas. Este proyecto —fundamentado en metodologías bioacústicas estandarizadas y protocolos de investigación colaborativa, consolida una base de información robusta para el estudio de los quirópteros en diversos ecosistemas del país. Gracias a ello, los datos acústicos recolectados, incluidos registros sonoros, metadatos ambientales y caracterizaciones ecológicas permiten no solo avanzar en el conocimiento técnico de estas especies, sino también sentar las bases para estrategias de conservación informadas y contextualizadas.

En este contexto, el objetivo del laboratorio AlaViva es explorar, mediante medios artísticos y experimentación simbólica, nuevas formas de mediación del conocimiento científico sobre los murciélagos. Considerando que la comprensión pública de este conocimiento especializado requiere de dispositivos de interpretación que lo hagan accesible, significativo y emocionalmente resonante para audiencias no expertas. Por ello, en este proyecto se reconoce que los esfuerzos de conservación y monitoreo dependen no solo de la generación de datos rigurosos, sino también de su capacidad para ser comprendidos, resignificados y adoptados por diversos públicos. En consecuencia, el arte se posiciona como una herramienta epistemológica y metodológica que permite traducir el conocimiento científico en experiencias sensibles, cognitivas y afectivas que fomentan la reflexión crítica y el cambio de percepción frente a los murciélagos.

Desde esta perspectiva, AlaViva no solo complementa el esfuerzo investigativo de la Red, sino que amplía su

impacto social al generar procesos de apropiación simbólica y afectiva del conocimiento sobre los murciélagos. Al poner en circulación dispositivos artísticos sustentados en evidencia científica, el laboratorio facilita la emergencia de narrativas que promueven la valoración de la quiroptero fauna para su conservación.

AlaViva va más allá del trabajo de recolección e interpretación de datos. En este espacio se activa lo visual, lo simbólico y lo digital como formas de pensamiento que diversifican la producción y difusión del conocimiento. A partir de los avances en la recolección de datos y el conocimiento científico que estructuran el proyecto de la Red de Monitoreo Acústico, se desarrollan en el laboratorio procesos de experimentación que permiten pensar al murciélago desde un enfoque sensible y no únicamente como objeto de estudio. Esto habilita su comprensión como un ente narrativo, capaz de entrelazar la ficción con lo real para potenciar la transmisión del conocimiento en relación con la conservación y el cuidado de los entornos naturales.

Los mamíferos voladores son organismos que históricamente han sido estigmatizados, lo cual hace urgente repensar la comunicación de la ciencia desde enfoques críticos. En AlaViva, esto se asume como una prioridad, cada ejercicio de creación implica no solo una mediación estética, sino también el diseño de lenguajes eficaces y narrativas visuales que amplíen los límites simbólicos con los que tradicionalmente se ha representado este grupo animal tan diverso. Por ello, en el laboratorio los

Ciencia en escena: del dato al relato

límites entre arte y ciencia se desdibujan, haciendo posible imaginar nuevas formas de percibir nuestra relación con los murciélagos y, más ampliamente, con la biodiversidad.

El proyecto AlaViva desarrolla un enfoque transdisciplinar que entrelaza el arte, la ciencia y la tecnología como dimensiones complementarias dentro de una misma experiencia de conocimiento. Este vínculo propone un modelo de trabajo en el que los límites entre disciplinas se difuminan, favoreciendo procesos sensibles, relacionales y profundamente contextualizados. Como lo plantean Burnard, Colucci-Gray y Cooke (2022, p. 169), la transdisciplinariedad no excluye el pensamiento disciplinar, sino que disocia el lenguaje específico de una disciplina de su contexto original, permitiendo así abrir otras formas de ver y experimentar un mismo fenómeno. Desde esta perspectiva, la práctica artística despliega recursos visuales, narrativos y simbólicos que estimulan formas alternativas de interpretación, mientras que la investigación científica aporta métodos de observación, análisis y documentación que fortalecen la estructura del proceso creativo.

Un componente muy importante del proyecto es el enfoque comunitario, que amplía el alcance del laboratorio al favorecer la circulación del conocimiento en contextos no académicos. Las estrategias de comunicación diseñadas, tales como el monólogo científico, los íconos gráficos, la narrativa web y las instalaciones audiovisuales, permiten conectar con públicos diversos mediante experiencias estéticas accesibles. Esta dimensión del proyecto reconoce a la audiencia como agente activa en la construcción de

sentido. Las herramientas visuales se utilizan para generar vínculos entre la información biológica y la vida cotidiana, promoviendo una cultura científica participativa. La integración entre conocimiento especializado y comunicación sensible transforma la divulgación en un acto colectivo, capaz de activar la curiosidad, estimular el pensamiento crítico y fortalecer el compromiso con el entorno.

El proyecto parte de una pregunta cultural: ¿cómo habitamos simbólicamente a los murciélagos, y por qué su figura sigue cargada de miedo o incomprensión? Esta cuestión puede plantearse, en primera instancia, como un asunto perceptual. Según E. Bruce Goldstein (2005), la percepción es un proceso fisiológico complejo que nos permite interactuar con el ambiente y tomar decisiones vitales para nuestra supervivencia. Además de esta función adaptativa, el proceso perceptivo nos permite crear un banco de conocimiento que incide directamente en cómo interpretamos situaciones en el futuro. En ese sentido, si nos acercamos a las interpretaciones históricas de los murciélagos, encontraremos que muchas de ellas se basan en asociaciones negativas, como aquellas que los describen como roedores con alas (Charro Gorgojo, 1999).

A lo largo de la historia, la ausencia de información científica sobre los mamíferos voladores ha favorecido la construcción de imaginarios sociales marcados por el temor, el misterio y la desinformación. La percepción visual o auditiva, influida por el miedo, la nocturnidad y la morfología inusual de las distintas especies, contribuyó a configurar representaciones simbólicas persistentes

Ciencia en escena: del dato al relato

sobre los murciélagos. Frente a ello, en la actualidad se desarrollan estrategias científicas para el estudio de los quirópteros, complementadas por enfoques etnográficos y pedagógicos que se implementan mediante el trabajo con comunidades. Este tipo de proyectos con carácter social permite establecer vínculos que favorecen transformaciones en la percepción pública y aportan al conocimiento y conservación de estas especies.

Ahora bien, de acuerdo con Morin (1994), la fragmentación del saber en disciplinas empobrece la comprensión de la complejidad del mundo real; de ahí que la transdisciplinariedad, lejos de implicar una pérdida de rigor, represente una vía para abordar los problemas que desbordan nuestras categorías disciplinares. Gordon (2011) indica que no se trata solo de mezclar disciplinas, sino de transformarlas por el bien de la realidad, reconociendo que el conocimiento es una construcción humana, situada, imperfecta y siempre perfectible en comunidad. Por lo tanto, este tránsito hacia lo transdisciplinar no representa una pérdida de rigurosidad científica, sino una ampliación de las formas en que el conocimiento puede ser producido, compartido y apropiado. En lugar de una lógica de comunicación vertical, donde la ciencia “baja” el conocimiento al público, AlaViva propone experiencias que interpelan los sentidos. Desde esta perspectiva, el laboratorio AlaViva se cimenta en la implementación de prácticas artísticas como procesos investigativos que permiten generar conocimiento desestructurado y variable. Esto es, un conocimiento situado que se transforma en

la medida en que se comparte, socializa y retroalimenta. En este sentido, la práctica artística se asume como una forma de investigación capaz de producir conocimiento original articulado desde la creación, el contexto y la reflexión crítica (Borgdorff, 2006; Córdoba & Ascuntar, 2021).

Esto conlleva una resignificación de los imaginarios sociales sobre los murciélagos, a menudo negativos o llenos de mitos (Martín Reyes, 2019), y promueve una comprensión más integral de su papel ecosistémico. En esencia, el conocimiento científico trasciende su ámbito disciplinar, enriqueciendo y transformando cómo pensamos y sentimos en diversos aspectos de nuestra vida cotidiana. De esta manera, AlaViva se presenta como un laboratorio inclusivo y resonante, haciendo que la ciencia sea más accesible y relevante para una audiencia más amplia. Siguiendo a Latour (2004), esta reinterpretación permite que el conocimiento científico dialogue con dimensiones emocionales, culturales y afectivas, dimensiones que han sido tradicionalmente excluidas del campo de la ciencia formal, que ahora se integran, enriqueciendo la comprensión de los murciélagos y sus hábitats.

Este proyecto no busca describir la realidad desde afuera, sino imaginarla desde adentro. Describir “desde afuera” implica objetualizar el estudio sin involucrarse, lo que conduce a descripciones distantes, fundamentadas únicamente en la objetividad. En cambio, aquí se propone una postura situada y sensible, que permita comprender a profundidad el objeto de estudio, en este caso, los

murciélagos, y no simplemente observarlo. Esto implica que, si bien se abordan aspectos como su morfología y taxonomía, también se construye una dimensión estética y simbólica que amplía el análisis científico y habilita la creación artística.

Cada uno de los formatos y medios utilizados posee el potencial de comunicar más allá de los datos y las estadísticas, ayudando a formular preguntas que abren escenarios, desbordando las conclusiones estrictamente biológicas. Por ello, se retoma el pensamiento de Haraway (1995) quien cuestiona la objetividad como forma única de acceso al conocimiento, y propone la co-creación a partir la experiencia, el afecto y el entorno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde una perspectiva metodológica, la propuesta se estructura como una práctica experimental organizada en fases interrelacionadas. El laboratorio opera como un entorno flexible que articula observación científica, documentación visual, procesos de simbolización y experiencias de interacción con los públicos. Cada fase integra componentes conceptuales y técnicos en diálogo con los objetos de estudio, los medios disponibles y los contextos de circulación. Las acciones se organizan mediante ejercicios de registro, análisis, interpretación y creación visual, con el propósito de generar representaciones sensibles, cognitivas y experienciales. Este proceso se desarrolló entre 2024 y 2025 en espacios como el Laboratorio de Artes Digitales, el Museo de Ciencias Naturales de La

Salle y el Parque Explora. Asimismo, nuevas iteraciones están proyectadas para el periodo 2025-2026 en diversos municipios de Antioquia gestionados por COMFENALCO mediante su unidad cultural.

En este ejercicio, la noción de laboratorio ha permitido asumir el conocimiento como una práctica dinámica y relacional, donde el error, la intuición y el hallazgo cobran valor como parte del proceso. Como señala San Martín, “la ausencia de ese mapa predefinido promueve otros tipos de movimientos no lineales, ni unidireccionales, que dan cuenta del funcionamiento del conocimiento en su tensa relación con el pensamiento en marcha” (2020, p. 131). Desde esta lógica, cada paso metodológico se concibe como un espacio de pensamiento en acción, orientado a experimentar con imágenes, lenguajes y formatos, estableciendo una base para las fases que se describen a continuación.

La estructura metodológica se despliega en cuatro fases complementarias. La primera consistió en la observación directa de ejemplares biológicos mediante fotografía científica y modelado tridimensional, integrando criterios morfológicos y protocolos museográficos. En la segunda etapa, se clasificaron visualmente los datos obtenidos y se diseñó un sistema iconográfico capaz de representar atributos ecológicos y anatómicos con claridad conceptual y legibilidad visual.

La tercera fase se centró en la manipulación digital de las imágenes, incorporando principios de creación computacional, ilustración experimental y recursos colabora-

Ciencia en escena: del dato al relato

tivos. Finalmente, se desarrolló un ecosistema digital y un dispositivo expositivo que integran contenido visual, narrativa poética y soporte físico para activar una experiencia inmersiva. Este desarrollo metodológico da forma a un proceso vivo, donde el conocimiento se construye desde la experiencia, la curiosidad y el diálogo constante entre lo que observamos, lo que imaginamos y lo que compartimos con otros.

En este proceso, los murciélagos no fueron tratados como objetos de estudio, sino como cuerpos que evocan, activan sentidos y abren preguntas. Al observar sus colores, sus texturas y sus emisiones sonoras, se generaron aproximaciones detonantes para la imaginación. Aquí, las cuestiones asociadas a la percepción tomaron relevancia no únicamente en relación con cómo los seres humanos los interpretamos, sino también respecto a cómo los murciélagos mismos perciben y habitan el entorno: ¿Cómo escuchan? ¿Cómo ven? ¿Cómo se orientan? ¿Cómo se alimentan?

Por eso, cada trazo, imagen, palabra o fragmento sonoro busca evocar estas dimensiones y provocar una reflexión en el observador. En este marco, los quirópteros se transforman en agentes simbólicos que plantean preguntas no solo sobre nuestra relación con ellos, sino también sobre nuestro rol frente a los ecosistemas y los organismos que los habitan.

Así, como en el taller exploramos la potencialidad simbólica del murciélago a partir de su morfología, también nos interesaron sus interpretaciones culturales, por ejemplo

el papel de la cultura pop en el imaginario colectivo con figuras como Drácula o Batman, aunque estas representaciones resultan recientes si se comparan con relatos de culturas antiguas que también construyeron imaginarios a partir de este organismo, sin lugar a duda las construcciones simbólicas generan implicaciones reales sobre la percepción de los mamíferos voladores, incidiendo directamente en los procesos de difusión del conocimiento. En AlaViva, este imaginario se utiliza como motor para la creación artística. Desde estas estructuras de pensamiento, es posible acercarse al observador desde perspectivas distintas a las planteadas por los protocolos científicos, ampliando las posibilidades de interpretación y conexión emocional con el entorno.

El laboratorio integra recursos tecnológicos y manuales para activar experiencias efectivas alrededor del conocimiento. Entre ellos las intervenciones visuales desarrolladas a partir de fotografía científica, ilustración, modelado tridimensional, diseño de íconos y creación digital mediante código generativo. Las imágenes operan como dispositivos de exploración, capaces de activar interpretaciones diversas y generar vínculos con el entorno (ver Figura 1). Cada recurso responde a una intención comunicativa particular, con énfasis en el uso consciente de la forma, el ritmo, la textura y el contexto. La propuesta incorpora también manipulación gráfica mediante retoque digital y animación, lo cual amplía las posibilidades expresivas del proyecto y abre nuevas vías para construir sentido.

Ciencia en escena: del dato al relato

Figura 1. Experimento de dibujo. Los investigadores crean ilustraciones sin mirar la hoja de papel mientras se observa un cráneo de un murciélago por un estereoscopio.



Fuente. Elaboración propia.

Junto al componente gráfico y digital, se incorporaron recursos escénicos, narrativos y audiovisuales que aportan dinamismo al proyecto. El monólogo científico, escrito y presentado como pieza de divulgación performativa, permitió conectar con el público desde el humor, la empatía y la cercanía emocional. Esta experiencia se articuló con el uso de camisetas estampadas con íconos que representan aspectos de historia natural y dieta de los mamíferos voladores, transformando el cuerpo en soporte visual y comunicativo. Estas decisiones expanden el campo visual hacia lo performativo, utilizando el cuerpo como vehículo sensible capaz de activar resonancias afectivas con los públicos.

Como parte de este enfoque performativo, se diseñó una composición audiovisual proyectada sobre una instalación textil, generando un espacio inmersivo en el que la imagen, la luz y el movimiento se integran en un relato visual vivo, como se observa en la Figura 2. La suma de estos lenguajes expresa una apuesta por comunicar el conocimiento desde lo sensible, activando la percepción, la imaginación y el diálogo colectivo. Como afirman Beltrán y Villaneda Vásquez (2020, p. 263), “la función del creador es transformar estos conocimientos en elementos perceptuales específicos que aporten significativamente al contexto desde el punto de vista estético para volver visible lo invisible, invitándonos a pensarnos como sociedad y como humanidad”.

Figura 2. *Videoinstalación AlaViva. Dos momentos del dispositivo de proyección que separa dos salas del Museo de Ciencias Naturales de La Salle. La obra se expresa de forma diferente según el lugar desde donde se observa.*



Fuente. *Elaboración propia.*

En línea con esta apuesta por lo sensible, entendemos que el arte se sumerge en las profundidades de su existencia

Ciencia en escena: del dato al relato

sensorial y física para generar nuevas formas y significados estéticos (Vásquez, 2014). Además, refina los sentidos, estimula la imaginación y permite representar lo inefable mediante formas expresivas (Eisner, 2002). Estas cualidades respaldan el enfoque metodológico del proyecto, en el que las artes visuales, sonoras y performativas se despliegan como herramientas para ampliar la conciencia, enriquecer la percepción y generar vínculos afectivos con el conocimiento.

El cuerpo de los murciélagos constituye un sistema que trasciende lo funcional y se convierte en una fuente de inspiración estética. Su dieta, especialmente la de las especies hematófagas conocidas como vampiros, evoca imaginarios vinculados con lo transgresor y lo oculto, alimentando relatos literarios como *Drácula* de Bram Stoker (1897), *"The Vampyre"* de John William Polidori (2019) y artísticos como la obra *"Círculo Límite IV (Cielo e Infierno)"* del artista Maurits Cornelis Escher (1960). En estos relatos, la representación del murciélago no solo se convierte en figura simbólica, sino también en una estructura generadora de formas, sonidos y movimientos.

El hábito nocturno de alimentación, común en las especies distribuidas en el Nuevo Mundo, y la emisión de señales acústicas en rangos ultrasónicos, convierten a estos animales en criaturas liminales, cuya existencia está mediada por lo inaudible e invisible para el ser humano. Esta condición de habitar los márgenes sensoriales de nuestra percepción se ha interpretado, en múltiples contextos culturales, como símbolo de transición, ambigüedad y alteridad.

En la cosmovisión mesoamericana, los murciélagos están estrechamente asociados con el inframundo y los límites entre la vida y la muerte. En particular, en la cultura Maya se les vincula con la noche, la oscuridad, la muerte, los sacrificios rituales como la decapitación o la extracción del corazón, así como con la fertilidad y la sexualidad (Sandoval, 2012). Esta riqueza simbólica y biológica convierte al murciélago en un referente poderoso para la creación artística, no solo por su morfología y comportamiento, sino también por las resonancias culturales profundas que encarna.

En esta línea de exploración sensorial y simbólica, la experiencia del monólogo científico resultó profundamente significativa para el equipo de AlaViva. La escritura del guion se convirtió en un espacio de búsqueda, donde la voz, el cuerpo y las palabras se articularon para crear un lenguaje vivo. Durante la puesta en escena, el conocimiento tomó forma a través de gestos, pausas, miradas, risas y silencios compartidos (ver Figura 3). El discurso integró términos científicos con expresiones coloquiales, frases del habla cotidiana y referencias culturales propias del territorio. Esta combinación permitió que el público se sintiera cercano, involucrado y parte del relato. Como señala Aramburú (2023, p. 3), las artes escénicas permiten transformar el cuerpo, la voz y la mirada en aliados del discurso científico, facilitando una comunicación más afectiva y expresiva. El encuentro fue directo, presente y cargado de emoción: las personas se reconocieron en lo que se decía y en cómo se compartía el saber.

Ciencia en escena: del dato al relato

Figura 3. Monólogo científico *AlaViva*. Puesta en escena durante la presentación en la 11.ª versión de monólogos científicos en el Parque Explora, Medellín, 2024.



Fuente. *Elaboración propia.*

A partir de esta vivencia surgieron nuevas preguntas sobre las formas de comunicar desde lo sensible. El proceso escénico permitió reconocer que cada movimiento, tono de voz y palabra elegida abren caminos de comprensión vinculados a la manera en que el mensaje se expresa y se comparte en la presencia viva del encuentro. Esta experiencia dejó abierta una puerta para seguir explorando el lenguaje performativo como un medio para transmitir ideas con profundidad y efectividad. También sembró un deseo colectivo: crear más espacios donde compartir saberes implique también estar presentes, escuchar, conmovirse, divertirse y construir algo en común.

Incorporar la dimensión corporal y vocal en la mediación del conocimiento resultó clave para generar una experiencia compartida en tiempo real. Lo *in situ*, entendido como la coincidencia de espacio y tiempo entre quien comunica y quien recibe, creó una complicidad que dio sentido a la escena. La voz se convirtió en el puente que conecta, y el cuerpo, en el vehículo que sostiene y reafirma lo que se dice. Ambos elementos trabajan en conjunto: la voz emite sonidos, pero también realiza una tarea de traducción, transfiriendo conceptos científicos hacia formas de expresión más cercanas y comprensibles. Cuando ese lenguaje se articula con el habla cotidiana, se abre la posibilidad de apropiarlo y hacerlo propio. Un ejemplo claro fue la inclusión del término “Murcis”, inspirado en la forma en que la profesora e investigadora Danny Zurc se refiere a los murciélagos. Al usar esa expresión en el monólogo, se generó una familiaridad que acercó la figura del animal al público. Esa conexión reafirmó el poder del lenguaje para transformar la manera en que se percibe lo que se quiere comunicar.

En el laboratorio, la imagen y la ilustración no solo representan, sino que piensan. Los trazos no se utilizan con la intención exclusiva de reproducir miméticamente un modelo biológico; buscan, más bien, establecer una conexión atenta y sensible con aquello que se representa. El dibujo se convierte así en una herramienta de pensamiento visual eficaz, ya que permite la observación en calma, expande la comprensión y potencia la concentración. En AlaViva, realizamos ejercicios de dibujo que

Ciencia en escena: del dato al relato

articulamos estrategias propias de la ilustración científica con enfoques de abstracción, lo que nos permitió conocer a los murciélagos en distintas dimensiones (ver Figura 4). También hicimos uso de elementos tecnológicos como los estereoscopios, que transformaron nuestra visión y nos retaron a observar a los mamíferos voladores desde otras perspectivas.

Figura 4. Ilustración científica. A la izquierda ilustración del rostro y detalle de *Histiotus montanus*, a la derecha serie de ilustraciones de diversas especies de murciélagos.



Fuente. *Elaboración propia.*

Los tiempos del dibujo son distintos; marcan un ritmo al cual adaptamos la mirada. A partir de una observación profunda, nos permitimos descubrir detalles imperceptibles a simple vista, especialmente considerando que los murciélagos, en su gran diversidad, presentan particularidades morfológicas complejas surgidas de procesos evolutivos prolongados.

El dibujo nos permitió identificar los rasgos con los que estos organismos se clasifican taxonómicamente, pero también nos abrió la posibilidad de imaginar. Estas aproximaciones fueron valiosas, ya que nos permitieron abordar a los murciélagos desde otras narrativas. De este modo, se facilitó una comprensión más amplia, que integró perspectivas históricas, datos científicos y problemáticas sociales.

El conjunto de estrategias metodológicas presentadas conforma un espacio expandido de investigación-creación, donde la experimentación visual, simbólica y escénica amplía las posibilidades de producción y mediación del conocimiento científico. Por ello, el laboratorio AlaViva no funciona como un complemento del componente científico del proyecto, sino como un motor de investigación situada e interdisciplinar, en la que los campos del arte y la ciencia se entrelazan y fortalecen mutuamente.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el marco del laboratorio AlaViva no se limitan a artefactos culturales o técnicos, sino que también incluyen estrategias de mediación, experiencias estéticas y conocimiento situado que articulan arte, ciencia y tecnología. A continuación, se presentan los principales desarrollos, organizados según su contribución a la creación y circulación del conocimiento sobre los murciélagos. Como se verá, el laboratorio sigue activo y, en consecuencia, estos resultados fortalecerán nuevas iteraciones de la implementación metodológica y de los procesos de co-creación.

Desarrollo creativo

El laboratorio AlaViva se concibe como un entorno transmedial —es decir, un espacio que articula múltiples medios para generar experiencias simbólicas, afectivas y distribuidas, construyendo confianza entre actores diversos (Eberwein, 2018; Jenkins, 2008). A lo largo del proyecto, esta aproximación permitió el desarrollo de procesos de observación, abstracción y creación colectiva que dieron lugar a productos visuales, sonoros y performativos orientados a la apropiación del conocimiento sobre los quirópteros. Entre estos productos se destacan las ilustraciones científicas construidas en los talleres, que facilitaron la apreciación de las características morfológicas y la belleza formal de los murciélagos; la colección de íconos gráficos empleados en la puesta en escena como parte de una identidad visual del proyecto; las piezas de video-animación sonora desarrolladas por los estudiantes; y el monólogo performativo, que integró en tiempo real voz, imagen y sonido como experiencia inmersiva. Estos elementos conforman un inventario simbólico que opera como mediador entre saberes científicos y públicos diversos, y que puede organizarse en distintos formatos sociales para promover diálogos situados sobre las relaciones interespecie y el aprovechamiento simbiótico de los territorios compartidos.

A partir de ejercicios de escritura experimental, se generaron dos cadáveres exquisitos colectivos que articularon múltiples voces y experiencias. Estos textos sirvieron de base para la creación de tres guiones de monólogo que

integran elementos de la tradición oral para transmitir información científica mediante discursos emocionales, accesibles y cercanos a públicos no especializados. Los monólogos se presentaron en puestas en escena acompañadas por proyecciones visuales y piezas sonoras producidas por estudiantes del laboratorio.

Paralelamente, los materiales derivados de los cadáveres exquisitos dieron origen a 2 cuentos breves escritos por los investigadores en formación, los cuales se postularon a convocatorias de la Fiesta del Libro y la Cultura de Medellín. Además, se realizaron dos videos experimentales que combinan imágenes, animaciones y fragmentos de los textos producidos colectivamente. Estas piezas se diseñaron como estrategias de divulgación para redes sociales, reforzando la dimensión comunicativa y expansión del laboratorio.

Desarrollo de circulación

Los materiales generados en el laboratorio han servido como insumo para el diseño y producción de experiencias audiovisuales digitales que pueden: a) presentarse como obras autónomas en contextos expositivos, o b) integrarse en puestas en escena más complejas, cuando las condiciones lo permiten. Asimismo, estas experiencias articulan de forma efectiva elementos visuales y narrativos con las grabaciones y archivos sonoros obtenidos durante el proceso de documentación acústica de las especies, expandiendo la dimensión sensorial y simbólica del ecosistema digital, y propiciando formas de percepción que

Ciencia en escena: del dato al relato

favorecen el vínculo afectivo entre el público y las especies representadas.

Se estructuró un monólogo diseñado para comunicar información científica de forma clara, dinámica y accesible que permitió la interacción con el público. El guion se construyó con base en una secuencia narrativa que integraba datos relevantes sobre los murciélagos, anécdotas, observaciones puntuales sobre sus comportamientos y estrategias de participación que apelaban al humor y al asombro como herramientas de conexión emocional. Esta estructura favoreció un ambiente receptivo, en el que el contenido se integraba fluidamente en la experiencia del público, permitiendo que la información fuera comprendida y recordada con mayor facilidad. La cercanía física y la atención compartida facilitaron una relación directa, en la que cada intervención escénica generó respuestas inmediatas como la risa, el reconocimiento o la sorpresa. A través de este enfoque, fue posible no solo transmitir conocimientos biológicos, sino también cuestionamientos sobre los prejuicios culturales hacia los murciélagos, y reflexiones en torno a la necesidad de promover su respeto y cuidado.

Dentro de este proceso rizomático de creación y producción, el evento Xpoilers constituyó un punto de inflexión que impulsó al grupo a formalizar, en un producto audiovisual y posteriormente en una puesta en escena, el recorrido realizado. Además, estimuló la generación de productos ajustados al público específico de la comunidad académica, sin perder de vista el objetivo de comunicar el

conocimiento científico a públicos situados en contextos específicos. Por ello, Xpoilers se consolidó como una oportunidad para materializar, mediante una experiencia comunicativa mediada por prácticas creativas, el conocimiento desarrollado dentro del proyecto macro a través de objetos, procesos y productos artísticos multimediales. En consecuencia, se constituye como una puerta de acceso valiosa al universo transmedial generado.

En síntesis, los resultados del laboratorio AlaViva reflejan una convergencia efectiva entre investigación científica, creación artística y participación social. La diversidad de formatos y lenguajes empleados ha permitido establecer nuevas rutas para la mediación del conocimiento, con una clara resonancia emocional, simbólica y pedagógica. Este modelo transdisciplinario plantea una plataforma replicable para futuras acciones de comunicación pública de la ciencia desde el arte.

CONCLUSIONES

Las prácticas artísticas desarrolladas en el laboratorio AlaViva no solo operan como estrategias de divulgación del conocimiento científico, sino que se configuran como formas legítimas de producción de conocimiento. Desde un enfoque de investigación-creación, el proyecto articula saberes sensibles, contextos culturales y experiencias afectivas que posibilitan la construcción de un conocimiento situado, mutable y relacional. Esta aproximación amplía los marcos convencionales de la ciencia y promueve vínculos éticos entre especies, cuestionando la fragmentación

Ciencia en escena: del dato al relato

disciplinar y proponiendo nuevas formas de comprensión basadas en lo simbólico, lo narrativo y lo estético.

AlaViva se consolida como un laboratorio con una estructura metodológica flexible y transdisciplinaria, capaz de integrar nuevas temáticas, lenguajes y actores según los contextos de implementación. Su principio organizador —basado en la observación, la exploración visual, la representación y el diálogo— favorece procesos críticos, adaptables y profundamente contextualizados que articulan arte y ciencia de manera coherente y efectiva. Esta apertura metodológica no responde a una lógica lineal o prescriptiva, sino que se construye desde la sensibilidad y la experimentación, lo que permite activar el laboratorio en escenarios diversos sin perder solidez conceptual ni profundidad reflexiva.

La experiencia vivida en AlaViva evidencia que la mediación artística fortalece la capacidad de acción y afectación de la investigación científica en contextos no académicos. A través de dispositivos creativos como los cadáveres exquisitos, las ilustraciones científicas, los monólogos performativos y las narrativas sensoriales, se generaron procesos formativos que no solo transmitieron información, sino que invitaron a públicos diversos a repensar sus percepciones y vínculos con los murciélagos. Esta aproximación, fundada en lo sensible, donde cuerpo, imagen, voz y afecto operan como medios de conocimiento, posibilita formas de divulgación más humanas, transformadoras y culturalmente situadas.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

El laboratorio AlaViva fue desarrollado en el marco del proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia – Min-Ciencias e ICETEX titulado “Red de monitoreo acústico de mamíferos voladores de Colombia. Una estrategia de participación, gestión, comunicación y transferencia de conocimiento científico para la apropiación de la ciencia, la tecnología y la innovación” (CD 82522, RC0676-2023). Su origen se enmarca como una iniciativa de investigación-creación liderada por estudiantes de la Maestría en Artes Digitales y docentes de la Facultad de Artes y Humanidades del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), en alianza con el Museo de Ciencias Naturales de La Salle y el Laboratorio de Artes Digitales.

Agradecemos el respaldo técnico, académico y financiero del proyecto PCI23210 del ITM, que junto con el proyecto financiado por MinCiencias e ICETEX hizo posible el desarrollo de las actividades de investigación, creación y articulación interinstitucional. Su apoyo fue clave para consolidar esta experiencia interdisciplinaria entre arte, ciencia y tecnología.

REFERENCIAS

- Aramburú, R. M. (2023). Artes escénicas y formación de científicos: una experiencia didáctica y lúdica para mejorar la comunicación. *Trayectorias Universitarias*, 9(17), e136. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163445>
- Beltrán, E. M., & Villaneda Vásquez, A. (2020). La investigación-creación como producción

Ciencia en escena: del dato al relato

de nuevo conocimiento: perspectivas, debates y definiciones. *Índex, Revista de Arte Contemporáneo*, (10), 247–267. <https://doi.org/10.26807/cav.vi10.339>

Borgdorff, H. (2006). *The debate on research in the arts*. Bergen National Academy of the Arts.

Burnard, P., ColucciGray, L., & Cooke, C. (2022). Transdisciplinarity: Re-visioning how sciences and arts together can enact democratizing creative educational experiences. *Educational Researcher*, 46, 166–197. <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.3102/0091732X221084323>

Charro Gorgojo, M.A. (1999). Murciélagos, príncipes de las tinieblas. *Revista de Folklore*, 220, 111–118. <https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/murcielagos-principes-de-las-tinieblas/html/>

Córdoba, C., & Ascuntar, M. (Eds.). (2021). *Investigación + creación a través del territorio*. Editorial Universidad de Nariño.

Eberwein, T. (2018). A question of trust: Functions and effects of transmedia journalism. In S. P. Ferrucci (Ed.), *Exploring transmedia journalism in the digital age* (pp. 1–16). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3781-6.ch002>

Eisner, E. (2002). *El arte y la creación de la mente*. Paidós.

Fry, T. (2023). 'They're part of what we are': Interspecies belonging, animal life and farming practice on the Isle of Skye. *Environment and Planning E: Nature and Space*, 6(4), 2495–2515. <https://doi.org/10.1177/25148486231151809>

Gaona Ovalle, A. M. (2022). Del espacio en vibración a una escucha resonante: Una articulación entre el manejo compositivo del espacio y la experiencia de la escucha, en las creaciones sonoras para el espacio público [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional. <https://repository.udistrital.edu.co/items/f7fe1888-35ca-48b8-80e2-28752db9796c>

- Goldstein, E. B. (2005). *Sensación y percepción*. International Thomson Editores.
- Gordon, L. R. (2011). Manifiesto de transdisciplinariedad. Para no volvernos esclavos del conocimiento de otros. *Trans-pasando Fronteras*, (1), 11–15.
- Haraway, D. J. (1995). *Ciencia, cyborgs y mujeres: La reinención de la naturaleza* (C. Fernández Mouján, Trad.). Madrid: Ediciones Cátedra. (Trabajo original publicado en 1991)
- Jenkins, H. (2008). *Convergence culture: La cultura de la convergencia de los medios de comunicación*. Paidós.
- Latour, B. (2004). How to talk about the body? The normative dimension of science studies. *Body & Society*, 10(2–3), 205–229.
- Martin Reyes, J. C. (2019). *De mitos a verdades: Una cartilla de divulgación científica acerca de la importancia ecológica de los murciélagos* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75910>
- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Sandoval, R. R. (2012). Zozt: el murciélago en la cultura maya. *Revista Digital Universitaria*, 13(12). <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num12/art124/index.html>
- San Martín, I. S. (2020). Hacia una investigación artística sin concepto, ni método o sobre cómo acariciar una mesa. *AusArt*, 8(1), 129–143. <https://doi.org/10.1387/ausart.21540>
- Vásquez, S. (2014). *El abrazo de la mirada*. Fondo Editorial Ateneo.

Conexiones sonoras: la radio y la ciencia ciudadana en el Politécnico Grancolombiano

Nicolás Steven Martín Roncancio
Ramón Gabriel Aguilar Vega

Institución Universitaria Politécnico
Grancolombiano



Resumen

Conexiones Sonoras, es el resultado de la investigación del Semillero Jaba Kagüi del grupo interdisciplinario de la facultad de negocios gestión y Sostenibilidad del Politécnico Grancolombiano, con el objetivo de presentar una serie radial que muestre de manera co-curricular los desarrollos de los proyectos comunitarios ambientales de Ciencia Ciudadana y de sostenibilidad. Con el apoyo y participación de los estudiantes y docentes, en el marco de un proyecto de investigación del grupo de asuntos públicos GIAP, nos embarcamos en el reto de encontrar una alternativa para llevar un insumo valioso para la solución de las problemáticas ambientales identificadas en las comunidades conectando las voces de sus habitantes con espacios inclusivos y críticos. Por ello, en este ejercicio de investigación participativa retomamos al corazón de la comunicación radiofónica; ese vínculo inigualable con la comunidad que invita a dar a conocer sus experiencias, problemáticas y posibles acciones sobre su entorno. Uno de los principales objetivos es presentar la experiencia participativa en materia de sostenibilidad, bioeconomía. Desarrollado con el equipo de radio y comunicaciones desde 2024 al 2025. Con una metodología cualitativa centrado en la difusión y modelos actuales de noticias, opinión, temas actuales y la ética de contenido radial entre otros. Al igual que los procesos de pre y post productivos realizado por el equipo de radio de la institución. El programa Diálogos Verdes y la conexión sonora es un espacio académico, innovador, pedagógico, artístico y cultural.

Palabras clave: *Radio, sostenibilidad, gestión ambiental, bioeconomía, comunidad.*

INTRODUCCIÓN

La Misión del Politécnico Grancolombiano está enmarcada por el enfoque de atención a la educación y la formación integral de personas para la nación, desarrollar programas profesionales y avanzar en la generación de conocimientos a través de la investigación en todos los campos del saber, como lo certifican sus Programas de Formación de alta calidad. La ciencia ciudadana puede aproximarse al campo de la investigación a través de los distintos usos de la radio comunitaria y universitaria, ya que en estas últimas pueden llevarse a cabo en múltiples dinámicas que permiten a las personas no expertas, a tomar el protagonismo y participar activamente en procesos de construcción de conocimiento de su entorno. Algunos usos de la radio asociadas a la ciencia ciudadana son: las entrevistas realizadas a líderes comunitarios, recolección de encuestas y noticias actuales. De este modo, la radio comunitaria universitaria ejerce un papel fundamental para llevar a cabo procesos de investigación y, a su vez, permite visibilizar el medio en el que las personas desarrollan sus vínculos sociales y ambientales (Espíritu Félix, 2025). El proyecto propone el diseño y desarrollo de una estrategia de educación e intervención ambiental a partir de la metodología cualitativa para divulgar los problemas y soluciones con expertos con temas ambientales, sostenibilidad y bioeconomía. Conocer y cuidar los espacios en que vivimos es fundamental, pues adoptar hábitos de consumo y disposición responsable permitirán mejorar

Ciencia en escena: del dato al relato

la calidad de vida a partir de la intervención directa en nuestro entorno (Ariz Abarca & Reyes San Martín, 2024).

Los programas o capítulos de Diálogos Verdes se concentran en actividades que desarrollan temas de sostenibilidad nacional e internacional, dirigidas tanto a la comunidad interna de la institución como a la sociedad en general. Todo esto se realiza de manera multimedia, con la finalidad de crear ciudadanía cada vez más informada, valorar los espacios de aprendizaje, generar debates, promover contenidos culturales, incentivar, y promover el bienestar comunitario (Blanco Fajardo, 2024). También este programa de radio busca ser una plataforma que permita a estudiantes, docentes, egresados, administrativos y a la sociedad en general compartir tendencias sobre temas actuales de sostenibilidad, contenidos e intereses colectivos. La radio y su programa diálogos verdes, surge como una herramienta alternativa para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación, ya que tiene un propósito pedagógico relacionado con la formación de los estudiantes en el manejo del mensaje radial, la conceptualización y alcance de este medio, y el uso de la tecnología (Salamanca Ladino et al., 2022).

Conexiones sonoras es un espacio académico, innovador, pedagógico, artístico y cultural, establecido a partir del Proyecto de Gestión ambiental. El proyecto surge como una idea para la divulgación ambiental y responde al plan de diversidad e inclusión cultural de los estudiantes (Sánchez España, 2024). Ellos están completamente a cargo de la organización, producción, y proponen una

programación temática y musical que los identifique y les otorgue autonomía respecto a sus audiencias comunitarias. La programación informa sobre noticias de la institución, invitados como líderes ambientales, profesores expertos y estudiantes virtuales y presenciales que generen un programa ameno y diverso sobre temas relevantes nacionales e internacionales.

La Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano con la responsabilidad de transformar la educación tecnológica y su misión, contribuye a la formación integral de personas competentes mediante la investigación, innovación y el emprendimiento, espacio que entregamos al estudio, la documentación, y la creación de contenidos radiales como Radio conexiones sonoras, es una serie de capítulos donde estudiantes e investigadores se volvían divulgadores de los diversos trabajos e investigaciones adelantadas. No obstante, damos un salto académico y comenzamos a realizar actividades que permiten visibilizar lo que hacemos, pero también incentivarnos las redes que se suman, como Spotify, Facebook, Reddit y demás.

Por último, La radio ha sido una herramienta de vital importancia en el sector de la comunicación en Colombia y en todo el mundo. La ciencia representa la mayor fuente de conocimiento a la que la humanidad ha podido acceder, es así como, de la mano de la divulgación científica por medio de la radio se ha podido construir el marco de conocimientos sobre el universo que hemos desarrollado a través a las civilizaciones (Espíritu Félix, 2025). La investigación se basa en un enfoque cualitativo, apoyado en

el diseño de casos múltiples, donde se tienen en cuenta los resultados obtenidos de diversas universidades de Latinoamérica y Europa identificadas como pioneras, veamos los pasos metodológicos utilizados el proyecto (Gamboa Domínguez & Cruz Terán, 2024).

MATERIALES Y MÉTODOS

La producción del programa de radio en el Politécnico se realizó con la aplicación de diferentes técnicas especializadas metodológicas que están íntimamente involucradas en el desarrollo de la temática ambiental, la sostenibilidad, los efectos de sonido y los recursos tecnológicos con los que contamos en la institución. La ciencia ciudadana no sólo es una tendencia científica, es un enfoque que fomenta la colaboración de múltiples actores al servicio de la producción del conocimiento científico y, por ende, la construcción de la realidad (Alvarado et al., 2023).

Esta metodología cualitativa abarca desde la planificación hasta la producción y la postproducción. El estudio de radio del politécnico es un lugar abierto a todos los docentes que requieran este espacio para grabar y trabajar con los estudiantes, se cuenta con el equipo humano y tecnológico más moderno hasta el momento (Craveiro & Martín-Pena, 2024). Algunas de las técnicas que se utilizó en las fases son la guionización, la grabación, la edición, la difusión y promoción del podcast. A continuación, se explorarán las fases metodológicas del programa de radio Diálogos Verdes:

Guion

Este proyecto adopto un enfoque cualitativo donde el principal paso es la planificación como narrativa radial (Moreno Cuesta, 2016). La comunicación radiodifundida y la especificidad en el contexto de la gestión ambiental en la construcción del programa y su guion, fue el primer paso. Se construyo considerando la existencia de diferentes públicos objetivos o target en las narraciones sonoras principalmente en sostenibilidad comunitaria. El guion en el programa de radio tuvo por objeto que todo el material sonoro que se emitió sea lo más efectivo posible y llegue a las comunidades académicas y ciudadanas. Es por esto por lo que el guion tuvo una la mirada fundamental puesta en el oyente; es decir, se tiene en cuenta el público objetivo, la comunidad y el conocimiento del tema. Para ellos con una semana de anticipación, ya se tenían los principales temas en la estructura del guion para el programa.

Estructura del guion

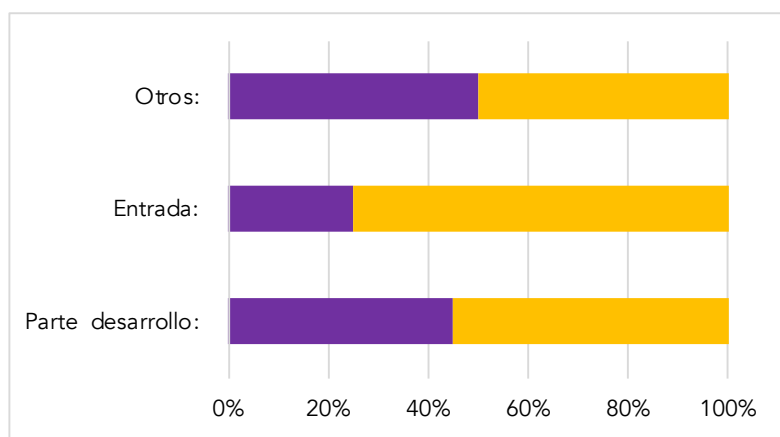
El guion permitió examinar las relaciones entre las bases conceptuales y teóricas, donde se estructuraron las ideas a transmitir (por ejemplo, problemáticas del agua, nueva legislación entre otras) y se especificó la manera de hacerlo (entrevista semiestructurada, análisis de caso). La participación en el programa fue voluntaria, y se utilizó una óptima difusión entre los estudiantes para asegurar sus requisitos y la claridad de su presentación en construir los elementos variables que conforman los contenidos,

Ciencia en escena: del dato al relato

este instrumento fue validado en cada episodio por el profesor y el jefe de producción, teniendo en cuenta: el sonido, la intervención de locutores, el texto básico a tratar, los invitados expertos entre otros.

Todos ellos representados con facilidad para la comprensión de la lectura del documento (Cardona Bedoya & Vaca González, 2019). Como primer punto se diferenció en el método, entre el guion escrito orientado a la redacción textual de la producción y el guion técnico orientado a la producción del programa. La estructura del guion en la producción tuvo cinco puntos clave. Destacamos las partes denominadas "entrada", "cuerpo", "desenlace", "cierre o finalización" y "extensión de programa". Esto significó que en el programa radial de 60 minutos como máximo se destinó entre el 65% y el 80% a la parte cuerpo o de desarrollo, el 10-30% a la entrada y un 10% a la salida. Como lo muestra el siguiente gráfico:

Gráfico 1. Porcentaje del guion radio



Nota. Elaboración propia 2025

Producción

La fiabilidad del instrumento en el programa, se determinó mediante la producción, este recorrido por el mundo de la producción radial en el Poli -a pesar de que podría pensarse que es muy simple- en sí es algo que se evaluó en el método, no por la parte técnica del contenido que uno decide crear, sino por la forma de colocarlo en el aire. Es ahí donde entro principalmente los actores como los oyentes o público objetivo. Es decir, nosotros como creadores debemos tener claro el lenguaje que se utiliza al público al que estamos dirigidos, cosa que no es fácil ya que, por lo general, en la mayoría de los programas realizados dependíamos de los invitados y expertos. Por eso a un oyente generalmente le llama la atención saber qué es lo más importante y ser muy objetivo en las temáticas. Hay que lograr captar la atención del oyente una vez más para no perderlo, en este mundo digital la audiencia es muy dispersa.

Edición

Al igual que los procesos pre-y postproductivos en el programa radial, se realizaron una serie de tareas necesarias para realizar el capítulo final que se ajuste a las expectativas de los creadores y a las exigencias técnicas del soporte de distribución de la radio. Es a esto lo que se le denomina tarea de edición de contenidos radiales.

La edición es para nuestro programa, en síntesis, fue una actividad destinada a asegurar que el contenido radial

Ciencia en escena: del dato al relato

responde a los criterios de verdad (es un contenido real) y precisión. Dentro de estas tareas se distinguió entre aquellas partes del contenido radial que, independientemente de quienes sean sus creadores, están de alguna manera sujetas a un metadato técnico que determinará su ejecución, y que debe tenerse en cuenta a la hora de abordar los procesos necesarios de cada parte del contenido, y aquellas partes del contenido radial que están exentas de esos problemas y que requieren simplemente una pequeña o gran tarea de ajuste y mejoras relativas para tener la mejor efectividad.

Técnicas de presentación

La voz y la entonación son dos elementos esenciales tenidos en cuenta en nuestro programa. La primera identifica una persona; la segunda hace que las emociones y pensamientos sean claros para los oyentes. La voz tiene un significado distinto en sí misma. Es el resultado de la vibración de las cuerdas vocales, que se encuentra en la laringe y el aparato fonador actúa como resonador. La timbración de la voz depende de la propia disposición acústica, por lo que un locutor “con buena voz” no es más que un locutor que hace sonar su voz sin desequilibrios en el plano físico, aplicando acústicamente las leyes físicas que rigen el sonido (Carias Pérez et al., 2021).

El aumento o disminución del tono de la voz afecta la retención del mensaje oral, sea en noticias, comentarios, cuentos, relatos o dramatizaciones. A través de la entonación se hace posible singularizar a los oyentes, por cuanto

para obtener el mensaje semi-inconsciente uno de los dos receptores es intimidante. Si el puente comunicacional es entre un receptor “normal” y un transmitente de igual condición, será más fácil que si el receptor es de otro. Por ello los estudiantes muchas veces cambiaban la voz con una entonación hacia el mensaje que querían transmitir.

Voz y entonación

La voz es la herramienta primordial del locutor o presentador radial. A través de ella el conductor expresa sus ideas y sentimientos. Es fundamental que el presentador radial, a la hora de utilizar su voz, tenga considerado parámetros como son: la moderación, la buena articulación y dicción, el dominio de tono y del tipo de voz en general. El trabajo radial va dirigido a las buenas, medianas o malas intenciones del locutor, que van, generalmente, implícitas, pero que en consecuencia son detonantes de la idea, entorno o contenido que se expresa.

Una buena forma de equilibrar el uso de la voz, en función del tono y volumen, es la utilización de micrófonos y auriculares. Así como los músicos utilizan sus instrumentos para equilibrar sobre el escenario sus tonos y volúmenes, el locutor conduce en la sala de control su voz, en tanto esta es su único instrumento. Además, hay que considerar que no resulta conveniente hablar a cualquier distancia del micrófono pues si se habla demasiado de cerca, produce sonidos estridentes denominados ‘pops’ (debe utilizarse un filtro ‘anti-pop’). Ahora bien, de hablar a distancia moderada del micrófono, el sonido presente

es agradable al auditorio y se logra incluso el propósito de autorizar la sala.

Ética en el contenido radial

Todos nuestros programas fueron supervisados por expertos del tema. La ética es el estudio crítico de la moral, el sistema de principios referente a la buena conducta. La ética profesional de los comunicadores en general y de los radiales en particular, posee aspectos comunes que afectan a todas las esferas de la comunicación humana. Esto ocurre porque la actuación ética de cualquiera de los miembros intervinientes en el proceso de la comunicación de masas es perfectamente válida.

Los códigos se basan en el supuesto de que el conocimiento de las reglas que se deben de seguir es un recurso eficaz para fomentar la actuación ética profesional. La responsabilidad profesional puede concretarse, dentro del plano de las relaciones entre los individuos que intervienen en el proceso de la comunicación.

La actuación ética de los medios de comunicación en general y en particular el de la radio se ha aprovechado en relación con el régimen de derechos de autor que garantizan ciertos derechos al autor sobre las obras de su autoría, haciendo una minuciosa mención de obras, títulos y modos de hacer que pueden llegar a ser varios, así como la autenticidad y originalidad de sus copias o versiones.

Responsabilidad social

La responsabilidad social es un concepto en continua evolución que plantea la necesidad de una actuación ética por parte de todos los miembros que organizan y producen la comunicación social. La radio, como medio social que es, no está ajena a su responsabilidad social, ya que tiene en sus manos una herramienta poderosa, que puede utilizarse para promover buenos principios. A continuación, revisaremos, muy brevemente, algunos elementos de la responsabilidad social que fue necesario visibilizar en nuestro programa de radio.

La radio tiene, entre muchas otras cosas, la capacidad de generar usos y hábitos sociales de consumo de contenidos sonoros. Por ende, queda claro que la capacidad para cooperar y beneficiar socialmente a la comunidad con la producción de contenido adecuado y responsable es enorme. La creación de conciencia, crítica y valores a la sociedad es uno de los caminos más directos para las producciones de responsabilidad social. Esto es, la función que tiene la radio para interpelar a la sociedad con determinados temas y animar a la reconfiguración o reafirmación de valores preexistentes, remarcando la importancia que poseen al resultado de esto en la vida social.

Por otra parte, la ayuda que desde la radio se puede disponer en el desarrollo de contenidos solidarios es un formato que muchas veces se utiliza para abordar problemáticas como las de salud u otras disposiciones

Ciencia en escena: del dato al relato

informativas en la comunidad. La producción de formato de radio para obras de caridad y beneficencia es un estilo de producción antigua, pero fundamental a la hora de aportar y ayudar en la conciencia de la temática social en noticiarios, programas culturales, musicales e informativos tangenciales y en muchos otros formatos (Núñez Fernández et al., 2022).

Feedback

El retroalimentar se considera una de las acciones más positivas, ya que permite la toma de decisiones eficaces dentro de un equipo. Específicamente, este tipo de prácticas toma mayor relevancia dentro del proceso educativo, pues favorecen aprendizajes significativos, potentes motivadores para la acción dentro del aula, generando confianza académica, apoyo y toma de decisiones en grupo, influyendo sobre contenidos, método, relación seres humanos, reguladores de actitudes y emociones, entre otros.

El feedback se compone de frases clave que indican aspectos positivos y negativos que merece la pena resaltar y son importantes de mejorar, potenciando la autorregulación del grupo o trabajador y fomentando el uso del “nosotros” en lugar del “yo”, así como la reflexión en torno a lo que ha sucedido. La utilización de feedback enriquecido involucra y expresa las acciones correctivas que se van a llevar a la práctica. Además, dicha información se puede insertar dentro de cualquier estrategia evaluativa, de intervención, adaptación o regularización;

puede escribirse, verbal, formal, informal, individual, de grupo o institucional, etcétera.

Se realiza después de cada capítulo, ofreció recomendaciones sobre las actividades, pero con la finalidad de mostrar las vías adecuadas a seguir para evitar algunos errores y potenciar otros aspectos positivos. Este tipo de comunicación, además, enriquece la comprensión de los aspectos a mejorar y aporta sugerencias sobre posibles estrategias para llevar a cabo y aportar seguridad al grupo o trabajador. Igualmente, aclarar comportamientos elaborando conclusiones específicas ayuda a eliminar incertidumbres, confusiones e inseguridades.

RESULTADOS

Se presentan los hallazgos principales del trabajo en los años 2024-2025, pero todavía seguimos presentando las temporadas. Quisimos que cada episodio sea un espejo para la juventud. No para que se vean tal como son, sino para que se vean tal como podrían ser. Porque los jóvenes no son solo el futuro, como tantas veces se repite con ligereza. Son el presente. Y su presente tiene un potencial inmenso. No hay que esperar a tener un cargo para servir, ni un diploma para aportar. La vida no comienza con un título, sino con una convicción: yo puedo hacer algo aquí y ahora.

Desde la academia también asumimos nuestra parte. No somos una torre de marfil alejada del mundo. Somos una comunidad pensante y sentipensante, al servicio de la realidad. Nuestra función no es solo enseñar lo que dice

Ciencia en escena: del dato al relato

el libro, sino conectar el conocimiento con la vida. El aula no puede ser un refugio del mundo, sino un laboratorio para transformarlo.

Creemos que la educación se vuelve plena cuando se convierte en acción colectiva, cuando deja huella no solo en la mente, sino en el barrio, en la vereda, en la comuna. Por eso este proyecto, por eso este capítulo. No subestimes lo que puedes hacer. No hay tornillo más pequeño que tu voluntad. Y ese tornillo puede sostener mucho más de lo que imaginas.

Los capítulos los podemos encontrar en <https://open.spotify.com/show/6wTGc0Ouq5TbXMKuDmbTFG> para la evaluación de la audiencia y gestión ambiental, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1. Capítulos de radio

Título podcast	Duración	Descripción
Ley de competencias el futuro del agua	56 min 57 s	En este episodio, analizamos el impacto de la Ley de Competencias en el acceso al agua potable y el saneamiento en Colombia. Junto al Profesor Ramón, Cathalina Gómez y un grupo de estudiantes, exploramos cómo se financian estos servicios, el papel de los acueductos comunitarios y los principales desafíos de su implementación.
Transformando mentes y creando futuro	53 min 38 s	En este episodio exploramos cómo la educación ambiental transforma actitudes y promueve una cultura de sostenibilidad en la universidad. Conversaremos sobre estrategias, experiencias y proyectos que impulsan el compromiso ecológico en la comunidad

Parchando con estilo, tu ropa es revolución	51 min 30 s	En este episodio exploramos el impacto ambiental de la industria textil y el preocupante caso del Desierto de Atacama, convertido en un basurero de ropa usada. Junto al profesor Ramón Aguilar y la estudiante Victoria Maldonado, analizamos cómo el <i>fast fashion</i> contribuye a la contaminación, el desperdicio de recursos y la generación de residuos tóxicos. Además, discutimos soluciones como la moda sostenible, el reciclaje textil y el consumo responsable. ¡Acompáñanos en esta conversación clave para transformar nuestra relación con la ropa y el planeta!
SOS Bogotá, Naturaleza vs urbanización	50 min 36 s	Analizamos el impacto de la ALO y la urbanización descontrolada en la Reserva Thomas van der Hammen y las inundaciones en el norte de Bogotá. Con Gina Pizza, exploramos alternativas sostenibles para proteger nuestra ciudad y su biodiversidad. ¡Súmate al cambio!
Colombia en transformación	51 m 30 s	La transición hacia energías limpias en Colombia, el avance en proyectos de energía solar y eólica, y los retos que enfrenta el país en su objetivo de ser más sostenible energéticamente.

Nota. Tomado de Spotify file 2025

Sinapsis de los capítulos

En el primer capítulo, analizamos la comunidad gestora de proyectos y sus problemáticas, las personas se sienten pequeñas frente a los grandes desafíos de la vida. Se ven como hojas en medio de un huracán, frágiles, impotentes, reemplazables. Pero esa percepción es uno de los mayores engaños que el sistema ha sembrado. Porque la verdad es que nadie es tan pequeño como para no poder marcar

Ciencia en escena: del dato al relato

una diferencia así sea donde sea. A veces, un solo tornillo ajustado con amor puede evitar que se desmonte toda una estructura. Una palabra oportuna puede evitar una pelea. Una mirada compasiva puede salvar una vida. La transformación empieza ahí, donde nadie mira. Nos han enseñado a creer que solo las grandes obras valen, que solo los poderosos transforman. Pero basta con observar la vida para descubrir la mentira.

El agua talla la roca gota a gota. Una semilla que parece insignificante rompe la tierra y da frutos. Una luciérnaga en la oscuridad es más visible que un farol en el día. Así, en nuestros barrios, en nuestros conjuntos residenciales, en los parques y esquinas que compartimos, también sucede algo milagroso: personas comunes hacen cosas extraordinarias pero muchas veces son invisibles. Como se observa en la imagen 1.

Imagen 1. Grabación del programa, estudio de radio



Nota. Elaboración propia 2025

En el capítulo 2 se grabó con quienes cargan en sus hombros esa misión invisible: los líderes y lideresas comunitarias. Esos hombres y mujeres que, sin buscar fama ni fortuna, se convierten en voceros de su gente. Son puentes entre las necesidades de una comunidad y la posibilidad de una solución. Son faros en medio de la confusión, brújulas cuando no hay dirección, voz cuando los otros callan.

La ley de causa y efecto, tan presente en la filosofía, también aparece en las Escrituras: “Todo lo que el hombre sembrare, eso también segará” (Gálatas 6:7). Sembrar no siempre se trata de grandes gestos; a veces es sembrar presencia, cuidado, persistencia, palabra. Y cosechar puede ser ver cómo un niño sonríe en el parque que antes no existía, o cómo una abuela cruza una rampa donde antes había un obstáculo. La transformación no se mide solo en metros cuadrados o presupuestos, sino en dignidad recuperada.

Muchos líderes que entrevistamos no nacieron siendo “líderes”. Fueron ciudadanos preocupados, personas que no pudieron quedarse calladas, que no pudieron aceptar la injusticia como rutina. Su liderazgo brotó del dolor, pero también del amor. Y en esa paradoja radica su poder: lideran desde el corazón, no desde el ego.

Sembradores de lo posible

En un mundo que parece girar cada vez más rápido, donde las urgencias del día a día eclipsan las grandes preguntas del sentido, detenernos a pensar en el cuidado

Ciencia en escena: del dato al relato

de la Tierra es un acto de rebeldía, pero también de amor. Este viaje sonoro y vivencial que emprendimos a lo largo de siete episodios no fue una simple serie sobre sostenibilidad en Colombia; fue una peregrinación hacia las raíces del compromiso humano con la vida, con el otro y con Dios. Porque sí, cuidar la creación es también un acto de amor y agradecimiento con Dios.

Cuando el Génesis narra que el ser humano se puso en el Edén para “cultivarlo y cuidarlo” (Génesis 2:15), no estaba hablando solo de un jardín literal. Nos estaba encomendando una misión espiritual: ser administradores, no dueños; servidores, no explotadores. Este llamado ha sido ignorado por siglos bajo el ídolo del progreso mal entendido. Por eso, hoy las montañas lloran ríos contaminados, los cielos cargan humo y las ciudades se desbordan. Pero, aún en medio del colapso, hay quienes siembran. Este capítulo es para ellos.

El plan de desarrollo: promesas y paradojas

Al analizar el Plan Nacional de Desarrollo, emergió una tensión clásica de la filosofía política: el conflicto entre el bien común y el interés particular. El discurso de la sostenibilidad está presente, sí, pero ¿quién vigila su cumplimiento? ¿Cómo garantizamos que no se convierta en una retórica vacía? Según Kant, obrar moralmente es actuar de tal manera que la máxima de tu acción pueda ser ley universal. Bajo ese principio, un verdadero desarrollo sostenible no puede ignorar las voces de los territorios, ni justificar el extractivismo como sacrificio

necesario. El desarrollo que excluye no es progreso, es violencia encubierta.

Energías renovables: luz o espejismo

En la tercera estación de este recorrido abordamos la transición energética, tema de urgente necesidad. Colombia tiene el sol, el viento, el agua y la gente. Pero no basta con cambiar de fuentes si no cambiamos de lógica. El filósofo Iván Illich advertía sobre los riesgos de tecnificar sin humanizar. Un panel solar instalado sin consulta previa es una imposición, no una solución. La energía limpia no puede construirse sobre el despojo. La justicia energética implica distribución equitativa, participación comunitaria y soberanía tecnológica.

SOS Bogotá: la ciudad como espacio espiritual

Cuando hablamos de la ALO y la Reserva Thomas van der Hammen, lo que está en juego no es solo un corredor ecológico, sino una visión del mundo. Urbanizar sin conciencia es extender el desierto en medio del jardín. San Agustín decía que “la medida del amor es amar sin medida”. Así debemos amar nuestra ciudad. No con proyectos de cemento que matan los humedales, sino con planes que devuelvan el alma a los espacios públicos. Bogotá necesita respirar, y para eso debe reconciliarse con su territorio.

Educación ambiental: el despertar de la mente y del alma

Este episodio fue una luz entre tanta oscuridad. Ver a estudiantes, docentes y comunidades aprendiendo juntos, transformando hábitos, creando soluciones, fue un recordatorio de que la educación verdadera no transmite información, sino forma el carácter y despierta el alma. Como decía Paulo Freire, “la educación no cambia el mundo, cambia a las personas que van a cambiar el mundo”. La universidad, entonces, no puede limitarse a aulas cerradas; debe ser un laboratorio vivo, una semilla que germina en el barrio, la vereda, el país.

El agua: sacramento y derecho

Terminamos donde todo comienza: en el agua, ese líquido sagrado que bautiza, limpia y sostiene la vida. La Ley de Competencias y su impacto en el acceso al agua nos reveló que, para muchos, abrir una llave sigue siendo un milagro. Pero también es un derecho. No puede haber paz donde no hay agua limpia. No puede haber democracia donde el agua depende del estrato. Jesús dijo: “Quien dé un vaso de agua fresca a uno de estos pequeños... no perderá su recompensa” (Mateo 10:42). El acceso al agua no es solo una cuestión técnica, es un acto de justicia, de misericordia, de humanidad.

Resultados radio escuchas

Los resultados cuantitativos derivado del análisis de datos sobre el primer estudio de audiencia efectuado. A continuación, se presentan los datos demográficos de los encuestados. Los datos están divididos por sexo, edad, estrato socio económico, y nivel de educación. Se realizó la percusiva con 130 encuestas y el 72% de los encuestados fue con 2 diferentes grupos de abordaje. Siendo así, el nivel de confianza fue del 85%.

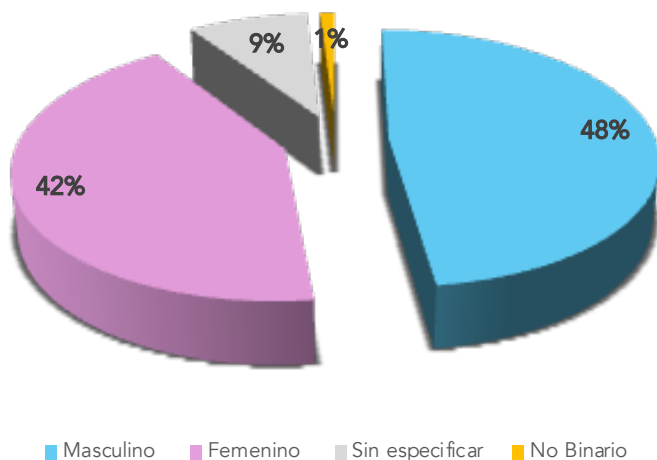
Con respecto a los datos demográficos presentados a continuación, el 70% de los encuestados son de sexo masculino, mientras que un 30% son de sexo femenino. En cuanto a la edad el 1% tiene menos de 14 años, 29% tienen entre 14 y 16 años, 54% tienen entre 17 y 19 años y un 6% tiene un rango de edad de 20 o más. El 2% de los encuestados pertenecen al estrato socioeconómico 1, un 13% pertenecen al estrato 2, un 56% pertenecen al estrato 3, y un 30% pertenece al estrato 4. En la plataforma podemos ver los géneros y las veces que se visualiza y reproducen los contenidos, tenemos más de 50 y cada día sube más y más. Por genero también tenemos que es casi paritario con un 42% en mujeres y 48% hombres. Como lo muestra la imagen 4

Siendo así, el 50% de la población audiencia encuestada solo tiene un nivel educativo del bachillerato, 36% tienen un nivel educativo tecnológico o nivel universitario, 7% tienen un nivel superior de 3 a 5 años y un área de educación superior a nivel máster o alta eficacia. El 83% de

Ciencia en escena: del dato al relato

los encuestados vive en el sector de Bogotá y la localidad de chapinero.

Gráfico 2. Radioescuchas por genero



Nota. Elaboración propia 2025

El Politécnico en la Radio que ha permitido la participación de miles de estudiantes desde su origen. En el 2024 se realizó el primer encuentro de emisoras radiales institucionales que buscaba compartir ejes temáticos comunes, entre ellos, el trabajo con programas radiales que permitieran reforzar el aprendizaje y desarrollo de competencias de los estudiantes partícipes. Una de las noticias que unió a más de 70 personas entre docentes, directores de comunicaciones de cada institución educativa y 25 estudiantes, fue el reconocimiento entre las casi 20 emisoras como la mujer en la radio.

CONCLUSIONES

La experiencia con el programa Diálogos Verdes da cuenta de que la investigación y los procesos educativos establecidos en el Politécnico Grancolombiano en el seno de las iniciativas de ciencia ciudadana del grupo de investigación GIAP han tenido un alto nivel de conceptualización de sus temas de investigación y han dado libertad para la experimentación y el desarrollo de capacidades creativas a los integrantes de semillero. Por otra parte, igualmente se ha evidenciado que la radio ha facilitado la divulgación de los conocimientos generados a partir de las investigaciones realizadas gracias al acceso que ha brindado a los temas de interés tratados mediante el envío al aire de los programas producidos en vivo y en directo o a través de su difusión online mediante el envío del producto radial terminado a la plataforma.

Por otro lado, igualmente se ha evidenciado el gran potencial que brinda a la educación de las y los futuros profesionales de la comunicación y gestión ambiental de lo sonoro permitiéndoles a más o menos un año de estar en contacto con esta forma artística del arte radiofónico la posibilidad de comprender el funcionamiento de los caminos en que se encierra la cultura de la ciudad a través de las experiencias narrativas.

El tránsito desde los medios tradicionales a los medios sonoros digitales indica un cambio en el paradigma comunicativo. Lo que parece un nuevo tipo de contenido es, realmente, la nueva forma de comunicación social. En

Ciencia en escena: del dato al relato

otras palabras, el nuevo vehículo es el podcast y el nuevo “canal” ofrece nuevas posibilidades, pero solo exigía la “adopción de lo que resultaba razonable en el uso de un medio más...”. Así que, los podcasts precisamente, tienen el reto de encontrar nuevas formas de hacer, narrar o contar en comparación al uso de los medios tradicionales. No obstante, el surgimiento de la radio en formato digital y la variedad equipos como micrófonos, grabadoras y computadores, ha expandido la posibilidad de tener acceso a crear su propio contenido, lleva a pensar en varios problemas.

Es importante que las universidades generen temas de sensibilización hacia la comunidad, transmitiendo su conocimiento con lenguaje familiar para el escucha y generando una motivación hacia los oyentes sobre esos “temas de calle”. Por ejemplo, la investigación-acción-participativa en este caso se realizó mostrando como a través del arte sonoro se pueden expresar esas manifestaciones naturales, donde la construcción de este lenguaje ayuda a sensibilizar sobre el cuidado de la tierra por medio de este material comprensible y atractivo para el oyente.

Este proyecto no fue solo un ejercicio académico ni una serie de episodios sobre sostenibilidad. Fue un llamado a despertar. A mirar con nuevos ojos el lugar donde vivimos. A reconocer que el cambio no comienza con los poderosos ni con las grandes inversiones, sino con las decisiones sencillas, constantes y valientes que tomamos cada día.

Vimos que hay una Bogotá que no se rinde. Una Bogotá que siembra, aunque no siempre coseche de inmediato. Una Bogotá que no espera permiso para amar su barrio, proteger los humedales, enseñar a sus hijos y hablar cuando otros callan. Esa Bogotá está viva en cada líder comunitario, en cada joven con esperanza, en cada gesto de cuidado y de fe.

Hoy sabemos que sembrar lo posible no es ingenuo: es profundamente revolucionario. Es creer que el futuro se construye con manos humanas y espíritu dispuesto. Que la Tierra que habitamos no nos pertenece, pero sí se nos confió. Y que cada pequeña acción una palabra, una idea, una mirada puede sostener estructuras más grandes de lo que imaginamos.

No hay transformación sin comunidad. No hay sostenibilidad sin justicia. No hay esperanza sin acción. Por eso este no es un punto final, sino una invitación a continuar. A seguir sembrando donde nadie siembra. A creer que incluso el tornillo más pequeño puede cambiar el rumbo de una historia.

La radio comunitaria, como eje de desarrollo social y el saber de las comunidades que construyen sus propias voces, es de vital importancia para cualquier contexto. Nuestra realidad nos muestra un vacío significativo en la presentación de información útil y pertinente al servicio de la gestión comunitaria, hace falta una construcción social del conocimiento en torno a las problemáticas y necesidades para la acción de nuestras comunidades que garantice un ciclo comunicativo entre el equipo de

trabajo y los beneficiarios del programa de cooperativas secundarias y básicas.

Por último, la participación de la comunidad en la identificación, seguimiento y monitoreo de la problemática ambiental es uno de los métodos más efectivos y económicos, en comparación con los utilizados por las agencias ambientales. El trabajo continuo que se realiza desde el programa radial es la oportunidad perfecta para continuar el proceso de participación de la comunidad en el seguimiento ambiental, la educación y sensibilización de la problemática ambiental, la participación de la comunidad en el control y vigilancia ambiental, entre otras temáticas.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Queremos aprovechar esta sección para agradecer:

- ▶ A Dios, fuente de toda vida por recordarnos que cuidar la creación es un acto sagrado, y que servir a los demás es el mayor privilegio. También por su infinita misericordia y providencia, que hicieron posible la realización de este trabajo y poder pertenecer a la familia Politécnico Grancolombiano.
- ▶ A la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano por todas sus ayudas y permitirnos crecer como profesionales.
- ▶ A la decana Deisy de la Rosa es una luz en nuestras vidas por su liderazgo y constante apoyo a los proyectos ambientales. Como siempre nos dio una voz de aliento cuando no tenía ganas de seguir con el proyecto

- ▶ Al equipo de investigación I+D+I liderado por Jenny Arunduaga, y Alejandra Tequia que nos permitieron realizar la investigación.
- ▶ Al equipo de GIAP dirigido por el Doctor Jaime Wilches que nos permitió ser parte del proyecto para las comunidades.
- ▶ Al equipo de Radio del Politécnico Gran Colombiano, sus profesores y colaboradores, especialmente a Henry Acero por permitirnos emitir el programa, a todo el equipo técnico de radio que sumó a esta travesía, gracias por hacer de la educación una experiencia viva, comprometida y transformadora
- ▶ Al equipo de profesores de la Gestión Ambiental son los mejores.
- ▶ A nuestras familias que con tanto esfuerzo nos brindan su amor y colaboración al trabajo.
- ▶ A los líderes y lideresas comunitarias que abrieron las puertas de sus barrios, de sus historias y de sus corazones para compartirnos su caminar. Sin ustedes, este proyecto no tendría sentido ni dirección. Gracias por su paciencia, su persistencia y su ejemplo, por recordarnos que lo extraordinario sucede en lo cotidiano, y que la transformación comienza en el rostro del otro.
- ▶ A las comunidades que nos recibieron con afecto y sinceridad, gracias por sus voces, por sus gestos y por confiar en que la escucha también es una forma de justicia.
- ▶ A los compañeros de otras carreras que participaron en este proceso, gracias por creer que otra forma de liderar es posible, por poner su creatividad, su energía y su amor al servicio del bien común.

REFERENCIAS

- Alvarado, R., Monroy Matus, I., & Bravo Castillo, A. (2023). Tras los rastros de poblaciones costeras en paisajes litorales olvidados del semiárido: Nuevas evidencias arqueológicas en la localidad de Totoralillo, Región de Coquimbo. *REVISTA CUHSO*, 33(1). <https://doi.org/10.7770/cuhso-v33n1-art574>
- Ariz Abarca, R., & Reyes San Martín, C. (2024). Radio Diferencia ONG... "la Voz de los sin Voz." *Cuadernos Médico Sociales*, 63(4). <https://doi.org/10.56116/cms.v63.n4.2023.1697>
- Blanco Fajardo, S. (2024). Encuentros, intercambios y representaciones. Las relaciones mediáticas entre la emisión de la Radiodifusión Televisión Francesa (RTF) «Españoles en Francia» y la emigración económica española (1962-1973). *Pasado y Memoria*, 28. <https://doi.org/10.14198/pasado.25046>
- Cardona Bedoya, J. M., & Vaca González, Y. C. (2019). Tendencias de la radio online como apoyo a la construcción de estrategias propias para el medio. *Anagramas - rumbos y sentidos de la comunicación*, 17(34). <https://doi.org/10.22395/angr.v17n34a9>
- Carias Pérez, F., Gómez, Á., & Marín-Gutiérrez, I. (2021). Uso educativo de la radio en tiempos de pandemia en escuelas rurales chilenas. *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, 1(146). <https://doi.org/10.16921/chasqui.v1i146.4381>
- Craveiro, M. A., & Martín-Pena, D. (2024). De la radio a Spotify. *Revista Latinoamericana de Ciencias de La Comunicación*, 22(44). <https://doi.org/10.55738/alaic.v22i44.1056>
- Espíritu Félix, J. (2025). Calidad educativa con visión a la acreditación según el SINEACE en una institución educativa de educación básica regular. In *La deserción escolar de estudiantes de secundaria en las escuelas públicas del Perú*.
- Gamboa Domínguez, L. K., & Cruz Terán, F. F. S. (2024). Estrategias metodológicas para fomentar la conciencia ambiental: Retos

en la educación. *Revista de Climatología*, 24. <https://doi.org/10.59427/rcli/2024/v24cs.224-232>

Moreno Cuesta, O. J. (2016). Investigaciones radiofónicas: de la radio a la radio indígena. Una revisión en Colombia y Latinoamérica. *ÁNFORA*, 19(33). <https://doi.org/10.30854/anf.v19.n33.2012.82>

Núñez Fernández, V., Aceituno-Aceituno, P., Lanza Escobedo, D., & Sánchez Fernández, A. (2022). La radio escolar como recurso para el desarrollo de la competencia mediática. *Estudios Sobre El Mensaje Periodístico*, 28(1). <https://doi.org/10.5209/esmp.77511>

Salamanca Ladino, N. S., Guzmán Roa, E. A., & Aguilar Vega, R. G. (2022). Cartografía social para la educación ambiental en las comunidades vulnerables con capacidades diferentes de Ciudad Bolívar parte alta. *Libros IC*. <https://doi.org/10.15765/librosic.v1i1.7>

Sánchez España, P. L. (2024). El uso de la Radio y los formatos radiales como complemento de la Educación a Distancia. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 6(10). <https://doi.org/10.38186/difcie.610.17>

Construcción de aprendizajes significativos, una propuesta a través del arte

Yaritza Andrea Jaramillo Paredis
Vanessa Carolina Torres Zarco
Karina Rodríguez Marulanda

Institución Universitaria de Barranquilla



Resumen

El arte juega un papel importante en el proceso de enseñanza aprendizaje, porque permite fortalecer habilidades cognitivas, comunicativas y socioemocionales. A partir de esta premisa, el proyecto tiene como objetivo diseñar una cartilla didáctica que promueva la construcción de aprendizajes significativos en estudiantes de 1° de la I.E. Juan Acosta Solera mediante expresiones artísticas como el teatro, la danza y la pintura. La propuesta surge como alternativa a metodologías tradicionales que limitan el desarrollo integral de los estudiantes. Las expresiones artísticas se postulan como recursos pedagógicos innovadores que responden a la diversidad de estilos de aprendizaje, permitiendo que los niños se conecten con los contenidos desde sus intereses y talentos. El proyecto tendrá un enfoque cualitativo, con diseño descriptivo, y se aplicará a una muestra de 20 estudiantes de 1°A. Las técnicas de recolección de datos incluirán observación directa, diario de campo y diálogos con los estudiantes. La cartilla se desarrollará en cuatro fases: revisión teórica y contextualización, selección de actividades artísticas, implementación de las actividades y diseño final del material. Se espera fortalecer la creatividad, el aprendizaje significativo y la comprensión del entorno, transformando las prácticas pedagógicas tradicionales hacia otras más inclusivas centradas en desarrollo integral desde el arte.

Palabras clave: *expresiones artísticas, enseñanza, estilos de aprendizaje, aprendizaje significativo*

INTRODUCCIÓN

Si cada niño es único, ¿Por qué se sigue insistiendo en metodologías que tratan a todos por igual?

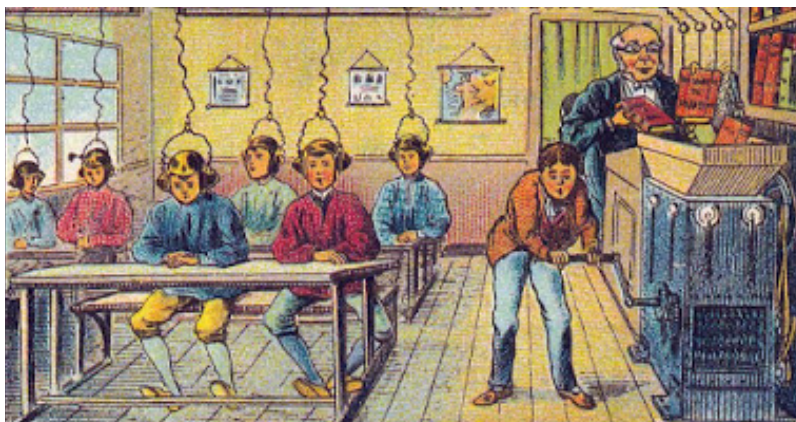
Actualmente las aulas de clase se caracterizan por una gran diversidad en relación con los estilos de aprendizaje y es notorio aún más en los estudiantes de básica primaria. En contraste, las prácticas pedagógicas docentes continúan enmarcadas en un modelo de educación tradicional, en la que se espera mantener a los estudiantes en silencio, escribiendo y repitiendo la información proporcionada por el docente en cada clase. Esta aplicación de modelos de enseñanza tradicionales ha predominado durante muchos años, en la cual el docente es un transmisor de conocimientos autoritario y controlador dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje y el estudiante es un objeto pasivo basado en la memoria y repetición. Los enfoques tradicionales han generado una visión homogénea del aprendizaje, debido a que han fundamentado la ideología que todos los niños tienen los mismos estilos y ritmos de aprendizaje.

Los ritmos y estilos de aprendizaje hacen alusión a la forma y velocidad en la que cada estudiante percibe, procesa y asimila una determinada información. De este modo, dentro de las aulas de clase cada estudiante tendrá ritmos y estilos totalmente diferente al resto de niños. De acuerdo con Kolb (1984) existen distintas formas de aprender, dentro de las cuales se destacan estilos visuales, auditivos y kinestésicos, cada uno de estos posee características específicas que influyen en la forma en que los

Ciencia en escena: del dato al relato

estudiantes interactúan con los contenidos adquiridos en las diversas clases.

Figura 1. Modelo escolar tradicional



Fuente. Portal pensarenserrico.es

Con el pasar de los años han emergido nuevos modelos de enseñanza que han permitido dar respuesta a cada uno de estos ritmos y estilos de aprendizaje. A pesar de ello, muchos docentes siguen enfocando sus prácticas pedagógicas hacia este modelo lineal. Según Paternina y Campillo (2025) las prácticas pedagógicas tradicionales afectan el desarrollo integral de los estudiantes, porque estas obstaculizan la participación de los niños en la construcción de aprendizajes significativos.

Ausubel (1963) define el aprendizaje significativo como, el proceso mediante el cual los estudiantes establecen conexiones entre un nuevo conocimiento con saberes previamente adquiridos. Este proceso es conocido como, la teoría del aprendizaje significativo y sostiene que los

estudiantes son los protagonistas del proceso de enseñanza aprendizaje porque son los encargados de construir su propio conocimiento. Así mismo, el autor menciona que, en este proceso influyen tres factores fundamentales: la disposición del estudiante por aprender, la estructura lógica del contenido y los conocimientos previos que permitan integrar la nueva información.

De esta manera, el aprendizaje significativo adquiere mayor relevancia frente al aprendizaje memorístico, puesto que, este permite a los estudiantes dar sentido a los contenidos trabajados en clase, lo cual favorece su comprensión, apropiación y aplicación en distintos contextos académicos y cotidianos.

En la institución Educativa Juan Acosta Solera, se ha observado un comportamiento activo por parte de los estudiantes, quienes demuestran entusiasmo e interés por expresar sus ideas y participar en el desarrollo de las actividades. Así mismo, se han identificado gustos hacia actividades como la danza, la escucha de cuentos y la observación de imágenes, lo cual pone en evidencia la diversidad de estilos de aprendizaje presentes en el aula. Al lado de ello, se menciona que esta diversidad no es aprovechada de manera adecuada, dado que, las prácticas pedagógicas de los docentes continúan con un enfoque tradicional basado en el control y la repetición de información, los niños en cada una de las clases se centran en la transcripción de las lecciones en sus libretas y son muy limitadas sus participaciones dentro del aula y esta poca participación genera desmotivación

Ciencia en escena: del dato al relato

en los estudiantes queriendo que la clase termine antes o salir a descanso para realizar actividades más activas. En consecuencia, se evidencia una desconexión entre las estrategias de enseñanza y las necesidades de los estudiantes dentro del aula, lo cual limita la construcción de aprendizajes significativos.

El arte se manifiesta a través de distintas expresiones como la música, la danza, el teatro, la pintura, entre otras, y se consolida como una herramienta poderosa para enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje. Mediavilla (2021) en su artículo, "Construcciones del cuerpo y las artes para una educación infantil transformadora" afirma que, el arte no solo contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas, sino también socioemocionales, motrices y comunicativas. Por lo tanto, estas actividades artísticas, se convierten en un medio ideal para potenciar la creatividad, la expresión y la autoestima de los estudiantes.

El arte es una herramienta de alto valor pedagógico que se sustenta bajo la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner, puesto que esta teoría, demuestra que todos poseemos distintas inteligencias como la musical, corporal, visual-espacial, lingüística entre otras. Al implementar, actividades artísticas como la danza, el teatro, y/o la pintura, se facilita la construcción de aprendizajes significativos porque estos enfoques dan respuesta a cada una de las necesidades de los estudiantes, permitiéndoles desarrollar su potencial desde sus habilidades predominantes.

De acuerdo con lo anterior, esta propuesta responde a las necesidades observadas en la I.E. Juan Acosta Solera, donde se ha evidenciado una participación por parte de los estudiantes de 1°, así como una diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje. No obstante, las estrategias metodológicas implementadas por los docentes no logran aprovechar ni potencializar dicha diversidad presente. Por ello, se plantea una propuesta que rompa con el modelo tradicional de la escuela donde el niño únicamente se sienta, repite escribe y lee.

En ese orden de ideas, se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cómo diseñar una cartilla didáctica que favorezca la construcción de aprendizajes significativos por medio de expresiones artísticas en los estudiantes de 1° de la I.E. Juan Acosta Solera?

Esta propuesta tiene en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general

- ▶ Diseñar una cartilla didáctica para la construcción de aprendizajes significativos en estudiantes de 1° de la I.E. Juan Acosta Solera

Objetivos específicos

- ▶ Revisar literatura relacionada con el desarrollo de actividades artísticas para la construcción de aprendizajes significativos.
- ▶ Seleccionar posibles actividades artísticas fundamentadas en la revisión teórica.

- ▶ Desarrollar las actividades artísticas seleccionadas con estudiantes de primer grado de la I.E. Juan Acosta Solera

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de la presente propuesta de investigación responde a un enfoque cualitativo y un tipo de estudio descriptivo, ya que está orientada al diseño de una cartilla didáctica para la construcción de aprendizajes significativos a través del arte, comprendiendo como los estudiantes interactúan y aprenden a través de estas expresiones artísticas. La población estará conformada por los estudiantes de primer grado de la Institución Educativa Juan Acosta Solera, tomando como muestra 20 estudiantes del grado 1A. Las técnicas de recolección de datos serán la observación directa, diario de campo y diálogos con los estudiantes.

Para la construcción de la cartilla didáctica se proponen 4 fases:

- ▶ Revisión teórica y contextualización: se realiza una revisión literaria sobre la implementación de actividades artísticas para la construcción de aprendizajes significativos. Así mismo, se analizarán las mallas curriculares correspondientes a 1 grado para contextualizar la cartilla en la realidad educativa de la institución.
- ▶ Selección de actividades artísticas: se seleccionan las actividades artísticas más adecuadas para fortalecer la construcción de aprendizajes significativos.
- ▶ Implementación de actividades: se desarrollan las actividades preseleccionadas con los estudiantes de 1A bajo un proceso de observación directa. Finalizado el desarrollo

- de las actividades se realiza un dialogo con los estudiantes para comentar su experiencia durante la jornada.
- ▶ Diseño final de la cartilla didáctica: se realiza el diseño formal de la cartilla artística, teniendo en cuenta los comentarios de los estudiantes acerca de su experiencia durante el desarrollo de las actividades.

RESULTADOS

El arte no sólo favorece el desarrollo de habilidades cognitivas, sino que también permite a los estudiantes crear conexiones significativas con su entorno social y cultural. A través de actividades artísticas, no solo comprenden mejor los contenidos académicos, sino que también fortalecen su autoestima y desarrollan habilidades de motoras finas y gruesas mediante expresiones como la danza, la pintura y el teatro.

De acuerdo con Camacho y Munévar (2021) el arte brinda a los docentes la posibilidad de enseñar de diversas maneras, porque permite adaptar las temáticas a distintas expresiones artísticas, considerando los gustos y preferencias de los estudiantes. Al lado de ello, se espera que el diseño de cartilla didáctica facilite la construcción de aprendizajes significativos, donde el arte conecte los contenidos curriculares y la realidad del contexto del estudiante permitiendo entonces un desarrollo integral.

Con esta propuesta esperamos que se propicie un ambiente de aprendizaje lúdico lleno de disfrute, gozo y sobre todo aprendizaje para los estudiantes, donde puedan explorar y fortalecer distintas habilidades y destrezas

Ciencia en escena: del dato al relato

desde las diferentes manifestaciones del arte, danza, teatro y pintura. Esta cartilla didáctica estará diseñada para desarrollarse durante varias semanas consecutivas, estableciendo una estructura progresiva que permita integrar el arte de manera transversal en todas las áreas del conocimiento.

La idea consiste en que durante cada semana se seleccionen tres días alternos, por ejemplo, si se seleccionan los lunes, miércoles y viernes, todas las asignaturas correspondientes a cada uno de esos días deberán centrarse en una expresión artística, es decir, el lunes todas las actividades escolares se desarrollarán desde el teatro, el miércoles con actividades de danza y viernes con actividades de pintura. Esta dinámica se desarrollará de manera alterna, es decir, semana tras semana se irán rotando las expresiones artísticas de modo que ninguna expresión artística quede limitada a un solo día, permitiendo entonces que todas las áreas del currículo se desarrollen desde diferentes lenguajes artísticos.

En ese orden de ideas, se espera que el desarrollo e implementación de esta cartilla didáctica no solo motive a los estudiantes a participar en las distintas clases, sino que además sean capaces de entender, comprender y apropiarse de cada uno de los conocimientos impartidos por el docente y apuntar hacia el fortalecimiento del pensamiento crítico y la creatividad de los niños. Gracias a las manifestaciones del arte los niños serán capaces de comprender los contenidos porque están más cerca de su contexto real, donde se expresan a través de di-

bujos, canciones y/o danzas. Así mismo, se espera que esta estrategia contribuya al fortalecimiento del trabajo en equipo y el respeto por la diversidad los cuales son fundamentales en la educación actual.

CONCLUSIONES

La implementación de esta propuesta de investigación permitirá evidenciar que el arte es una estrategia con un gran valor pedagógico ya que transforma los procesos de enseñanza aprendizaje, especialmente en contextos donde aún predominan las prácticas pedagógicas tradicionales y no se tienen en cuenta los intereses, gustos y/o necesidades de los estudiantes. Las expresiones artísticas como el teatro, la danza y la pintura permiten a los estudiantes adquirir un rol activo y participativo en su aprendizaje alejándolos de la simple memorización y repetición de la información proporciona por sus docentes. De esta manera, los niños no solo comprenden y apropian de los contenidos, sino que también se convierten en protagonistas en la construcción de nuevos conocimientos. Tal como menciona la UNESCO (2006) el arte es un componente esencial de una educación de calidad y representa un derecho universal que favorece el desarrollo pleno de las personas. En este sentido, la participación de los niños en actividades artísticas no solo enriquece su formación académica, sino que también contribuye al desarrollo del pensamiento crítico, la lectura comprensiva y la creatividad.

Ciencia en escena: del dato al relato

Así mismo la implementación de la presente cartilla artística permitirá valorar las diferentes cualidades con la que cuentan los niños incentivando así que la educación que se le ofrece al estudiante pueda adaptarse a las necesidades particulares de cada niño. De esta forma, se busca prevenir las dificultades que comúnmente se presentan en el proceso de enseñanza aprendizaje, como se ha evidenciado en las aulas de la I.E. Juan Acosta Solera, donde si bien los niños son muy activos y participativos, cuando los pasan al frente muestran un poco de inseguridad para expresarse, es como una especie de bloqueo al estar frente a sus compañeros y sus opiniones son motivo de burla o regaño ante una posible equivocación. Frente a esta problemática, el teatro como una expresión artística, se convierte en una estrategia poderosa puesto que, al asumir un personaje de interés, el estudiante se sentirá más libre y seguro para comunicarse con sus compañeros. Tal como menciona, Zamar M. D. G. (2024) el arte permite que los estudiantes experimenten y exploren nuevas ideas sin miedo a equivocarse.

Por otro lado, la presente idea de proyecto demuestra entonces que es posible conectar el contenido curricular con el contexto real de los estudiantes, permitiendo que los conocimientos adquiridos en clase tomen un sentido a partir de sus propias experiencias, interés y formas de ver e interactuar con el mundo. Esta conexión promueve una mayor participación del estudiante en su proceso porque no ve las actividades como algo ajeno a él o una obligación sino como una experiencia que es de

interés para él. De este modo, lejos de limitarse a cumplir estrictamente con el currículo, esta cartilla permitirá que se alcancen de manera más fácil cada uno de los objetivos propuestos en dicho currículo.

Por otra parte, posterior a la implementación de la cartilla didáctica el rol del docente tiene varios cambios dentro de los cuales destacan que deja de ser un simple transmisor de contenidos y se convierte en un mediador, guía del proceso de enseñanza-aprendizaje y sobre todo será un agente comprometido con la formación de sus niños adaptando sus estrategias de enseñanza para responder a la diversidad del aula.

En última instancia, el presente proyecto abre caminos a futuras investigaciones pedagógicas centradas el arte como eje transversal en educación inicial y básica primaria. Cabe resaltar que el arte no solo debe ser visto como una asignatura de relleno, sino como un elemento esencial que puede fortalecer cada una de las áreas del conocimiento, porque cuando los estudiantes tienen la oportunidad de aprender por medio de actividades artísticas no solo se desarrollan habilidades motrices o creativas sino también cognitivas, comunicativas y socioemocionales que son importantes en su desarrollo integral de calidad. De una u otra forma, la implementación de nuestra cartilla didáctica puede permitir que las instituciones educativas sean más conscientes sobre la realidad de su población estudiantil. Por ello, es importante que las instituciones en conjunto con los docentes asuman el reto de transformar sus prácticas pedagógicas, que no sigan teniendo el miedo

a cambiar, modificar o incluso crear nuevas estrategias de enseñanza que sirvan como respuesta a la realidad de sus salones de clase. También, es indispensable que se sigan promoviendo espacios de formación docente que impulsen nuevas estrategias, las cuales generen y sumen al pensamiento creativo y le den un nuevo significado a la función del arte en las escuelas. De esta manera se alcanzará una educación transformadora donde los niños puedan apropiarse y construir su propio aprendizaje desde lo que imaginan, sienten y son capaces de crear.

En conclusión, el arte es una estrategia metodológica capaz de transformar el proceso de enseñanza aprendizaje en una experiencia significativa y divertida para los estudiantes. Por tal motivo, es fundamental seguir fortaleciendo prácticas pedagógicas que integren el arte, apostando por una educación más inclusiva donde se valore la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Yaritza

Principalmente quiero agradecer a mi tutora de proyecto Karina Rodríguez, quien ha apoyado cada una de mis propuestas y que me enseñó que la investigación también se construye con amor y vocación. Agradezco al semillero HECUPA por permitirme ser parte de esta red de investigación en la cual he aprendido muchísimas cosas en especial que educar también es sembrar cultura de paz y que desde la

investigación es posible transformar realidades y aportar al desarrollo integral de mis futuros estudiantes. Además, quiero agradecer a mis padres, hermano y novio por confiar en mis habilidades y motivarme día a día para seguir preparándome y convertirme en esa excelente profesora que desde niña soñé ser.

Vanessa

Agradezco a Dios por ser mi guía, mi refugio y mi fuente de fortaleza en cada paso de este camino. A mis padres, por su amor incondicional, sus consejos y su apoyo constante. A mis hermanos, por estar presentes, por su compañía y cariño sincero. A mi hermana en el cielo, que, aunque no esté físicamente, siento su luz, su amor y su presencia en cada logro. A Yaritza, por caminar a mi lado con lealtad, por ser compañera de sueños, batallas y aprendizajes, y por convertirse en parte esencial de esta historia. En especial, agradezco a Thiago, mi hijo, mi motor, mi mayor inspiración, gracias por darme razones para seguir, por enseñarme a amar sin límites y por recordarme cada día el valor de no rendirme. A cada uno, gracias por ser parte de este proyecto y de mi vida. Este logro también es de ustedes

REFERENCIAS

- Mediavilla Naranjo, E. (2021). Construcciones del cuerpo y las artes para una educación infantil transformadora. *Arteterapia*, 16.
- Munevar Jamioy, B., & Camacho Tejada, O. A. (2022). Las expresiones artísticas como herramienta de enseñanza para el reconocimiento de las fiestas patrias en la Fundación Instituto Tecnológico del Sur.
- Paternina, Y. L., Muslaco, E. C., & Campillo, E. G. (2025). Estrategias pedagógicas y didácticas para mejorar la enseñanza-aprendizaje en preescolar en la IE Ranchería, Sahagún. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 2(1), 186-194.
- UNESCO. (2006). Hoja de Ruta para la Educación Artística. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384200_spa
- Vera, F., Morales, M., & Villanueva-Mascort, G. (2022). Aprendizaje activo versus enseñanza tradicional: Estudio de caso con estudiantes de grado de un Tecnológico mexicano. *Transformar*, 3(3), 4-15.
- Villar-Cavieres, N., & Castro, S. (2023). La importancia del arte en el desarrollo del niño. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9718-9728.
- Zamar, M. D. G. (2024). *Arte y aprendizaje: estrategias para la educación artística en primaria* (Vol. 179). Universidad Almería.

Música vallenata como estrategia pedagógica en el aprendizaje de los estudiantes del Infotep de San Juan del Cesar - Guajira

Cecilia Leonor Jaraba Palacio
Henry Luis Gámez Fragozo

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional – INFOTEP



Resumen

El estudio tuvo como objetivo diseñar una propuesta para implementar la música vallenata como estrategia pedagógica en el Instituto Nacional de Formación Técnica Profesional (INFOTEP) de San Juan del Cesar, La Guajira. Su pertinencia radica en el valor cultural del vallenato en la Costa Caribe colombiana y en su potencial educativo.

Los objetivos específicos incluyeron diagnosticar la disposición docente, identificar los aires vallenatos locales, determinar los beneficios pedagógicos de su uso y proponer estrategias de implementación. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, paradigma empírico-analítico y un proyecto factible con diseño no experimental y de campo. Se aplicaron observación y cuestionario a docentes y estudiantes, instrumento que obtuvo una confiabilidad de 0.87 en Alfa de Cronbach.

Los resultados muestran una alta disposición de los docentes para integrar la música vallenata en sus clases, así como una mayor sensibilización de la comunidad educativa frente a su valor pedagógico. Se presentan estrategias concretas para su incorporación en el aprendizaje.

Se concluye que la inclusión del vallenato en el contexto educativo del INFOTEP es viable, pertinente y bien recibida, y que la institución debe continuar fortaleciendo acciones que preserven este patrimonio cultural y promuevan su uso pedagógico.

Palabras clave: Aires vallenatos, estrategia pedagógica, música

INTRODUCCIÓN

La función del docente ha evolucionado significativamente, pasando de un enfoque conductista a un rol de mediador que guía y orienta el aprendizaje, para que los estudiantes se involucren activamente. En este contexto, surge la oportunidad de integrar la rica herencia cultural del país en el quehacer pedagógico.

El vallenato, un género musical emblemático que identifica el folclore colombiano, se presenta como un vehículo ideal para este fin. No se trata solo de un ritmo o una letra, sino de un patrimonio cultural que puede fomentar la identidad y el aprendizaje a través de estrategias bien planificadas. La UNESCO (ONU, 2019) reconoció la música Vallenata colombiana en la *Lista de Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad*, destacando su necesidad de salvaguardia urgente y su valor como elemento de identidad.

El Instituto Nacional de Formación Técnica Profesional (INFOTEP) de San Juan del Cesar, ubicado en el corazón de esta cultura, tiene la oportunidad de aprovechar esta riqueza folclórica. Sin embargo, se ha identificado la necesidad de formalizar la integración de la música Vallenata en el currículo para potenciar las habilidades musicales de los estudiantes y fortalecer su conexión con su patrimonio.

La motivación de este proyecto es vincular la acción pedagógica de los docentes con esta riqueza cultural. Su relevancia radica en el potencial de la música para generar

Ciencia en escena: del dato al relato

aprendizajes significativos y contribuir al desarrollo de talentos intrínsecos, a la vez que se preserva un valioso legado cultural. Por tanto, el objetivo de este estudio es diseñar una propuesta que permita la implementación del vallenato como estrategia pedagógica en el proceso de aprendizaje de los estudiantes del INFOTEP.

A partir de esta descripción, se establece la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera se podrá presentar el diseño de una propuesta que permita la implementación de la música Vallenata como estrategia pedagógica en el proceso de aprendizaje de los estudiantes del INFOTEP?

Antecedentes relevantes

Este trabajo se apoya en investigaciones previas que han explorado el uso de la música como herramienta educativa. Entre ellas, se destacan los estudios de Gaona (2020), *La música como estrategia pedagógica para facilitar la enseñanza de las ciencias sociales*, y de García y Mardones (2018), *¡Profe enséñeme canciones! Una investigación sobre el uso de las canciones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias sociales*. Un antecedente particularmente relevante es el de Guerra, Zuluaga y Guerra (2018), *Música Vallenata, instrumento pedagógico en el proceso de aprendizaje universitario de la Universidad Popular del Cesar en Colombia*, el cual demuestra la viabilidad de utilizar este género musical en el ámbito académico

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación fue de índole proyectiva, basada en lo que expresa Hurtado (2000), quien la define como la elaboración de una propuesta o modelo para solucionar un problema. Asimismo, la autora menciona que el objetivo es diseñar o crear respuestas dirigidas a resolver determinadas situaciones. Ejemplos de investigación proyectiva incluyen los proyectos de arquitectura e ingeniería, el diseño de maquinarias, la creación de programas de intervención social, el diseño de programas de estudios, los inventos y la elaboración de programas informáticos. Este tipo de investigación potencia el desarrollo tecnológico (Flores, 2013).

Por ello, la investigación se orientó a presentar estrategias pedagógicas para la implementación de la propuesta sobre la música Vallenata en el proceso de aprendizaje de los estudiantes del INFOTEP (Moreno, 2016).

El diseño de la investigación fue no experimental y transaccional. Según Sabino (2010), este tipo de diseño se refiere a la estrategia adoptada por el investigador para responder al problema planteado en el estudio. Además, este diseño permitió la recolección de datos en su contexto habitual, en un solo momento, lo cual representó las fuentes primarias para el análisis de la investigación.

Asimismo, Chávez (2012) señala que el diseño de la investigación está dentro de la modalidad de campo, la cual se define como "aquel tipo de investigación a través de la cual se estudian los fenómenos sociales en su ambiente

natural". Por su parte, Balestrini (2012) considera que "los estudios de campo permiten no solo observar, sino recolectar los datos directamente de la realidad en su ambiente cotidiano, para posteriormente interpretar los resultados de estas investigaciones".

Desde otro punto de vista, la investigación también es transaccional o transversal. Hernández, Fernández y Pilar (2019) indican que los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

En el trabajo de campo, la población representa un punto esencial para el proceso de recopilación de datos, dado que en ella se encuentran las personas o elementos que constituyen las unidades informativas que se desean investigar. En este sentido, Parra (2010) afirma que la población "representa el conjunto de todas las mediciones u observaciones del universo de interés de la investigación".

Por consiguiente, los requerimientos del estudio pueden llevar al investigador a utilizar más de una población, dependiendo de las características que se deseen medir (Baptista, 2014). En este caso, la población se conforma por 33 docentes y 319 estudiantes previamente seleccionados que forman parte del contexto del INFOTEP (Didou Aupetit, 2014). Las características del grupo poblacional correspondiente al personal administrativo-docente y estudiantes de la institución se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Población de Estudio

Institución Educativa	Docentes
INFOTEP	33

Fuente. Unidad de personal de la respectiva la Institución Educativa objeto de estudio (2021).

En tal sentido y de acuerdo con el reducido tamaño de la población y la accesibilidad a la aplicación de los instrumentos a la totalidad de esta, en el estudio se aplicó el censo poblacional propuesto por Tamayo & Tamayo (2012) en consideración a que se asume como muestra la totalidad de la población, razón por la cual, para los fines del estudio no fue necesario aplicar ningún procedimiento de muestreo. En este sentido, se considerarán los 33 sujetos (docentes).

Muestra

Según Hernández, Fernández, & Pilar (2019) la muestra, es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población, (Arias, 2012) manifiesta, subconjunto representativo y finito extraído de la población accesible. En este sentido, la investigación estará compuesta por una población estudiantil de 319 estudiantes aplicando así una fórmula para estimar la proporción poblacional, es decir, la muestra, de la siguiente manera:

Dónde:

$n = n$ = Tamaño de la muestra

Ciencia en escena: del dato al relato

$N = N$ = Total de elementos que integran la población

$Z^2C = Z^2C$ = Zeta crítico: valor determinado por el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado. Para un grado de confianza de 95% el coeficiente es igual a 2, entonces el valor de zeta crítico es igual a $2^2 = 4$. Para un nivel de confianza del 99% el coeficiente es igual a 3, y zeta crítico es igual a $3^2 = 9$.

$e = e$ = Error muestral: falla que se produce al extraer la muestra de la población. Generalmente oscila entre un 1% y un 5%.

$p = p$ = Proporción de elementos que presentan una determinada característica a ser investigada. Una proporción es la relación de una cantidad con respecto a otra mayor.

$q = q$ = Proporción de elementos que no presentan la característica que se investiga. Se aplican las fórmulas

$$q = \frac{A}{N}q = \frac{A}{N} (1)$$

$$p + q = 1p + q = 1 (2)$$

Para la estimación de la muestra se utilizó la ecuación 3:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) \cdot Z^2 \cdot p \cdot q} n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) \cdot Z^2 \cdot p \cdot q} (3)$$

Donde $n = 178n = 178$

Tabla 2. Distribución de la población estudiantil

Institución Educativa	Población de estudiantes	Muestra
INFOTEP	319	178

Fuente. Elaboración propia (2021)

En este sentido, una vez aplicada la fórmula para la escogencia de la muestra, queda establecida que la misma considera a 178 sujetos, (estudiantes), como muestra para el desarrollo del proceso investigativo.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según la naturaleza de este estudio y de los datos que se necesitan para realizarlo, se utilizará la técnica de la observación. Desde esta perspectiva, (Chávez, 2012) señala que las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Son ejemplos de técnicas: la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades (entrevistas o cuestionario) el análisis documental, análisis de contenido y otras. (De La Torre, 2013)

De acuerdo con lo planteado por (Hernández, Fernández, & Pilar, 2019, p. 325), un cuestionario consiste en “un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir”. Por otra, se puede decir, que el fundamento de todos los cuestionarios es preguntar; contestar las preguntas del cuestionario.

Las preguntas deben motivar a los encuestados que proporcionarán los datos necesarios. La información recabada en esta investigación se recopiló en un instrumento tipo escala de Likert, 22 ítems (es decir, se presentarán por cada ítems aseveraciones para ser respondidas por los sujetos seleccionados), se diseñó un instrumento con la siguiente escala de respuesta (5= totalmente de acuerdo;

4= de acuerdo; 3= en desacuerdo; 2= totalmente en desacuerdo; 1= ni de acuerdo ni en desacuerdo).

Validez y confiabilidad del instrumento

Toda investigación debe cumplir con dos reglas básicas para que la información obtenida sea válida y los datos recolectados puedan compararse, estas reglas son: validez y confiabilidad. Según (Hernández, Fernández, & Pilar, 2019) la validez se refiere al grado en que un instrumento de recolección de datos mide la variable que pretende medir, y la confiabilidad se refiere al grado en que la aplicación repetida de un instrumento de recolección de datos al mismo sujeto u objeto produce similares resultados.

Para tal fin, el instrumento diseñado fue sometido a un proceso de validación de contenido, a través de la técnica del Juicio de Expertos, que consiste en la revisión lógica del instrumento que se consigue por medio de un grupo de personas a las que se consideran expertos en el campo al que ha de aplicarse el instrumento. (Méndez A, 2001)

En lo que se refiere al otro requisito que debe cumplir el instrumento de recolección de datos, (Hernández, Fernández, & Pilar, 2019) expresan que la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su acción repetida al mismo sujeto, produce iguales resultados, se utilizó la fórmula de Alfa Cron Bach, cuyos resultados obtenidos a través de la aplicación de los instrumentos a las muestras utilizadas como prueba piloto, fueron ingresados en una hoja de cálculo, a través del

software SPSS, por la ruta del Análisis de Fiabilidad el cual permitió realizar los cálculos respectivos.

Para (Hernández, Fernández, & Pilar, 2019) la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados similares. En este caso, se determinó por el método Alfa Cronbach, según la siguiente fórmula, utilizando para ello el software SPSS:

$$r = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Donde

$K = K$ = Número de ítems.

$S_i^2 = S_i^2$ = Sumatoria de Varianzas de los Ítems

$S_t^2 = S_t^2$ = Varianza de la suma de los Ítems

Tabla 3. Baremo de confiabilidad

Rangos	Interpretación
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.01 – 0.20	Muy baja

Fuente. Ruiz B. (2002).

Se concluye que las respuestas establecidas según el cuadro de baremo de (Ruiz B, 2002) obteniéndose un 0,87. Es decir, un instrumento altamente confiable, se puede notar en el cuadro que se verá a continuación, es decir, entre más alta la interpretación, más confiable.

Tabla 4. Categoría de análisis para la interpretación del promedio

Rango	Intervalo	Categoría
1	4.21 – 5	Muy alta
2	3.41 – 4.20	Alta
3	2.61 – 3.40	Moderada
4	1.81 – 2.60	Baja
5	1 – 1.80	Muy baja

Fuente. Elaboración propia (2021)

Tabla 5. Categoría de análisis para la interpretación de la desviación estándar

Rango	Intervalo	Categoría
1	3.21 – 4	Muy alta dispersión
2	2.41 – 3.20	Alta dispersión
3	1.61 – 2.40	Moderada dispersión
4	0.81 – 1.60	Baja dispersión
5	0 – 0.80	Muy baja dispersión

Fuente. Elaboración propia (2021)

RESULTADOS

Con la investigación se logró alinear los elementos curriculares que maneja el INFOTEP, para que se incluya el tema sobre la implementación de estrategias pedagógicas que incorporen la música Vallenata. Una vez interiorizada y aceptada esta propuesta, se sugiere a los docentes dinamizar sus clases con actividades rítmicas, utilizando la música al inicio de clase como parte activa del proceso, ya que esta ayuda a mejorar la disposición general de los jóvenes hacia el aprendizaje.

Es fundamental que los docentes se documenten acerca de la importancia de la música Vallenata y los beneficios que esta ofrece en el aprendizaje de cada estudiante, bajo

el argumento de que el vallenato es parte del folclore de Colombia. Se recomienda implementar más talleres, así como utilizar más juegos, bailes, dramas, entre otras actividades, basadas en el uso de la música como estrategia pedagógica que mejora la competencia musical en los estudiantes.

CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis de los resultados en referencia al objetivo general, el cual estuvo orientado a presentar estrategias pedagógicas para la implementación de la propuesta sobre la música Vallenata en el proceso de aprendizaje de los estudiantes del Instituto Nacional de Formación Técnica Profesional de San Juan del Cesar, La Guajira, se concluye que resulta oportuna la gestión del INFOTEP para buscar mecanismos que permitan preservar la música Vallenata. Además, es fundamental que los docentes asuman su rol de formadores y desarrollen estrategias pedagógicas que faciliten el aprendizaje de los estudiantes.

En cuanto al primer objetivo específico, relacionado con la dimensión de la disposición de los docentes en el desarrollo de estrategias pedagógicas para integrar la música Vallenata, se observa que los docentes se encuentran en una categoría de alto nivel en cuanto a su disposición.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

El presente proyecto se desarrolló en el marco de las actividades pedagógicas del Instituto Nacional de For-

mación Técnica Profesional (INFOTEP) de San Juan del Cesar, La Guajira.

Agradecemos el liderazgo de la docente Cecilia Jaraba Palacio y del estudiante Henry Gámez Fragoso. De igual manera, extendemos nuestro reconocimiento al Centro de Investigación Institucional y al semillero de investigación “Los Visionarios”, así como a los docentes y estudiantes del INFOTEP que participaron activamente en cada fase del proceso.

El trabajo se inspiró en la riqueza cultural del Caribe colombiano y en el compromiso institucional por innovar en la formación técnica. Se reconoce, además, la influencia del enfoque de inteligencias múltiples de Howard Gardner como base conceptual del diseño pedagógico.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Editorial Episteme, C.A.
- Ausubel, D., & Novak, J. H. (1998). Psicología evaluativa punto de vista cognitivo. Editorial Trillas.
- Balestrini, M. (2012). Cómo se elabora el proyecto de investigación. Consultores Asociados.
- Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación. Universidad Anáhuac.
- Cassany, D. (2007). Tras las líneas: Sobre la lectura contemporánea. Anagrama.
- Chávez, N. (2012). Introducción a la investigación educativa. Zorrilla.
- De La Torre, S. (2013). Creatividad aplicada: Recursos para una formación creativa. Editorial Escuela Española.

- Didou Aupetit, S. (2014). Programa de atención a estudiantes indígenas en educación superior en América Central: Los sellos institucionales. Juan Pablos Editor.
- Flores, D. (2013). Organizadores del conocimiento y su importancia en el aprendizaje. *Investigación Altoandina*, 15(1), 83–87.
- Gaona, F. (2020). La música como estrategia pedagógica para facilitar la enseñanza de las ciencias sociales de las estudiantes de Licenciatura en Educación Básica Primaria de la universidad de la Costa CUC. CUC.
- García, M., & Mardones, M. (2018). La música como estrategia didáctica. *Foro Educativo*, (20), 2710.
- Guerra, E., Zuluaga, A., & Guerra, S. (2018). Titulada "Música Valleenata, instrumento pedagógico en el proceso de aprendizaje universitario". Universidad Popular del Cesar.
- Hernández, R., Fernández, C., & Pilar, L. (2019). Metodología de la investigación. Instituto Politécnico Nacional.
- Hurtado, J. (2000). Metodología de la investigación holística. Instituto Universitario de Tecnología Caripito.
- Méndez A., C. E. (2001). Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación (3.ª ed.). Mc Graw Hill.
- Moreno, R. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de la música en educación primaria [Tesis de grado, Universidad de Costa Rica]. Repositorio de la ULA – Venezuela.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2019, enero). Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Unesco, (2008). Unesco Biblioteca Digital. <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-educational-scientific-and-cultural-organization/>
- Parra, J. (2010). Los procedimientos metodológicos para la muestra. Ediluz.
- Ruiz B., C. (2002). Reseña de libro: Instrumentos de investigación educativa. Procedimientos para su diseño y validación. CIDEG.

Ciencia en escena: del dato al relato

Sabino, C. (2010). El proceso de investigación. Panapo.

Tamayo, M., & Tamayo. (2012). El proceso de la investigación científica: Fundamentos de la investigación con el manual de evaluación de proyectos (4.^a ed.). Limusa Noriega.

Violencia epistémica basada en género en la academia

Alejandro Guerra Gómez
Elizabeth Gómez Etayo
Katherine Esponda Contreras

Universidad Autónoma de Occidente



Resumen

La propuesta analizó una de las manifestaciones de las violencias basadas en género en la academia: la violencia epistémica, a partir de las reflexiones desarrolladas en el Semillero de Estudios de Género de la Universidad Autónoma de Occidente. El objetivo fue explorar cómo la autoridad académica sigue vinculándose con corporalidades y discursos normativos, generando tensiones entre autenticidad y adaptación en quienes se sitúan fuera de esos marcos hegemónicos. Para ello, se utilizó un monólogo con elementos de auto etnografía y apoyado en marcos teóricos de las ciencias sociales, que permitió articular la experiencia en primera persona con un análisis crítico de las estructuras institucionales.

El trabajo evidenció que la academia reproduce mecanismos de exclusión simbólica que legitiman lo masculinizado como forma predominante de enunciación y subordinan otras voces. Se concluyó que estas dinámicas operan de manera interseccional, afectando a las personas no solo por su género, sino también por su clase social y su pertenencia étnica. Como aporte central, la propuesta invita a repensar las condiciones de producción del conocimiento para reconocer la diversidad de voces como una fuente de legitimidad epistémica y no como un obstáculo para el éxito del ejercicio académico.

Palabras clave: *violencias, basadas en género, universidad, violencia epistémica, interseccionalidad*

INTRODUCCIÓN

Las políticas universitarias de género vienen tomando auge en las últimas dos décadas, luego de reconocer la importancia de promover la igualdad de género en los campus universitarios, es así, como el 28 de junio de 2022, la Universidad Autónoma de Occidente adoptó una Política de género, considerando lineamientos institucionales internos y de Estado (Resolución Consejo Superior No. 696/2022), como también las demandas del mundo contemporáneo en relación con promover la equidad e igualdad de género en todas las instancias, siendo el mundo académico uno de los más controversiales. Fue así, como destacadas universidades europeas norteamericanas y más recientemente, latinoamericanas como en México y Chile, se dieron a la tarea de promover, diseñar e implementar políticas que promueven la equidad e igualdad de género en todas las áreas de la vida universitaria, que sirva como marco de referencia para prevenir y sancionar diversos tipos de violencias basadas en género, en articulación con la normatividad local y nacional (Aguilar, Alonso, Melgar y Molina, 2009)

Al respecto, el Ministerio de Educación Nacional sugiere que las políticas de género universitarias deben tener como soporte empírico una línea base donde se identifiquen los conocimientos que la comunidad universitaria tiene en materia de estudios de género. Para ello, se considera pertinente y necesario iniciar con el levantamiento de esta información empezando por la comunidad estudiantil. En nuestra Universidad diseñemos una encuesta

Ciencia en escena: del dato al relato

con cuatro capítulos que dan cuenta de 4 variables: 1. Identificación 2. Violencia psicológica 3. Violencia sexual y 4. Violencia física. (Caballero, 2003, Calle; González & Núñez, 1988, Gómez, 2019). En el capítulo sobre violencia psicológica, se inscribe la violencia epistémica, materia de análisis en este capítulo.

La violencia epistémica es entendida como toda forma de desconocimiento, afectación, discriminación y emisión de juicios de valor del pensamiento de una persona en función de su identidad y expresión de género.

La literatura arroja que las mujeres y las personas de orientación sexual diversa, de manera permanente están ajustando sus ideas, opiniones y puntos de vida para lograr encajar en el contexto académico donde se desempeñan. (Güereca, 2017). No se sienten cómodas en participar en las reuniones académicas masculinizadas, porque los hombres suplantan sus ideas, no las dejan hablar o cuando participan, sobre explican lo que ya se había expuesto. (Pérez, 2019) Es una violencia invisible para los ojos inexpertos de un público o colectivo que todavía no ve la realidad con los lentes de género o de la interseccionalidad, pero muy sentida, real y visible para quien tiene que lidiar a diario con una violencia que hasta ahora se nombra, se reconoce y se define como tal. Ninguna persona tendría que estar lidiando con este tipo de situaciones, suficiente con el ejercicio intelectual que en sí mismo demanda una alta exigencia, para que

además se tenga que invertir energía en pensar cómo presentarse ante los distintos colectivos para ser aceptada. En este artículo se presenta la reflexión auto etnográfica de un estudiante queer que, en el semillero de estudios de género, trajo su propia experiencia y la de su círculo más cercano, donde reconocieron esa incomodidad permanente de expresar sus ideas y logra dársele nombre: violencia epistémica. Fue muy revelador esta postura, dado que las mujeres cis habíamos experimentado el fenómeno de los hombres explicando nuestras ideas, conocido como *mansplaining*, pero no habíamos reflexionado sobre cómo ese fenómeno afecta también a la diversidad sexual y las expresiones e identidades de género diversas. Reflexión que aquí se presenta.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Semillero de Estudios de Género, diseñamos una encuesta para identificar los conocimientos que la comunidad estudiantil tiene sobre las violencias basadas en género. El proceso de diseñar la encuesta fue un ejercicio intelectual donde surgieron diversas reflexiones sobre las distintas violencias basadas en género que cada vez más salen a la luz pública. Este ejercicio intelectual fue realizado a través de grupos focales donde se analizó la violencia epistémica en particular. De ese ejercicio surgió la idea de hacer un monólogo como una apuesta creativa donde un estudiante logra condensar su propio sentir y el sentimiento de personas cercanas y conocidas. El monólogo es un ejercicio creativo que requiere técnicas

teatrales, oratoria, argumentación, performatividad y lectura crítica. Este monólogo se ensaya y se presenta ante el grupo focal quien retroalimenta el ejercicio.

RESULTADOS

“Respiro hondo antes de hablar. En mi mente ensayo la frase con un tono bajo, seco, sin titubeos. No debo vacilar. Porque hacerlo es un resbalón y un resbalón es un delirio de fragilidad. Y la fragilidad es lo que más teme este mundo de hombres que se empalman con su propio reflejo.

Mi voz es un territorio en disputa. Mi existencia es un campo de batalla entre la hegemonía y la subversión, entre el *habitus* y la resistencia. Me corrijo en cada reunión, en cada aula, en cada correo. A veces me descubro escribiendo “saludos cordiales” cuando lo que quiero decir es “tengo miedo de que mi voz me delate”.

Porque en esta academia de roble y testosterona, la voz es un capital simbólico y el mío se devalúa si no *performo* la masculinidad hegemónica. Butler ya nos ha advertido que el género es una performance, pero aquí el guion no permite improvisaciones. Actúo la solidez, la voz grave, la postura contenida.

El primer día de clases entendí las reglas del juego. Un docente, con gesto paternalista, corrigió mi forma de hablar y me dijo: “Más seguridad en tu voz, que no se note la duda”. Pero no era la duda lo que le incomodaba. Era el tono. Era la suavidad. Era la amenaza de un desvío que él

no quería nombrar. Bourdieu tenía razón cuando afirmaba que el campo académico no es neutro; aquí, el capital cultural se intercepta con el capital de género, y el mío, por más títulos que acumule, sigue siendo sospechoso.

Mis pasos en los pasillos también son un cálculo. No quiero parecer etéreo, no quiero parecer lo que soy, porque lo que soy es un murmullo en una sala de gritos. Simone de Beauvoir afirmó que no se nace mujer, sino que se llega a serlo. No puedo evitar pensar que la masculinidad funciona del mismo modo: no se nace hombre, pero se nos exige llegar a serlo si queremos ser escuchados. Aquí, el hombre académico es una estatua, de mármol, de líneas rectas, sin adornos innecesarios. Cualquier adorno es sospechoso. Un arito, un pañuelo de más, un cruce de piernas incorrecto puede abrir una grieta en la imagen de la virilidad sólida.

Por eso me adapto. La elección de mi ropa se ha convertido en un ejercicio de disciplina. Evito los colores suaves, el estampado que delata una desviación del canon.

La rigidez del blazer me asfixia, pero al menos me protege. Foucault diría que el poder no solo se ejerce desde las instituciones, sino que se inscribe en los cuerpos. Lo siento en la tela que elijo, en la corbata que me ajusto, en el control de cada gesto. La academia no necesita una torre de vigilancia para disciplinarme; el panóptico funciona con cada mirada que me examina.

Cada reunión es una prueba: no interrumpo demasiado, no río demasiado, no gesticulo demasiado. Que mi voz

Ciencia en escena: del dato al relato

no suba demasiado, que mis palabras no caigan en la exageración, que mi risa no sea un chispazo que incendie la tensión. Hombres con nombres largos y trayectorias aún más largas me escuchan con la mitad de la atención que prestan a sus relojes. Pero cuando mi voz es más grave, más contenida, cuando borro cualquier rastro de feminidad, entonces asienten. Entonces me toman en cuenta.

No puedo evitar recordar lo que Monique Wittig afirmó: “la heterosexualidad no es solo un deseo, sino un régimen político”. Aquí, en estas aulas de discursos calculados y referencias citadas con precisión milimétrica, el régimen es claro: masculinízate o invisibilízate.

La academia, con todo su discurso sobre la crítica y el pensamiento libre, sigue reproduciendo *habitus* heteronormativos. Sigue reforzando lo que Butler denomina la matriz de inteligibilidad, aquella que dicta qué cuerpos, qué voces y qué gestos pueden ser considerados legítimos. Si no me ajusto a esa matriz, si no simulo el tono grave de la razón, soy ruido, soy desorden, soy lo que debe corregirse.

Pero hay días en los que me hartó. Días en los que me descubro queriendo cruzar la pierna con libertad, queriendo usar esa camisa que me sienta bien, queriendo hablar como hablo cuando estoy entre los míos. Pienso entonces en Paul B. Preciado y en su idea del cuerpo como un archivo vivo. Quizá eso es lo que soy, un archivo vivo de todo lo que intentaron borrar, una memoria encarnada de lo que se ha dicho en voz baja durante siglos.

Pero, a pesar de todo, hay grietas. Aunque la academia se esfuerce en mantener su arquitectura de roble y testosterona, las fisuras están ahí, en cada pregunta incómoda, en cada teoría que desestabiliza, en cada cuerpo que se rehúsa a ser moldeado.

No es solo mi voz la que está en disputa, sino el conocimiento mismo. Porque si el saber ha sido históricamente producido desde cuerpos masculinizados, cisheterosexuales, blancos, entonces cualquier voz que se aparte de ese registro no solo es un desajuste, sino una amenaza. Tal vez por eso exigen que baje el tono, que endurezca los gestos, que archive mi feminidad junto con las notas al pie. Porque saben que mi voz, en su suavidad, en su exceso, en su disidencia, es un testimonio vivo de que el saber puede ser otro, de que el lenguaje no pertenece solo a quienes han hablado siempre.

Y si ese es el caso, si mi sola presencia incómoda porque revela las fallas en el orden del discurso, entonces quizá no quiero que me escuchen solo cuando mi voz es grave.

Quizá el desafío no sea encontrar la entonación correcta, sino hablar en otro ritmo, desarmar la cadencia impuesta, generar nuevas maneras de decir. No quiero que mi voz sea una piedra, quiero que sea agua ... Que erosione, que fluya, que encuentre los intersticios, por donde filtrarse. Quiero que la academia aprenda a escuchar otros tonos, otros cuerpos, otras historias. Porque si el conocimiento es un territorio, entonces también puede disputarse. Y yo no quiero seguir pidiendo permiso para habitarlo.”

CONCLUSIONES

La violencia epistémica es una violencia invisible ante los ojos de una sociedad indiferente o que todavía no ha educado su visión con un enfoque interseccional y de manera particular, de género. La violencia epistémica es el desconocimiento, burla o descalificación del pensamiento de una persona en función de su identidad o expresión de género. De manera particular las mujeres la han sentido y sufrido de manera histórica en diferentes territorios y diferentes espacios académicos. El construir en pro de la reflexión y la apertura del diálogo alrededor del tema, no sólo se convierte en un ejercicio de educación y consciencia, sino también, un escenario de prevención a violencias basadas en género, al igual que, de manera indirecta, la apertura de espacios seguros para las diversidades sexuales, de género y comunidades históricamente excluidas.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

En primera instancia agradecer a la Universidad Autónoma de Occidente por abrir espacios propicios y seguros para la reflexión de estas temáticas en contraste a las tendencias globales al conservadurismo. Siendo la oportunidad de trabajar en género una herramienta que abre las puertas a la reconciliación y paz en un territorio tan golpeado por el conflicto como es el nuestro, construyendo y aportando en nuestro contexto sociocultural.

De igual forma, agradecer a las mentoras, maestras y amigas Elizabeth Gómez y Katherine Esponda, quienes con su conocimiento y experiencia han guiado nuestro quehacer académico y profesional, dotándonos de herramientas teóricas y metodológicas para la construcción de resultados tangibles, no sólo propios, sino comunitarios.

A mis amistades por el apoyo, difusión, divulgación y apertura de espacios, los cuales han sido de vital importancia para llegar a estas instancias y construir en conjunto, todas las personas diversas que me animan, enseñan y quienes han sido pilar importante de las reflexiones y metodologías de trabajo en las que hoy en día se están ejecutando.

Por último, pero de los más importantes cómo estudiantes de pregrado es a mis padres, quienes con su esfuerzo y disciplina me ha brindado el privilegio, no sólo es estudiar, sino también de dedicar una parte de mi tiempo a la investigación, brindándome las garantías para llevar a cabo este ejercicio con las mejores condiciones.

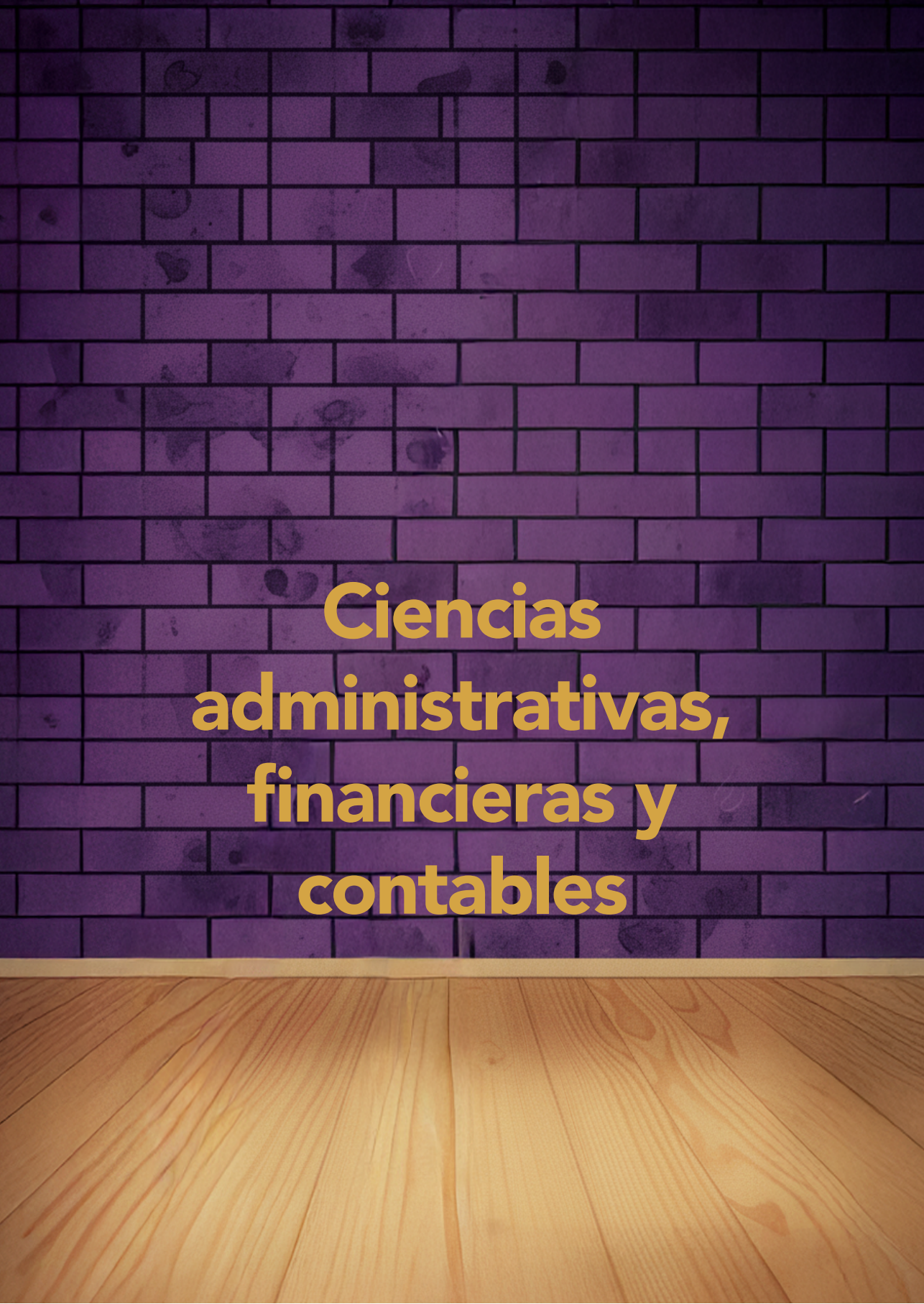
REFERENCIAS

Aguilar C., Alonso MJ., Melgar P. y Molina S. (2009). Violencia de género en el ámbito universitario. Medidas para su superación (Pág. 85-94) [85] Revista Interuniversitaria de pedagogía social (issn-1139-1723) n° 16 - marzo 2009 • tercera época.

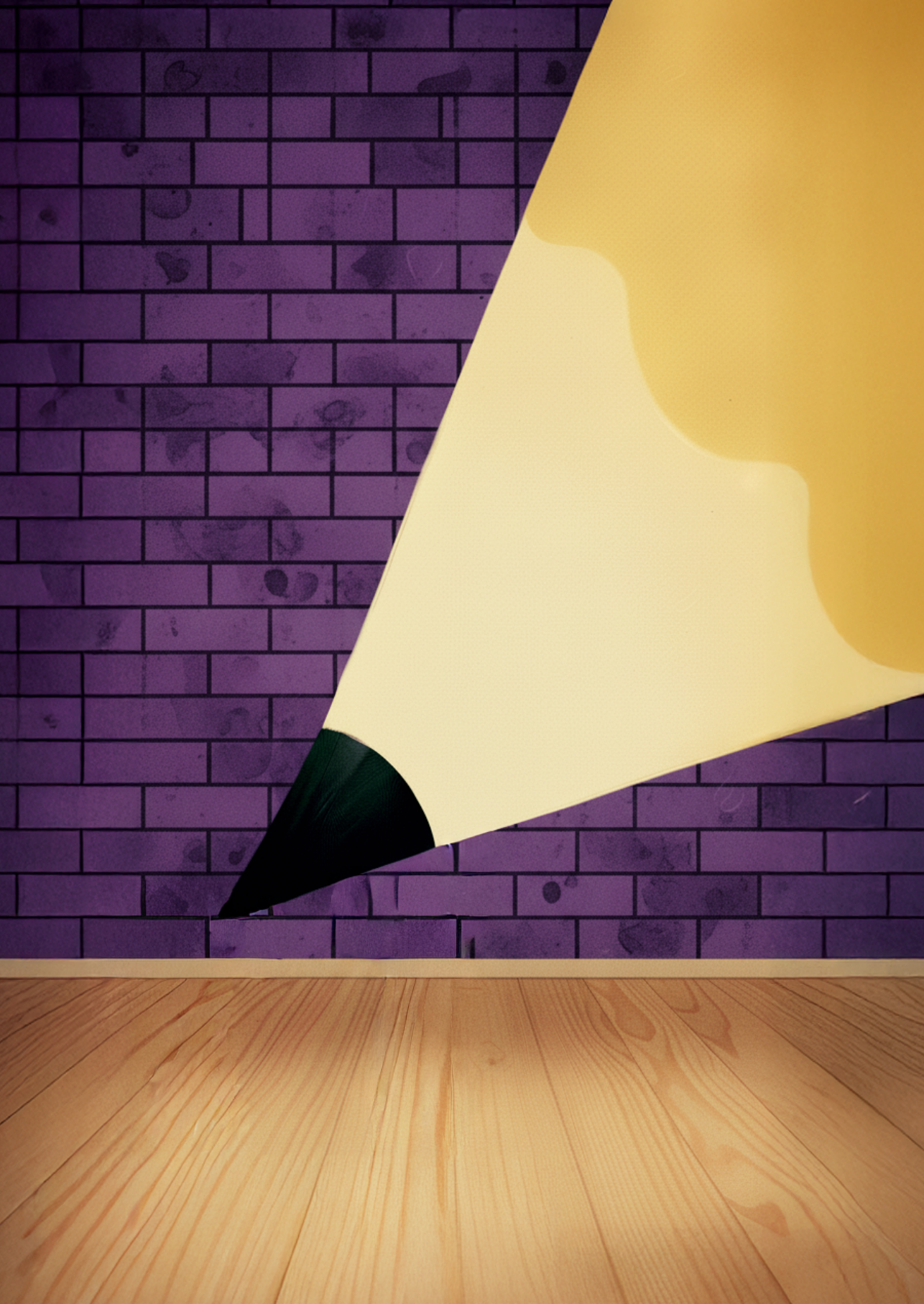
Caballero, MC. (2003) El acoso sexual en el medio laboral y académico. Tesis de doctorado Sexualidad y relaciones interpersonales, Facultad de psicología evolutiva. Salamanca: Universidad de Salamanca.

Ciencia en escena: del dato al relato

- Calle, M.; González, C.; Núñez, J. (1988). Discriminación y acoso sexual a la mujer en el trabajo. Madrid: Largo Caballero.
- Crocker, D.; Kalembe, V. (1999). The incidence and impact of women's experiences of sexual harassment in Canadian workplaces. *Canadian Review of Sociology and Anthropology*. 36(4), 541-558.
- Gómez, E. (2019) Ni ángeles, ni demonios. Hombres comunes. Narrativas sobre masculinidades y violencia de género. Programa Editorial Universidad Autónoma de Occidente. Cali.
- Güereca, R. (2017) Violencia epistémica e individualización: tensiones y nudos para la igualdad de género en las IES. *REencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, vol. 28, núm. 74, 2017. Universidad Autónoma Metropolitana
- Pérez, M. (2019) Violencia Epistémica: Reflexiones entre lo invisible y lo ignorable. En: *Revista de Estudios y Políticas de Género*. Número 1/ abril2019/ pp. 81-98.
- Beauvoir, S. de. (1949). *El segundo sexo* (6ª ed., traducción de M. Serrano). Alianza Editorial.
- Bourdieu, P. (1984). *Homo academicus* (1ª ed., traducción de J. Millán). Anagrama.
- Butler, J. (1990). *Problemas de género: Feminismo y la subversión de la identidad* (1ª ed., trad. M. E. Campos). Paidós.
- Foucault, M. (1975). *Vigilar y castigar: Nacimiento de la prisión* (3ª ed., trad. A. Gimeno). Siglo XXI Editores.
- Preciado, P. B. (2008). *Testo yonqui: Sexo, drogas y biopolítica en la era farmacopornográfica* (1ª ed., trad. M. E. Oller). Espasa.
- Wittig, M. (1992). *El pensamiento heterosexual y otros ensayos* (1ª ed., trad. C. Tsakis). Horas y Horas.



**Ciencias
administrativas,
financieras y
contables**



Ecoturismo en el volcán Cerro Machín

Jefersson Mendoza Serrano
Jenny Patricia Acevedo Rincón

Universidad Industrial de Santander



Resumen

El proyecto tiene por objetivo general analizar el desarrollo de un experimento de enseñanza STEM en un semillero de investigación para fortalecer la economía del turismo sostenible en el volcán Cerro Machín, Tolima, Colombia. Bajo una perspectiva cualitativa basado en el modelo de las 5E (*engage, explore, explain, elaborate, evaluate*), se integran las fases de preparación del experimento, la experimentación para apoyar el aprendizaje y el análisis retrospectivo de los datos obtenidos. Los resultados contribuyeron al crecimiento económico y social local, con un modelo replicable en regiones con contextos similares. El estudio abordó la vulnerabilidad socioeconómica y el desaprovechamiento del potencial turístico en zonas rurales, promoviendo la interdisciplinariedad de las áreas STEM enfocado principalmente en ciencias y matemáticas. En conclusión, se demuestra que el enfoque 5E en semilleros de investigación, como estrategia de Apropriación Social del Conocimiento, puede impulsar el turismo sostenible y mejorar la economía de comunidades rurales en el país.

Palabras clave: *apropiación social del conocimiento, educación STEM, turismo sostenible, experimento de enseñanza, desarrollo rural*

INTRODUCCIÓN

En el departamento del Tolima, Colombia, existe en el corregimiento de Tapias, una comunidad establecida dentro del interior del cráter del volcán Cerro Machín. Este volcán, se encuentra actualmente en alerta naranja, pero no representa un peligro inmediato para sus habitantes, quienes con el paso del tiempo han aprendido a convivir en su entorno único. Sin embargo, el turismo de naturaleza tradicional genera riesgos constantes para la preservación de la comunidad en relación con su medio ambiente. En este contexto, surge el estudio en el semillero de investigación infantil "Ecoturismo en el volcán Machín" dentro del marco general del proyecto MinCiencias "Integración de muongrafía con métodos geofísicos estándar para la construcción de un modelo 3D de densidad: aplicación al VCM" (convocatoria 890-2020) en su componente de Apropriación Social del Conocimiento, en conjunto con el semillero STEAM+H de la Universidad Industrial de Santander.

Este estudio busca empoderar a la comunidad de Tapias en componentes económicos y de emprendimiento mediante el turismo sostenible, de esta forma generar oportunidades sociales, turísticas y económicas factibles. La relevancia de la investigación se encuentra en el uso de un enfoque innovador; el cual es involucrar a los habitantes más jóvenes de la comunidad como lo son los estudiantes de básica primara y media secundaria en la creación de ideas potenciales de negocio viables a futuro de manera sostenible. Aquí no solo se fomenta el com-

ponente de emprendimiento, sino que también se educa a las nuevas generaciones locales sobre la importancia de la sostenibilidad y la preservación ambiental de la región. Al empoderar a los más jóvenes, el proyecto busca sembrar las semillas de un cambio duradero, convirtiendo al corregimiento de Tapias en un modelo potencial para otras comunidades con contextos similares.

Este trabajo pretende empoderar a las generaciones más jóvenes de la comunidad para que desarrollen todo su potencial en ideas de negocio donde aprovechen en demasía los recursos naturales, sociales, culturales, turísticos de la región, pero de una manera completamente responsable y sostenible. Estas ideas potenciales de los semilleristas incluyen el cultivo de banano morado, caminatas ecológicas del volcán Cerro Machín, visitas turísticas guiadas a las estalagmitas y piscinas de agua termal volcánica, avistamiento de aves silvestres; así como la creación de emprendimientos enfocados en solucionar problemas locales como puestos de comida rápida, talleres de reparación de motocicletas y bicicletas, toma e impresión de fotografías de paisajes únicos de la región, puestos de helado de frutos como la gulupa que aunque no es autóctona se cultiva allí.

A través de estas grandes y creativas iniciativas, el proyecto busca no solo preservar a la comunidad, sino también posicionarla como un referente de desarrollo sostenible en la región e incluso en el país, donde se demuestre que la ciencia, el emprendimiento y la creatividad pueden

generar grandes transformaciones incluso en los entornos más desafiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El semillero de investigación “Ecoturismo en el volcán Machín” se creó en el corregimiento de Tapias y se desarrolló bajo la estrategia de Apropriación Social del Conocimiento. El enfoque de investigación cualitativa utilizado es el propuesto por Hernández Sampieri et al. (2014). También se tiene en cuenta para el estudio, la investigación de diseño como enfoque de investigación de carácter cualitativo mencionado por Molina (2021) del mismo modo dentro de la investigación de diseño se enfatiza los experimentos de enseñanza propuestos por Cobb y Gravemeijer (2008). Todo esto en conjunto con el enfoque STEM que desarrolla competencias que permiten a los individuos resolver problemas del mundo real mediante pensamientos técnicos, lógicos, científicos y cuantitativos como lo dice el autor Bybee (2009) por lo que se hace un énfasis especial en las relaciones SM (Sciences and Mathematics) donde se centra el turismo sostenible en su componente económico y turístico para incrementar las competencias de tipo científico en los estudiantes participantes (Rivas Medina & Acevedo, 2024, pp. 2-3). La estrategia metodológica que se integró en el experimento de enseñanza basado en el modelo instruccional 5E (Engage, explore, explain, elaborate, evaluate) para fomentar en los estudiantes participantes aprendizajes interdisciplinarios entre los conceptos y saberes de

Ciencia en escena: del dato al relato

la comunidad en cuanto al turismo sostenible según el autor Cardak et al. (2008) se logra evidenciar que este modelo de instrucciones logra mejorar el rendimiento de tipo académico donde los contextos son científicos y a su vez existe una mejora de comprensión conceptual, lo que valida su aplicación en entornos mucho más allá de las ciencias naturales.

La población participante involucrada corresponde a estudiantes de cuarto grado básica primaria sexto grado, séptimo grado y noveno grado de media secundaria de la Institución Educativa Técnica Tapias, así mismo se incluyó a los habitantes locales de la comunidad del corregimiento de Tapias, Tolima, Colombia donde sus actividades económicas predominantes son la agricultura y el turismo tradicional.

El proceso de investigación fue de carácter creativo, formativo y diseñado a través de sesiones presenciales y acompañamientos virtuales en el territorio, para ello se utilizó herramientas tecnológicas para la comunicación remota como lo fue *Google Meet* para las sesiones de aprendizaje remoto y *WhatsApp* como mensajería interna de comunicación entre los distintos participantes involucrados en el proyecto. Así mismo como recurso educativo pedagógico guía se realizó la creación y uso de una cartilla pedagógica enfocada en el turismo sostenible en su componente económico y turístico mediante cuatro retos de 4 sesiones cada uno, los cuales fueron entrelazados entre sí para generar evidencias de aprendizaje significativa en los alumnos participantes, donde se estructuró el modelo

instruccional de las **5E** de tal forma que permitiera a los estudiantes integrar sus conocimientos académicos con las necesidades y problemas reales que suceden diariamente en su comunidad, así como lo ilustra el autor Bybee, (2019).

- ▶ Engage (comprometer): Se captó el interés de los estudiantes participantes de los diferentes grados del semillero mediante actividades que resaltaban la gran relevancia del turismo en la comunidad de Tapias, se utilizaron elementos como testimonios, entrevistas y relatos de locales sobre los impactos negativos que puede generar continuar un turismo tradicional en la región, esto como punto de inicio para fomentar soluciones sostenibles a largo plazo.
- ▶ Explore (explorar): Los semilleros exploraron el gran potencial turístico, natural, social y cultural de su contexto, esto a través de dinámicas grupales dentro y fuera del aula de clase remota, donde se pudo identificar las distintas actividades turísticas como las posibles necesidades de la comunidad a solucionar.
- ▶ Explain (explicar): En las sesiones presenciales y virtuales remotas de acompañamiento y trabajo el investigador en conjunto con el docente en territorio en la comunidad explicaron y validaron diferentes fundamentos del turismo sostenible en su componente económico y de emprendimiento, donde se conectaron las ideas potenciales de negocio generadas por los estudiantes. Se realizó especial énfasis en los emprendimientos que podían dar un beneficio a la comunidad y resolver necesidades de esta sin comprometer el entorno local.
- ▶ Elaborate (elaborar): Los alumnos participantes del semillero desarrollaron sus ideas potenciales de negocio y emprendimiento aplicando principios interdisciplinarios desde el enfoque STEM, donde se logró identificar la

Ciencia en escena: del dato al relato

relación SM (sciences and Maths). Estas propuestas fueron realizadas en el aula de clase donde se esbozaron las ideas iniciales para asegurar su viabilidad en el futuro.

- ▶ **Evalúate (evaluar):** Finalmente todas las propuestas de los estudiantes se evaluaron en la Institución Educativa Técnica Tapias mediante discusiones grupales en las sesiones presenciales y virtuales remotas donde se les realizó retroalimentación de los saberes y habilidades adquiridas con el proyecto. También se realizó una presentación formal de las ideas potenciales de negocio y emprendimiento frente a toda la comunidad de la Institución Educativa y habitantes locales, con el fin de mostrar el proceso iterativo llevado con el semillero lo que permitió ajustar ideas según los resultados observados presentados.

Se utilizaron técnicas cualitativas como lo fue la observación participante de forma permanente, lo cual permitió con gran detalle registrar las distintas dinámicas de las sesiones presenciales y virtuales remotas de los estudiantes participantes del semillero. Los instrumentos incluyeron el diario reflexivo del investigador, así como grabaciones de audio y video en las diferentes actividades propuestas.

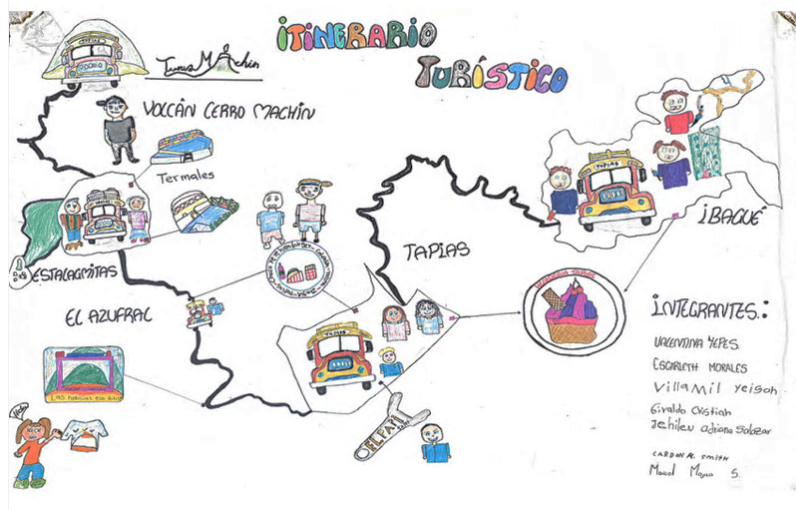
En cuanto al escenario principal del estudio se realizó en la Institución Educativa Técnica Tapias, la cual incluyó espacios escolares de sesiones presenciales con el investigador y sesiones virtuales remotas a través de herramientas tecnológicas. Todo esto realizado en torno al volcán Cerro Machín en el corregimiento de Tapias, según El servicio Geológico Colombiano (2003) se encuentra precisamente ubicado en el departamento del Tolima a siete kilómetros de la cabecera municipal de Cajamarca y a diecisiete kilómetros de Ibagué, Tolima, Colombia.

RESULTADOS

El semillero de investigación infantil "*Ecoturismo en el volcán Cerro Machín*" evidenció hallazgos significativos que reflejan el impacto de empoderar a los estudiantes de la comunidad de Tapias, Tolima, para transformar su localidad a través del turismo sostenible en su componente económico y turístico. Los resultados más destacados se centraron en las propuestas innovadoras y creativas presentadas por parte de los semilleristas y el crecimiento de su identidad como comunidad, así como los aprendizajes logrados en las actividades propuestas a través de todo el proceso realizado.

Uno de los logros con más relevancia reportados fue la creación de ideas potenciales de negocio y de emprendimientos sostenibles por parte de los estudiantes de básica primaria y media secundaria de la región. Estas propuestas incluyeron emprendimientos presentados a la comunidad en general mediante un itinerario turístico del semillero (Figura 1), donde se define una ruta hipotética o ideal por cada alumno con su idea potencial de negocio, donde los futuros turistas que viajen a la región logren conocer de primera mano cada uno de los emprendimientos creados los cuales fueron: Heladería Tapias, Comidas rápidas Choco Yeye, Fotografía y estampado de camisetas Noticias Ecoturismo, Taller Mecánico de Bicicletas el Papi, Planes Turísticos TurisMachín.

Figura 1. Itinerario turístico hipotético de la comunidad de Tapias.



Nota. Mapa turístico creado en conjunto por los semilleristas del proyecto.

Este itinerario turístico (Figura 1) es la culminación de los procesos de aprendizaje, habilidades y saberes adquiridos durante todas las sesiones de trabajo de los semilleristas. Es un compendio visual donde los alumnos plasmaron sus ideas potenciales de negocio y de emprendimiento de forma creativa e innovadora, donde ilustran a los posibles visitantes de su región una ruta esperada de cómo podrían funcionar entre sí sus diferentes emprendimientos de manera comunitaria en el corregimiento. Se creó de manera conjunta, donde cada grupo de alumnos plasmó su idea potencial de negocio, emprendimiento o servicio. A mano los estudiantes dibujaron, escribieron y se representaron mediante dibujos y dieron a conocer en el mapa de Tapias donde les gustaría establecer sus negocios a futuro y como querían que fueran representados hacia la

comunidad, por ello, cada uno creó su logo y nombre del emprendimiento el cual reflejaba la idea o necesidad a cubrir en la región con su idea potencial turística. además, de la parte escrita y visual de la propuesta del mapa itinerario cada estudiante de forma comunicativa y oral ilustraba por qué ideó ese emprendimiento, las razones de las imágenes del logotipo, el eslogan escogido y la necesidad o servicio que querían traer a colación para enaltecer su localidad.

El proceso formativo también dejó en evidencia aprendizajes de gran significado. El estudiantado en general desarrolló habilidades y herramientas de pensamiento creativo e interdisciplinario, donde integraron sus saberes propios y conocimientos adquiridos sobre ciencia, tecnología, y artes para diseñar e implementar sus ideas potenciales de emprendimiento. Estas dinámicas en el aula de clase presencial como virtual remota fomentaron un sentido de pertenencia en los estudiantes, partiendo de verse a sí mismos como agentes de cambio en la región. Además, el estudio sembró una primera semilla sobre el turismo responsable en la zona, para mejorar la calidad de vida en la región.

CONCLUSIONES

La investigación marcó un antes y un después en la comunidad al demostrar que las generaciones más jóvenes del corregimiento de Tapias pueden ser los protagonistas claves en la transformación de su región a través del turismo sostenible. Las implicaciones de este trabajo van

más allá de las propuestas generadas ya que se evidencia el poder de integrar la creatividad con los saberes técnicos comunitarios para abordar desafíos propios de un contexto específico como lo es el impacto negativo del turismo tradicional en zonas rurales como lo es en el corregimiento de Tapias, Tolima.

Desde el enfoque de Apropriación Social del Conocimiento, al empoderar a los estudiantes mediante sesiones dinámicas y creativas en torno al volcán Cerro Machín con el turismo sostenible en su componente económico generó soluciones prácticas agradables para la comunidad en general. Este tipo de procesos sugiere que involucrar a las generaciones más jóvenes no solo fomenta el aprendizaje activo, sino que también fomenta una mentalidad emprendedora que puede perdurar en el estudiante.

Para un futuro estudio en la zona, se recomienda realizar las actividades propuestas de los semilleristas mediante un acompañamiento personalizado y de inmersión presencial en el territorio. Por ejemplo, se puede establecer alianzas con organizaciones locales que podrían ayudar de gran manera a financiar y promover desde cero las ideas potenciales de emprendimiento. Además, sería muy importante y de gran valor expandir el modelo del semillero a otras comunidades aledañas al volcán Cerro Machín adaptando las diferentes estrategias a los contextos específicos locales de cada una de ellas.

Una posible mejora sería incorporar en las actividades propuestas el manejo real de herramientas digitales, como plataformas para promocionar realmente el turismo de

la comunidad, lo que eventualmente podría ampliar el alcance de las ideas potenciales de emprendimiento de los distintos semilleristas. Sin embargo, el éxito a largo plazo dependerá del compromiso de la comunidad y de las instituciones educativas, esto con el fin de seguir generando iniciativas similares.

Este proyecto no solo ofrece un modelo de replicabilidad para otras comunidades en contextos similares en otras regiones, sino que también busca inspirar a reflexionar el papel que tiene la educación en nuestro siglo y como la creatividad puede intervenir de manera positiva en la construcción de un futuro sostenible en las zonas rurales del país.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

El proyecto semillero “Ecoturismo en el volcán Machín” no habría sido posible sin el compromiso y financiamiento de diversas personas e instituciones que creyeron en el potencial de los estudiantes de la comunidad del corregimiento de Tapias, Tolima, Colombia para transformar su comunidad.

Se agradece profundamente al Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación de Colombia por su apoyo financiero y logístico constante en el desarrollo del proyecto: Integración de muongrafía con métodos geofísicos estándar para la construcción de un modelo 3D de densidad: aplicación al VCM (convocatoria 890-2020) en su componente de Apropiación Social del Conocimiento, el cual permitió dar vida a esta iniciativa.

Un reconocimiento especial a la Universidad Industrial de Santander, y en particular al Semillero de Investigación STEAM+H de la escuela de matemáticas que proporcionaron el marco académico y metodológico para guiar este trabajo.

REFERENCIAS

- Bybee, R. W. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865–883. <https://doi.org/10.1002/tea.20333>
- Bybee, R. W. (2019). Using the BSCS 5E instructional model to introduce STEM disciplines. *Science and Children*, 56(8), 8–12.
- Cardak, O., Dikmenli, M., & Saritas, O. (2008). Effect of 5E instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), Article 10. https://www.eduhk.hk/apfslt/v9_issue2/cardak/index.htm
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Educación.
- Molina, M. (2021). Investigación de diseño educativa: un marco metodológico en evolución.
- Rivas Medina, J., & Acevedo, A. (2024). La experimentación como estrategia de enseñanza de habilidades y competencias científicas en básica primaria. *Noria: Revista de Didáctica e Investigación Educativa*, 1(13), 68–79. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/NorialE/article/download/19583/20343/143812>
- Servicio Geológico Colombiano. (2023). Volcán Cerro Machín aumentó su actividad sísmica, según el SGC. Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/regiones/volcan-cerro-machin-aumento-su-actividad-sismica-segun-el-sgc-601210>

La competitividad en el sector automotriz de motocicletas

Laura Valentina Cordoba Tello
Jairo Jamith Palacios Rozo
María del Pilar Murcia Castro

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca



Resumen

Aunque hay avances respecto a la competitividad en el sector automotriz de motocicletas en Colombia, se tiene la necesidad de indagar sobre la industria de dos ruedas, o falta conocimiento respecto a la teoría de las cinco fuerzas de Porter en el contexto automotriz de motocicletas. El propósito del presente estudio en marcha es comprender la competitividad en la industria automotriz en el sector de las motocicletas en Bogotá-Colombia. Este proyecto tiene una metodología cuantitativa aplicando una encuesta tipo Likert para dos tipos de público consumidores y directivos del sector. Los resultados muestran como los consumidores y directivos observan la competencia directa, los productos sustitutos u otros aspectos medidos por medio de indicadores desde el modelo de Porter. Se concluye que la tendencia de patrones es similar a lo analizado en artículos e investigaciones donde los compradores valoran el precio, la reputación de la marca y la eficiencia del producto.

Palabras clave: *competitividad, sector automotriz de motocicletas, compradores*

INTRODUCCIÓN

El tema de la industria automotriz es importante porque se encuentra en constante cambio el subsector de las motocicletas el cual ha logrado innovación y crecimiento debido a los diferentes factores sociales y económicos. Para las diferentes personas que viven en ciudades grandes y congestionadas como Bogotá, las motocicletas se han convertido en una alternativa asequible y funcional. Esto ha hecho que el mercado crezca y que cada vez haya más competencia entre marcas, las cuales, tratando de innovar y llamar la atención de los consumidores, los cuales hoy en día son más exigentes e informados que antes. Sin embargo, todavía hace falta información que analice de forma puntual qué es lo que realmente vuelve competitiva a una empresa dentro de este sector. Existiendo una especie de vacío en cuanto a estudios que expliquen por qué algunas marcas logran sobresalir. Esto hace que se genere la pregunta problema a investigar, las estrategias que están utilizando las compañías como los factores de competitividad que les permiten mantenerse en un entorno cambiante.

La primera fase una búsqueda en bases de datos lo cual permitió establecer puntos importantes para la investigación, como la estructura del mercado, la percepción del consumidor, la calidad del producto, las estrategias de diferenciación entre otros. Algunos de los documentos revisados destacan, por ejemplo, la relevancia de la innovación tecnológica y el talento humano en la construcción de ventajas competitivas (Núñez-Lira et al.,

2023), la presión de los tratados de libre comercio sobre la industria local (Arroyave et al., 2012), y la creciente presencia de motocicletas de origen asiático como un desafío competitivo en Colombia Según Acevedo (2017). Además, se encontraron investigaciones que abordan la competitividad en tales países como Colombia, India, China y Tailandia, así como enfoques comparativos que resaltan el papel de la innovación, la localización geográfica y las decisiones estratégicas como factores influyentes de la competitividad empresarial.

Sector donde se encuentra la población de compradores potenciales de motocicletas lo cual permite explorar percepciones, expectativas y hábitos de consumo; por otro lado, directivos y responsables estratégicos de empresas del sector, cuya visión permite identificar las estrategias competitivas implementadas y los desafíos que enfrentan en el entorno actual. Esta metodología, busca conectar teoría y práctica para ofrecer un análisis útil tanto para la comunidad investigativa como para los tomadores de decisiones dentro del sector. Al integrar las opiniones de consumidores y directivos, se podrá contrastar la percepción de valor con las acciones estratégicas, lo que representa una oportunidad significativa para generar conocimiento que responda a las necesidades reales del mercado y a los retos de un entorno cada vez más competitivo.

Enfocando la investigación en Colombia uno de los documentos que analiza el crecimiento en este sector de las motocicletas fue el de Martínez (2009) ya que

habla del cómo este medio de transporte respondió a las necesidades de la comunidad como la congestión en grandes ciudades y la búsqueda de un transporte más económico, Además se evidenció una fuerte concentración de mercado en unas pocas marcas que lograron mantenerse competitivas a través de servicios agregados como garantías por largos años, créditos flexibles y una buena atención al cliente, fortaleciendo su lealtad con este mismo. Esto explica en parte por qué las marcas tradicionales siguen teniendo presencia, a pesar de la llegada masiva de modelos importados de bajo costo. Por último, también se permitió identificar que la competitividad en el subsector de motocicletas en Colombia no depende únicamente del precio o la publicidad, sino de varios factores que influyen en la percepción de valor del consumidor. Según estudios como el de Pérez Vélez et al. (2015), puntos como la atención al cliente, la facilidad para acceder a repuestos, y apoyo de los concesionarios influyen en la decisión de compra. Otros análisis revelan que los consumidores actuales valoran la tecnología, la eficiencia del producto, el diseño, y cada vez más, el impacto ambiental. Esto hace que las empresas deban ser más competitivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la investigación se utilizó un enfoque cuantitativo para tener una mejor comprensión de los factores que influyen en la competitividad del subsector de motocicletas dentro de la industria automotriz. A partir del

análisis de distintos estudios documentales o artículos, se identificó investigaciones aplicadas que unan tanto la perspectiva del consumidor como la de los actores empresariales del sector. El primer paso, se desarrolló un análisis documental sistemático que sirvió de base para construir el marco teórico que es la teoría de las cinco fuerzas de Michael Porter, se usó para analizar la estructura competitiva en los sectores industriales, en este caso en la industria automotriz enfocada en el subsector de las motocicletas. Este proceso se apoyó en bases de datos científicas como Scopus, RefWorks y Google Scholar, se escogieron artículos empíricos, revisiones teóricas, libros académicos y estudios de caso. A parte se diseñó un instrumento de recolección de datos primarios en forma de encuesta estructurada, la cual incluirá preguntas cerradas organizadas mediante una escala tipo Likert, instrumento aplicado en el centro de Bogotá.

RESULTADOS

Este análisis tiene como base la teoría de las cinco fuerzas de Michael Porter. Este modelo permite examinar la competitividad en: 1) La rivalidad entre empresas existentes. 2) La amenaza de nuevos competidores. 3) Los productos sustitutos. 4) El poder de negociación con los proveedores y 5) El poder de negociación con los clientes. Aplicar esta teoría al mundo de las motocicletas permite tener una visión más profunda del entorno competitivo al tiempo que se identifican amenazas y oportunidades para quienes hacen parte de este mercado.

La competitividad en el sector de motocicletas es influenciada por factores claves como: 1) Las demandas del mercado. 2) Los avances tecnológicos. 3) La gestión de los costes y 4) El entorno regulatorio. Según Purwanggono (2017) Los factores clave que influyen en la competitividad son: 1) Demandas del mercado y preferencias de los clientes por las crecientes necesidades de movilidad y la falta de infraestructura de transporte público adecuada impulsan la demanda de motocicletas. Para Bhavsar, P. (2013). El segundo factor son los avances tecnológicos como las mejoras tecnológicas como una reducción de ruido es indispensable para sostener una ventaja competitiva. Según Trung (2025); Istiqomah (2024). El desarrollo de motocicletas eléctricas está ganando terreno debido a sus beneficios ambientales y menores costos operativos en comparación con las motocicletas con motor de combustión interna. Sin embargo, Para Trung (2025). El alto costo total de propiedad sigue siendo un desafío para los modelos eléctricos premium. Para Hubmann (2011); (2012). El tercer factor Gestión de costes donde las estrategias de reducción de costes son esenciales para la competitividad, esto incluye optimizar la eficiencia mecánica y reducir la fricción en los componentes del motor para mejorar el ahorro de combustible y reducir las emisiones de CO₂. Para Trung (2025); Lazuardy (2024). La asequibilidad de las motocicletas eléctricas se puede mejorar mediante subsidios e incentivos, que ayudan a reducir el precio de etiqueta y las hacen más competitivas. Para Purwanggono (2017). El cuarto factor es un entorno regulatorio donde las políticas y regulaciones

gubernamentales desempeñan un papel importante en la configuración del panorama competitivo sobre los créditos han intensificado la competencia entre los fabricantes de motocicletas. Según Oppelt (2018). Las normas de emisiones imponen desafíos adicionales, pero también impulsan la innovación en el diseño de motores y la eficiencia del combustible.

A continuación, estrategias para mejorar la competitividad del sector según Purwanggono (2017); Wang (2007). Primera estrategia inversión en I+D tanto interna como externa para desarrollar productos superiores que satisfagan las demandas del mercado y los requisitos regulatorios. Para Chavan (2024). La innovación continua y la adopción de nuevas tecnologías son necesarias para mantenerse a la vanguardia en el mercado competitivo. La segunda estrategia calidad y rendimiento para Bhavsar (2013) Oppelt (2018). El mejorar la calidad del producto, incluidos aspectos como la reducción del ruido y el rendimiento general del vehículo, puede proporcionar una ventaja competitiva. Para Ngoc (2023). Garantizar un rendimiento de alta calidad de las motocicletas eléctricas, especialmente en términos de autonomía y tiempo de recarga, es esencial para su adopción. La tercera estrategia 3) Conocimiento y competencia del mercado Para Purwanggono (2017). El desarrollar una comprensión profunda de las tendencias del mercado y las preferencias de los clientes es vital para crear productos que resuenen en los consumidores. Según Singh (2014) El desarrollo de competencias en la fabricación y el conocimiento del

mercado pueden tener un impacto significativo en la competitividad industrial.

CONCLUSIÓN

El proceso de análisis se pudo evidenciar que los consumidores valoran aspectos que van más allá del precio. Se fijan en la reputación, en la tecnología, en el diseño, y últimamente, en el impacto ambiental. Las empresas que entienden eso y logran entender esas preocupaciones tienen una ventaja. Y no es solo una cuestión de marketing; es una forma de interpretar el mercado con más sensibilidad. Por otra parte, también se observa que las condiciones del entorno no son iguales para todos. Algunas empresas tienen más recursos para invertir en innovación, mientras que otras deben adaptarse con estrategias más ajustadas. Sin embargo, en ambos casos, lo que hace la diferencia es poder entender el entorno y actuar con visión, sin perder de vista lo que buscan los consumidores. Así que los resultados de este estudio pueden servir para que las organizaciones ya sean grandes o pequeñas puedan adaptar sus estrategias de forma más coherente con el mercado.

Donde la competitividad en el sector de las motocicletas incluye las demandas del mercado, los avances tecnológicos, la gestión de costos y las influencias regulatorias. Las empresas deben invertir en I+D, priorizar la calidad y el rendimiento y desarrollar un conocimiento del mercado para mantener y mejorar su posición competitiva. La transición a las motocicletas eléctricas presenta tanto

desafíos como oportunidades, siendo la gestión de costos y las mejoras tecnológicas clave para una adopción más amplia.

REFERENCIAS

- Acevedo Medina, J. F. (2017). Modelo de negocio para crear una plataforma online de subasta de repuestos de motocicletas en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT). <https://repository.eafit.edu.co/>
- Arroyave, J. A., & Garcés, L. F. (2012). Tecnologías ambientalmente sostenibles. *P+L*, 1(2), 78–86. <http://www.jstor.org/stable/335626?origin=crossref>
- Bhavsar, P. Govindarajan, R. & Roy, G. Yogaraja, V. (2013) The comprehensive study for abatement of structure-borne rattle noise in motorcycle.
- Chavan, L. & Jindal, P. (2024). Revolutionizing the automobile industry: A blue ocean strategy approach. Balancing Automation and Human Interaction in Modern Marketing *Opens journal*
- Hubmann, C. & Schöarffmann, W. & Friedl, H. & Howlett, M. (2011). Compact engine architecture for best fuel efficiency and high performance - Challenge or contradiction
- Istiqomah, & Hisjam, M. & Sutopo & Rochani, R. (2024). Cost Analysis of Electric Motorcycle and Conventional Motorcycle with Comparative Method: A Case in Indonesia. *Lecture Notes in Networks and Systems Opens journal*
- Lazuardy, A. & Nurcahyo, R. & Kristiningrum. & Rajabi, M.F. (2024), Technological, Environmental, Economic, and Regulation Barriers to Electric Vehicle Adoption: Evidence from Indonesia. *World Electric Vehicle Journal Opens journal*
- Martínez, J. P. (2009). Organización y caracterización del sector motocicletas en Colombia, 1997-2007. <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0055053.pdf>

- Ngoc, A.M. & Nishiuchi, H. & Nhu, N.T.(2023). Determinants of carriers' intentions to use electric cargo vehicles in last-mile delivery by extending the technology acceptance model: a case study of Vietnam. *International Journal of Logistics Management Opens journal*.
- Núñez-Lira, L. A., Alfaro Bernedo, J. O., Aguado Lingan, A. M., & González Ponce de León, E. R. (2023). Toma de decisiones estratégicas en empresas: Innovación y competitividad. *Revista Venezolana De Gerencia*, 28(9), 628-641. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.e9.39>
- Oppelt, M. & Schwarz, F. & Eibl, R. & Gaitan, P. (2018). Preparing BMW Motorrad's Boxer Engine for the Future: Improving Performance, Driveability and Efficiency while Fulfilling Future Emission Standards. *SAE Technical Papers Opens journal*
- Pérez Vélez, J. C., Zuluaga Sepúlveda, H. S., Orozco Galeano, J. D., & González Almeyda, P. A. (2015). Factores que influyen en la selección del concesionario en la compra de motocicletas en Medellín: estudio de caso (Factors Affecting the Selection of Dealer in the Purchase of Motorcycles in Medellin: A Case Study). *Revista CEA*, 1(2)
- Purwanggono & Budiawan, W. (2017) The analysis of market knowledge competence effect and research & development (R&D) toward the policy making of new product development
- Singh, C.D. & Khamba, J.S. & Singh, R. & Singh, N. (2014). Exploring manufacturing competencies of a two wheeler manufacturing unit. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Opens journal*.
- Trung, N.T. & Simsek, Y. & Van Hiep, D. & Urmee, T. (2025) Economic assessment and the impact of policy instruments on electric two-wheelers in Vietnam. *Energy for Sustainable Development*
- Wang, L. & Kang, C (2007). Global competitiveness evaluation index of Chinese auto industry. *Proceedings - ICSSSM'07: 2007 International Conference on Service Systems and Service Management*

Jabón artesanal a partir de aceite vegetal usado

Lizeth Jazmín Rincón Pico
Luis Eduardo Oviedo Diazgranados
Fabian Andrés Rosado Daza

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional - INFOTEP



Resumen

El presente capítulo expone los resultados de un proyecto de investigación orientado a la reutilización del aceite vegetal usado como materia prima para la elaboración de jabón artesanal, bajo criterios de sostenibilidad y economía circular. El estudio se desarrolló en el municipio de San Juan del Cesar, La Guajira, y consistió en la recolección sistemática de residuos grasos generados en establecimientos de comidas rápidas, su almacenamiento en condiciones controladas en las instalaciones del INFOTEP, y su posterior transformación mediante procesos artesanales de saponificación.

La metodología implementada permitió articular saberes técnicos, participación comunitaria y conciencia ambiental, evidenciando que el aceite vegetal usado puede convertirse en un insumo útil y seguro. Los jabones obtenidos mostraron características fisicoquímicas aceptables para su uso doméstico, no generaron reacciones adversas en pruebas dermatológicas preliminares y se empacaron en materiales biodegradables, fortaleciendo el enfoque ecológico del proyecto. Asimismo, se logró sensibilizar a la comunidad local sobre la importancia de una disposición adecuada de este tipo de residuos, contribuyendo al desarrollo de una cultura de reciclaje y a la implementación de modelos de producción sostenible en el contexto local.

Palabras clave: *Jabón, aceite vegetal, economía circular, bioeconomía, saponificación y sostenibilidad*

INTRODUCCIÓN

La generación de residuos derivados del consumo alimentario, especialmente en el sector de comidas rápidas, constituye una problemática ambiental creciente. Uno de los subproductos más contaminantes en este contexto es el aceite vegetal usado, el cual, al desecharse inadecuadamente, afecta de manera directa cuerpos de agua, suelos y sistemas de alcantarillado (Rincón et al., 2022). A pesar del alto consumo de este insumo en la preparación de alimentos, en muchos municipios como San Juan del Cesar (La Guajira), aún no se han establecido sistemas eficaces de recolección y aprovechamiento, lo que incrementa su impacto ambiental negativo.

Este panorama permite plantear el siguiente interrogante: ¿Qué estrategia sostenible puede implementarse para el manejo y disposición final del aceite vegetal usado en entornos urbanos con alta actividad comercial alimentaria? Frente a este desafío, surgen alternativas tecnológicas y artesanales enfocadas en la economía circular. Una de ellas es la reutilización del aceite vegetal usado para la fabricación de jabón, una estrategia que ha demostrado ser viable desde el punto de vista ambiental, técnico y social (González & Méndez, 2021). Esta técnica permite transformar un residuo peligroso en un producto de uso cotidiano, mitigando el daño ambiental y fomentando el emprendimiento sostenible.

En términos conceptuales, esta iniciativa se fundamenta en los principios de la sostenibilidad, entendida como la

interacción equilibrada entre lo ambiental, lo económico y lo social (Brundtland, 1987). Asimismo, se enmarca en la noción de economía circular, la cual promueve la reducción, reutilización y valorización de residuos para reintegrarlos a los sistemas productivos (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

El presente capítulo expone los resultados de un proyecto experimental desarrollado en el municipio de San Juan del Cesar, cuyo propósito fue transformar el aceite vegetal usado recolectado en establecimientos de comidas rápidas en jabón artesanal, utilizando técnicas sencillas, seguras y replicables. La propuesta integró procesos de recolección comunitaria, almacenamiento, tratamiento del residuo, elaboración del jabón, aplicación de pruebas dermatológicas y diseño de empaques biodegradables. Además, se buscó promover la sensibilización de la comunidad frente a la gestión responsable de residuos domésticos y comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolló bajo un enfoque experimental y formativo, con una duración de cinco meses, orientado a validar la viabilidad técnica y social de la reutilización del aceite vegetal usado como insumo para la elaboración de jabón artesanal. Se trabajó con una muestra no probabilística de establecimientos de comidas rápidas del municipio de San Juan del Cesar, seleccionados por su alta frecuencia de uso de aceite vegetal.

Recolección del residuo

Se diseñó e implementó una estrategia de recolección participativa con dueños y trabajadores de los establecimientos seleccionados. El aceite vegetal usado se almacenó en envases plásticos herméticos, previamente higienizados, y transportado al punto de acopio establecido en el laboratorio del INFOTEP. La recolección se realizó semanalmente, garantizando la trazabilidad del residuo desde su origen hasta su transformación.

Pretratamiento del aceite

El aceite recolectado se sometió a procesos de filtrado con mallas de acero inoxidable y decantación durante 48 horas, con el fin de eliminar impurezas sólidas y residuos alimentarios. Posteriormente, se calentó a 60°C para facilitar la separación de humedad residual como se aprecia en la figura 1.

Proceso de saponificación

Se utilizó una formulación estándar compuesta por:

- ▶ 1 litro de aceite vegetal filtrado
- ▶ 135 gramos de hidróxido de sodio (NaOH)
- ▶ 380 ml de agua destilada
- ▶ 5 ml de aceites esenciales naturales (lavanda, eucalipto o menta)
- ▶ Colorantes naturales (opcional)

El proceso se realizó en baño de maría, con agitación constante durante 30 minutos hasta alcanzar la traza. La

Ciencia en escena: del dato al relato

mezcla se vertió en moldes de silicona y se dejó curar durante 21 días en condiciones ambientales controladas tal y como se observa en la figura 2.

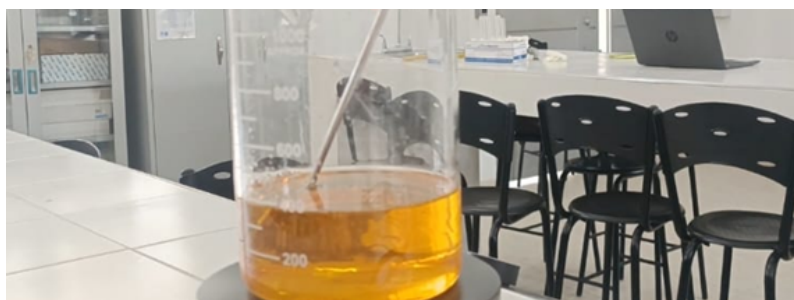
Pruebas dermatológicas

Se aplicaron pruebas de parche en voluntarios adultos (previo consentimiento informado), evaluando posibles reacciones en un periodo de 48 a 72 horas. No se reportaron efectos adversos, lo que sugiere buena tolerancia dérmica del producto.

Diseño de empaques

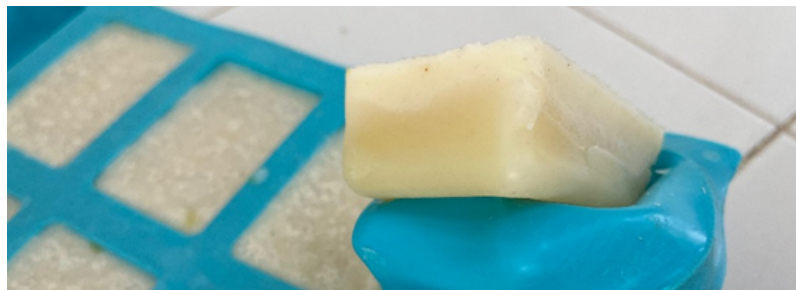
Se elaboraron prototipos de empaques biodegradables a partir de cartón reciclado y papel kraft, con etiquetas informativas impresas en tinta ecológica, sin embargo, la mayor aceptación se generó con el empaque de fibra de fique, el cual, aparte de ser un material biodegradable y amigable con el medio ambiente es innovador para este tipo de productos. Este diseño se validó mediante encuestas de percepción de los usuarios finales.

Figura 1. Aceite vegetal usado en el laboratorio



Fuente. *Elaboración propia*

Figura 2. Jabón en el proceso de saponificación



Fuente. *Elaboración propia*

RESULTADOS

Durante un período de cinco meses se llevó a cabo la recolección de aceite vegetal usado en diferentes puntos de venta de comida rápida del municipio de San Juan del Cesar. El promedio semanal de acopio fue de 15 a 20 litros, lo que permitió garantizar un suministro constante de materia prima para el proceso productivo.

Tras el proceso de filtrado y tratamiento térmico, el aceite se encontraba en condiciones óptimas para su transformación en jabón artesanal. El rendimiento obtenido fue de 8 jabones de 70 gramos por cada 400 ml de aceite procesado, lo que refleja una alta eficiencia en la conversión de materia prima a producto final.

En total, a lo largo de los cinco meses de recolección y producción, se elaboró una cantidad significativa de barras de jabón artesanal. Estas presentaron características homogéneas en textura, color y aroma, gracias a la incorporación de aceites esenciales naturales, que aportaron un olor agradable y mejoraron su aceptación en la comunidad.

Ciencia en escena: del dato al relato

Las pruebas sensoriales realizadas con usuarios locales permitieron evidenciar atributos como buena formación de espuma, suavidad al tacto y durabilidad durante el uso. Estos resultados confirman no solo la viabilidad técnica del aprovechamiento del aceite vegetal usado, sino también su potencial como estrategia ambiental y económica para la reducción de residuos grasos y la generación de productos sostenibles.

El presente capítulo expone los resultados de un proyecto de investigación orientado a la reutilización del aceite vegetal usado como materia prima para la elaboración de jabón artesanal, bajo criterios de sostenibilidad y economía circular. El estudio se desarrolló en el municipio de San Juan del Cesar, La Guajira, e incluyó la recolección sistemática de residuos grasos generados en establecimientos de comidas rápidas, su almacenamiento controlado en las instalaciones del INFOTEP y su posterior transformación mediante procesos artesanales de saponificación.

La metodología implementada permitió articular saberes técnicos, participación comunitaria y conciencia ambiental, evidenciando que el aceite vegetal usado puede convertirse en un insumo útil y seguro. Los jabones obtenidos mostraron características fisicoquímicas aceptables para su uso doméstico, no generaron reacciones adversas en pruebas dermatológicas preliminares y se empaquetaron en materiales biodegradables, fortaleciendo el enfoque ecológico del proyecto. Asimismo, se logró sensibilizar a la comunidad local sobre la importancia de una disposición adecuada de este tipo de residuos, contribuyendo al de-

sarrollo de una cultura de reciclaje y a la implementación de modelos de producción sostenible en el contexto local. En la tabla 1 y 2 se evidencian el seguimiento de la recolección de aceite vegetal usado y el rendimiento de producción de jabón artesanal.

Tabla 1. Promedio mensual de recolección de aceite vegetal usado

Mes	Litros recolectados	Rango semanal (L)	Litros útiles tras filtrado
Mes 1	75	15–20	64
Mes 2	72	15–20	61
Mes 3	78	15–20	66
Mes 4	74	15–20	63
Mes 5	76	15–20	65
Total	375	—	319

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2. Rendimiento de producción de jabón artesanal

Aceite procesado (ml)	Jabones obtenidos (unidades)	Peso promedio por jabón (g)
400	8	70
319.000 (total útil)	6.380	70

Fuente. Elaboración propia

Análisis comparativo y discusión

El análisis de la eficiencia productiva muestra que, en promedio, se obtuvo un rendimiento de 8 jabones por cada 400 ml de aceite recuperado, con una conversión equivalente al 85% de aceite útil tras el filtrado y tratamiento térmico. Esto confirma que el proceso es

Ciencia en escena: del dato al relato

altamente eficiente, con pérdidas mínimas atribuibles a impurezas y sedimentos propios del aceite postconsumo.

En términos de volumen total, los 319 litros útiles recolectados durante los cinco meses permitieron elaborar 6.380 unidades de jabón artesanal, lo que representa una capacidad de producción significativa para un proyecto de carácter comunitario.

La calidad del producto fue evaluada mediante pruebas sensoriales (formación de espuma, suavidad, aroma y durabilidad), obteniendo una aceptación positiva por parte de usuarios locales. Además, las pruebas dermatológicas preliminares no evidenciaron reacciones adversas, lo que respalda su seguridad para el uso doméstico.

Trazabilidad entre objetivos e impacto logrado

Objetivo específico	Evidencia en resultados
Recolectar aceite vegetal usado en la zona urbana del municipio	Se recolectaron 375 litros en 5 meses, con un promedio semanal de 15–20 litros.
Recuperar aceite útil mediante procesos de filtrado y tratamiento térmico	Se obtuvo un 85% de aceite recuperado, equivalente a 319 litros listos para la producción.
Elaborar jabón artesanal con criterios sostenibles	Se produjeron 6.380 unidades de jabón artesanal con insumos naturales y empaques biodegradables.
Sensibilizar a la comunidad sobre la disposición de residuos grasos	Se realizaron talleres y se entregaron muestras, fortaleciendo la conciencia ambiental y el reciclaje.

Indicadores fisicoquímicos

A continuación, se presentan en la tabla 3 los valores obtenidos en las pruebas realizadas en el laboratorio del INFOTEP.

Tabla 3. Pruebas de laboratorio

Parámetro	Valor promedio obtenido	Rango de referencia*
pH (barra curada)	9.2	9.0 – 10.0
Humedad	11.8%	≤ 12%
Contenido de ácidos grasos	72%	≥ 70%
Consistencia (penetración)	28 mm	25 – 35 mm

Según normas técnicas para jabones artesanales (ICONTEC, 2021) Las pruebas dermatológicas preliminares no evidenciaron reacciones alérgicas ni irritación en los voluntarios, lo que valida la inocuidad del producto. Asimismo, los usuarios valoraron positivamente el diseño biodegradable del empaque y su funcionalidad.

Desde el punto de vista socioambiental, el proyecto contribuyó a la sensibilización comunitaria mediante charlas educativas, participación en la recolección del residuo y distribución de muestras gratuitas del jabón, generando apropiación de prácticas sostenibles en torno al reciclaje de aceite doméstico y comercial.

El punto de acopio implementado en las instalaciones del INFOTEP funcionó de manera eficiente como centro de recepción, selección y almacenamiento del aceite. Los jabones se sometieron a pruebas preliminares de uso

Ciencia en escena: del dato al relato

en piel sin generar reacciones adversas, lo que permitió concluir que, con un tratamiento adecuado este tipo de residuo puede aprovecharse de forma segura. Además, la presentación del producto en empaques biodegradables como se aprecia en la figura 3, fue bien recibida por los usuarios, lo que refuerza el aporte del proyecto a la economía circular. La propuesta también promovió la sensibilización de la comunidad sobre el manejo responsable de dichos residuos de uso doméstico y comercial.

Figura 3. Jabón artesanal con su empaque en fibra de fique



Fuente. Elaboración propia

CONCLUSIONES

La reutilización del aceite vegetal usado como materia prima para la elaboración de jabón artesanal demostró ser una estrategia técnica, económica y ambientalmente viable, especialmente en contextos urbanos como el mu-

nicipio de San Juan del Cesar, donde su disponibilidad es alta debido a la actividad de establecimientos de comidas rápidas.

El proceso de saponificación en frío resultó adecuado y replicable, ya que no requiere de equipos complejos ni condiciones industriales. Esto favorece su implementación en comunidades con recursos limitados y fortalece su potencial como herramienta de formación técnica, educación ambiental y desarrollo productivo.

Los jabones obtenidos mostraron buenas características fisicoquímicas y dermatológicas, con valores de pH, humedad y contenido de ácidos grasos dentro de los parámetros aceptables según la normatividad técnica. No se presentaron reacciones adversas en las pruebas dermatológicas preliminares, lo que valida la seguridad del producto para su uso doméstico.

El proyecto promovió la economía circular local, al transformar un residuo altamente contaminante en un bien de consumo útil, funcional y biodegradable. Además, el diseño de empaques sostenibles fortaleció el componente ecológico y la percepción positiva de los usuarios hacia el producto.

La experiencia propició procesos de sensibilización y apropiación social sobre la gestión de residuos grasos, incentivando prácticas responsables en la disposición final del aceite usado. A través de actividades participativas, el proyecto generó conciencia ambiental y fomentó el compromiso comunitario con el reciclaje y la sostenibilidad.

Se evidenció un alto potencial para el escalamiento de esta iniciativa como microemprendimiento verde, tanto por su bajo costo de implementación como por su pertinencia social. Esta experiencia puede replicarse en otros municipios con características similares, como estrategia de formación integral, generación de ingresos y protección ambiental.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Agradecemos a los lugares de comida rápida del municipio de San Juan del Cesar que participaron activamente en este proyecto, aportando con compromiso y disposición el aceite vegetal usado, el cual hizo posible la elaboración del jabón artesanal. Su colaboración fue fundamental para demostrar que pequeñas acciones pueden generar grandes cambios en favor del medio ambiente y la salud humana.

Del mismo modo expresamos nuestro agradecimiento al INFOTEP en cabeza del rector Dr. Luis Alfonso Pérez Guerra, por su valioso respaldo como institución académica, brindando el acompañamiento y los espacios necesarios para el desarrollo de esta iniciativa. Gracias a su apoyo, fue posible llevar a cabo este proyecto que no solo promueve la sostenibilidad, sino que también fortalece la formación técnica y el sentido de responsabilidad social y ambiental en nuestra comunidad.

REFERENCIAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Acuerdo 634 de 2015: Por medio del cual se establecen regulaciones para la generación, recolección y tratamiento o aprovechamiento adecuado del aceite vegetal usado y se dictan otras disposiciones. Concejo de Bogotá, D.C. <https://www.secretariadeambiente.gov.co>
- Canal, G. (2020). Propiedades nutricionales de los aceites vegetales. *Revista de Nutrición y Salud*, 15(2), 45–52.
- Comisión de la Comunidad Andina. (2021). Resolución 2206 de 2021: Reglamento Técnico Andino de Buenas Prácticas de Manufactura para Productos Cosméticos. <https://www.comunidadandina.org>
- Concejo de Bogotá. (2015). Acuerdo Distrital 634 de 2015, por el cual se regula la gestión del aceite vegetal usado en Bogotá, D.C. <https://www.alcaldiabogota.gov.co>
- Congreso de Colombia. (2022). Ley General de Economía Circular. Diario Oficial No. 52.117. <https://www.funcionpublica.gov.co>
- Durán, L., Torres, M., & Julio, C. (2015). El consumo de aceites vegetales y sus beneficios nutricionales. *Revista de Alimentación y Nutrición*.
- FamilySearch. (s.f.). La Guajira, Colombia - Genealogía. Recuperado el [fecha de consulta], de https://www.familysearch.org/es/wiki/La_Guajira,_Colombia_-_Genealog%C3%ADa
- Fundación Asprem. (2024). Beneficios de reciclar aceite vegetal usado. Recuperado de <https://reciclaconasprem.org/tutoriales-reciclaje/beneficios-de-reciclar-aceite-vegetal-usado/>
- González Canal, M. (2015). Problemática del vertido de aceite usado de cocina en los sistemas de saneamiento. *Revista de Medio Ambiente y Gestión de Residuos*.
- González, J. (2014). Cartografía urbana: barrios San Juan del Cesar [Presentación de diapositivas]. SlideShare. <https://es.slideshare>.

Ciencia en escena: del dato al relato

net/slideshow/cartograf-a-urbanabarrios-san-Juan-del-cesar/39402623

Huesca Recicla. (2025). Huesca recicló cerca de 19.000 litros de aceite en 2024. Recuperado de <https://cadenaser.com/aragon/2025/01/25/huesca-reciclo-cerca-de-19000-litros-de-aceite-en-2024-radio-huesca/>

ICONTEC. (2006). NTC 5131: Criterios ambientales para productos de aseo y limpieza biodegradables. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución 0316 de 2018, por la cual se reglamenta la gestión de aceites vegetales usados (AVU). <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Resolución 2184 de 2019, por la cual se establece el código de colores para la separación de residuos en la fuente. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). Estrategia Nacional de Economía Circular. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-economia-circular/>

Ministerio de Salud. (1998). Resolución 3113 de 1998, por la cual se adoptan las normas de fabricación de productos de aseo, higiene y limpieza de uso doméstico. <https://www.minsalud.gov.co>

Montoya, S., & Rodríguez, L. (2021). Elaboración de jabón ecológico a partir de aceite vegetal usado como estrategia de sostenibilidad ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Organización Internacional de Normalización. (2024). ISO 59004:2024 Circular economy — Terminology, principles and guidance for implementation. <https://www.iso.org/standard/77019.html>

- Organization International de Normalization. (2024). ISO 59010:2024 Circular economy — Guidance on the transition of business models and value networks. <https://www.iso.org/standard/77021.html>
- Quintero-Rincón, A. M., Arango-Ospina, D. A., & Hoyos-Restrepo, M. J. (2021). Aprovechamiento del aceite vegetal usado para la elaboración de jabón artesanal como estrategia de educación ambiental. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 50(1), 47–60. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v50n1.94224>
- Redacción El Tiempo. (2015, mayo 4). Colombia aún no cuenta con una política de reciclaje de aceite de cocina. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com>.
- Valdez, R. (2020). Procesos de degradación en aceites comestibles reutilizados. *Revista Salud y Ciencia*, 6(4), 23–35.
- Villabona, D., Pérez, J., Ramírez, L., & Méndez, R. (2017). Reaprovechamiento del aceite de cocina usado como materia prima para la producción de bienes industriales. *Revista de Innovación y Desarrollo Sostenible*.
- Yenxa. (2025). Ve la luz el electrodoméstico español que convierte el aceite usado en jabón de lavadora. Recuperado de <https://www.huffingtonpost.es/life/consumo/ve-luz-electrodomestico-espanol-convierte-aceite-usado-jabon-lavadora.html>.

La revitalización de transporte ferroviario de mercancías en Colombia

Martha Rosa Bello Vanoy

Politécnico Internacional



Resumen

En este ejercicio investigativo, se aborda la revitalización del sistema ferroviario de carga como una oportunidad estratégica para transformar la logística nacional, reducir brechas regionales y fortalecer la competitividad de los actores más vulnerables en la cadena de valor.

Este capítulo analiza cómo la revitalización del sistema ferroviario de carga en Colombia puede mejorar la competitividad logística de los productores y comercializadores rurales e intermedios, facilitando su acceso a mercados locales, nacionales e internacionales de forma eficiente, económica y sostenible. El objetivo general fue identificar oportunidades, desafíos y propuestas concretas para reactivar el ferrocarril como eje articulador del desarrollo logístico y territorial. La investigación se desarrolló en el marco de un semillero universitario, aplicando una metodología cualitativa, exploratoria y creativa, que combinó revisión documental, análisis comparado, caracterización de actores y diseño de propuestas estratégicas.

Entre los principales hallazgos se destacan los avances normativos, institucionales y técnicos que han permitido reactivar corredores clave como Bogotá–Belencito y La Dorada–Chiriguaná, así como la estructuración de nuevos proyectos férreos con enfoque intermodal y sostenible. Se evidenció una reducción promedio del 28% en costos logísticos, generación de más de 15.000 empleos directos y una disminución significativa en emisiones de CO². Como conclusión, se plantea que el tren no solo representa una solución logística, sino una herramienta de equidad territorial, cohesión económica y resiliencia ambiental. El capítulo propone lineamientos de política pública para consolidar esta transformación.

Palabras clave: *logística rural, transporte multimodal, infraestructura ferroviaria, desarrollo territorial, comercio exterior*

INTRODUCCIÓN

Exponga de forma breve el problema, pregunta o motivación del proyecto, su relevancia y los objetivos que guiaron el trabajo. Colombia experimenta una nueva etapa en la valorización del transporte ferroviario. Tras décadas de abandono técnico, desarticulación normativa y falta de inversión, el tren reaparece como alternativa estratégica para transformar la movilidad de carga, mejorar la equidad territorial y avanzar hacia una economía baja en carbono. Durante años, el sistema férreo fue desplazado por el transporte por carretera, generando altos costos logísticos, congestión vial y una marcada desigualdad en el acceso a mercados, especialmente para productores rurales y comercializadores intermedios.

La competitividad de estos actores ha estado históricamente limitada por la deficiente infraestructura de transporte, la dependencia de intermediarios y la escasa integración con corredores logísticos nacionales e internacionales. En medio de una transición global hacia sistemas de movilidad sostenibles, el modo férreo se posiciona como solución eficiente frente a desafíos logísticos, inequidades regionales y metas climáticas del país. Desde 2020, el gobierno colombiano ha trazado una ruta de reactivación con visión nacional, formulando nuevos marcos legales, priorizando proyectos clave e implementando tecnologías limpias para modernizar los corredores férreos más relevantes.

La relevancia de este proyecto radica en que el transporte ferroviario representa una alternativa competitiva que disminuye tiempos, emisiones, accidentes y gastos. Las recientes inversiones y políticas públicas han puesto de nuevo en la agenda nacional la recuperación y modernización de los corredores férreos, apostando por la integración intermodal. En este contexto, se plantea la pregunta guía del estudio: ¿Cómo revitalizar el sistema ferroviario de carga en Colombia para mejorar la competitividad logística de los productores y comercializadores rurales e intermedios, facilitando su acceso a mercados locales, nacionales e internacionales de forma eficiente, económica y sostenible?

Para responderla, se revisa la evolución histórica del sistema, se analizan las políticas públicas y concesiones recientes, y se proyecta el impacto social, económico y ambiental que puede derivarse de una apuesta férrea coherente con los principios de equidad territorial, gobernanza institucional y resiliencia climática. Este capítulo presenta una síntesis del contexto actual, las estrategias implementadas y los aprendizajes clave de este proceso, desde una perspectiva creativa y sistémica.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL FERROCARRIL EN COLOMBIA

Formación y auge

El sistema ferroviario colombiano tuvo su origen en el siglo XIX como una solución para conectar regiones aisladas y

facilitar el transporte de productos agrícolas y minerales hacia los puertos. Durante la primera mitad del siglo XX, el ferrocarril fue el principal medio de transporte de carga y pasajeros en el país, con líneas como el Ferrocarril del Pacífico, el Ferrocarril de Antioquia y el Ferrocarril del Atlántico. Estas rutas permitieron el desarrollo de economías regionales y la integración territorial en un país de geografía compleja. Durante las décadas de 1950 y 1960, Colombia logró consolidar más de 3,300 km operativos de vía férrea, lo que permitió el dinamismo industrial y agrícola en varias regiones del país.

Declive y abandono

A partir de la década de 1960, el auge del transporte por carretera, la falta de inversión estatal y la desarticulación institucional llevaron al progresivo abandono del sistema férreo. Muchas líneas se cerraron, los equipos quedaron obsoletos y la infraestructura se deterioró. El transporte ferroviario pasó de movilizar más del 50% de la carga nacional a representar menos del 1% en las últimas décadas, excluyendo el transporte de carbón. Para la década de 2000, apenas 800 km estaban en uso efectivo, y gran parte de la red se encontraba en condiciones críticas.

Experiencias comparadas en América Latina

Países como México, Brasil, Argentina y Chile han implementado estrategias de recuperación ferroviaria con distintos grados de éxito. En México, por ejemplo, la concesión de redes férreas a operadores privados per-

mitió modernizar tramos clave. En Brasil, el modelo de integración multimodal ha sido clave para conectar zonas agrícolas con puertos de exportación. Argentina logró un aumento del 97% en tráfico ferroviario entre 1999 y 2016 gracias a alianzas público-privadas. En Chile, el desarrollo de clústeres logísticos portuarios permitió un incremento eficiente en la movilización de carga. Estas experiencias ofrecen lecciones valiosas para Colombia en términos de gobernanza, financiamiento y sostenibilidad, toda vez que han demostrado que es posible reactivar el sistema férreo bajo esquemas flexibles de inversión, con regulación estatal fuerte y participación privada comprometida.

Marco normativo y planificación estratégica

Política ferroviaria nacional y reconfiguración jurídica

En los últimos años, Colombia ha avanzado en la formulación de una política ferroviaria nacional que reconoce al tren como eje estratégico de desarrollo. Se han actualizado normas técnicas, ambientales y de contratación para facilitar la participación privada y la estructuración de proyectos bajo esquemas de Asociación Público-Privada (APP). La Ley 1682 de 2013 y sus reformas han sido fundamentales para modernizar el marco jurídico del transporte férreo.

La hoja de ruta principal es el Plan Maestro Ferroviario, diseñado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), que orienta la rehabilitación de 1,500 km de red

férrea, priorizando corredores de carga como Bogotá–Belencito, La Dorada–Chiriguana y Buenaventura–Zarzal (Departamento Nacional de Planeación, 2025).

Paralelamente, el Congreso tramitó el Proyecto de Ley Ferroviaria en 2024, que redefine el servicio ferroviario como componente esencial del transporte público. Esta ley otorga facultades a autoridades territoriales para planificar corredores locales y fomenta la interoperabilidad con modos carretero y fluvial, bajo criterios de eficiencia, sostenibilidad e inclusión social (Ministerio de Transporte, 2024).

Modernización institucional y esquemas de financiamiento

La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y el Ministerio de Transporte han liderado la estructuración de proyectos ferroviarios con apoyo de organismos multilaterales como el BID y la CAF. Se han promovido esquemas de cofinanciación, concesiones y alianzas estratégicas para atraer inversión privada y garantizar la sostenibilidad financiera de los corredores férreos.

Es decir, que el nuevo esquema ferroviario colombiano se apoya en la cooperación entre entidades públicas como la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), y Findeter, junto con el sector privado mediante modelos de Asociación Público-Privada (APP). La ANI coordina la planificación, ejecución y supervisión de los corredores estratégicos, el DNP aporta capacidad técnica y visión nacional, mientras

Ciencia en escena: del dato al relato

Findeter apalanca financiamiento y estudios de factibilidad (Agencia Nacional de Infraestructura, 2025).

Ejemplo de este modelo es el corredor La Dorada–Chiriguaná, cuya concesión bajo APP contempla inversiones de \$3.4 billones para reacondicionar 210 km de vía férrea. Los contratos incluyen renovación de infraestructura, creación de centros de control operativo, talleres de mantenimiento y obras hidráulicas para mitigar riesgos climáticos (Agencia Nacional de Infraestructura, 2025a).

Enfoque ambiental y sostenibilidad normativa

El marco legal reciente también incorpora criterios ambientales en la gestión de infraestructura ferroviaria. La Ley Ferroviaria promueve el uso de tecnologías limpias, migración energética y resiliencia climática como ejes de operación férrea en Colombia. En coordinación con compromisos internacionales como el Acuerdo de París, el gobierno ha trazado la meta de lograr una red férrea de emisiones netas cero para 2050 (CAF, 2024; Banco Interamericano de Desarrollo, 2024).

Las concesiones recientes incluyen cláusulas de desempeño ambiental, regulación de emisiones y promoción de sistemas eléctricos e intermodales. Este enfoque permitirá posicionar el ferrocarril como alternativa sostenible frente al modo carretero, que presenta mayores emisiones por tonelada/km (CAF, 2024).

AVANCES TÉCNICOS Y PROYECTOS ESTRATÉGICOS

Corredor Bogotá–Belencito: recuperación y conexión agroindustrial

Uno de los hitos más relevantes de 2025 fue la recuperación de 40 kilómetros del corredor férreo entre Tuta y Belencito en el departamento de Boyacá, obra promovida por el Gobierno Nacional como parte central de la reactivación del modo férreo. Esta intervención, con una inversión superior a \$156 mil millones de pesos, busca mejorar la conectividad de los municipios Paipa, Duitama y Nobsa, permitiendo el transporte de carga agroindustrial hacia Bogotá y corredores logísticos del Altiplano Cundiboyacense (Infobae, 2025).

Los trabajos incluyen:

- ▶ Renovación de rieles, traviesas y sistemas de seguridad.
- ▶ Optimización del balasto y reforzamiento vial.
- ▶ Integración con logística intermodal y servicios de pasajeros.

Además, se estima que más de 160,000 pasajeros se movilizarán en este tramo durante 2025, posicionando el proyecto como dinamizador económico y social para la región (Ministerio de Transporte, 2025).

Corredor La Dorada–Chiriguaná: concesión estratégica bajo APP

Este corredor de 210 km recibió en 2025 una concesión por \$3.4 billones de pesos, siendo uno de los proyectos más ambiciosos de infraestructura férrea en Colombia. Su objetivo es modernizar 205 km de vía para mejorar la capacidad de carga, reducir los tiempos de tránsito y fortalecer la competitividad exportadora hacia el puerto de Santa Marta y el corredor atlántico (Agencia Nacional de Infraestructura, 2025).

Entre las obras destacan: Reacondicionamiento de rieles, pasando de 75 a 115 libras por yarda, reemplazo de traviesas y construcción de puentes, mitigación de riesgos hidráulicos con obras para manejo de inundaciones y edificación de talleres de mantenimiento y centros administrativos.

Este corredor fue adjudicado bajo una APP por 10 años, con el objetivo de conectar el centro del país con la costa Caribe. La concesión incluye mantenimiento, operación y modernización de la vía férrea, y se espera que movilice carga agrícola, industrial y minera. Es uno de los proyectos más ambiciosos del plan férreo nacional.

Proyectos complementarios en factibilidad y estructuración

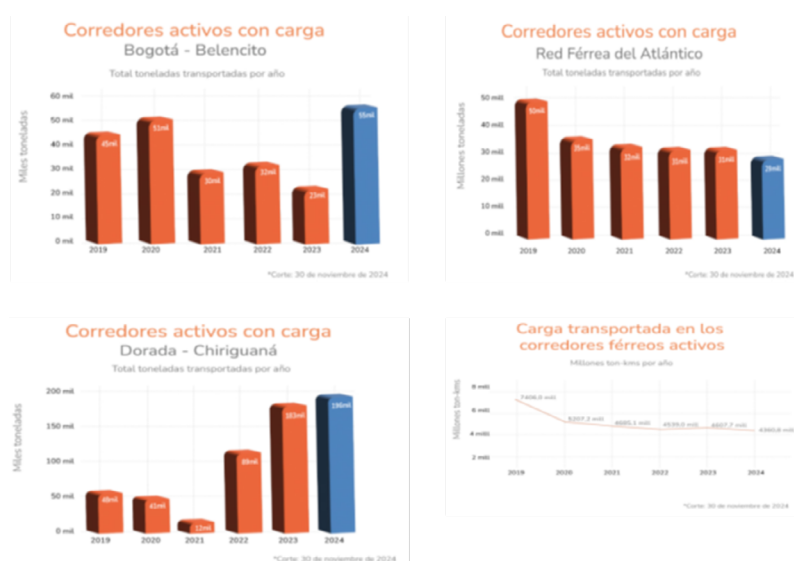
El gobierno ha impulsado proyectos adicionales para ampliar la red férrea e integrar territorios marginados.

Entre los más destacados en etapa de prefactibilidad o propuesta están:

- ▶ Bogotá – Corredor Central (Prefactibilidad avanzada, \$19.268 millones)
- ▶ Funza – Alvarado (Estructuración)
- ▶ La Tebaida – La Dorada (Factibilidad)
- ▶ Suárez – Jamundí (Propuesta)
- ▶ Tren del Catatumbo (Propuesta)
- ▶ Conexión Interoceánica (Estudio preliminar)

Estos proyectos permitirán articular zonas de frontera productiva, dinamizar el comercio regional y fomentar la eficiencia logística multimodal.

Figura 1. Corredores activos con carga



Fuente. ANI (2025)

Mejora en competitividad y eficiencia logística

La reactivación del tren ha permitido reducir los costos logísticos en corredores estratégicos, promedio del 28% por tonelada transportada, especialmente en corredores como La Dorada–Chiriguaná. Esto se traduce en mayores márgenes operativos para sectores como agroindustria, metalurgia y manufactura (BID, 2025), a la vez que mejora la planificación de rutas y aumenta la capacidad de carga, beneficiando especialmente a productores rurales que ahora pueden acceder a mercados con mayor regularidad y menores costos.

Se pueden resumir los principales beneficios logísticos en: Reducción de hasta 3 días en tiempos de tránsito entre el altiplano cundiboyacense y la costa Caribe, menor dependencia del transporte por carretera, evitando peajes y sobrecostos por congestión, así como el acceso a nodos multimodales que facilitan la exportación vía marítima.

Generación de empleo y encadenamientos productivos

Los proyectos férreos han generado empleos directos en construcción, operación y mantenimiento, así como empleos indirectos en logística, agroindustria y servicios. Además, han fortalecido encadenamientos productivos regionales al facilitar la conexión entre zonas de producción y centros de transformación.

Se crearon más de 15,200 empleos directos en 2025 y al menos 32,000 indirectos en logística, mantenimiento, manufactura y servicios.

Además, se identificaron beneficios para comunidades locales: Reactivación económica en zonas rurales con oferta de bienes y servicios, incorporación de mano de obra local y contratistas regionales y aceleración de encadenamientos productivos entre agro y logística.

Inclusión territorial y acceso social

La expansión del sistema férreo ha contribuido a reducir brechas territoriales, conectando regiones históricamente excluidas del desarrollo logístico. Esto ha mejorado el acceso a servicios, oportunidades económicas y movilidad para comunidades rurales e intermedias.

Esto contribuye a la equidad territorial, promueve oportunidades y fortalece la cohesión regional.

Reducción de huella de carbono y resiliencia ambiental

El transporte férreo genera 72% menos emisiones de CO₂ por tonelada respecto al transporte por carretera (BID, 2016). En 2025 se estima que la operación de tramos reactivados evitó más de 40,000 toneladas de emisiones, alineándose con los compromisos climáticos del país.

Además:

Ciencia en escena: del dato al relato

- ▶ Menor impacto sobre corredores viales y ecosistemas sensibles.
- ▶ Estímulo al transporte eléctrico (Metro, Regiotram).
- ▶ Planes de reforestación y compensación ambiental en tramos nuevos.

Es decir que el fortalecimiento del transporte férreo contribuye a la mitigación del cambio climático y al cumplimiento de compromisos ambientales internacionales.

Algunas reflexiones sobre el tema

La revitalización del sistema ferroviario en Colombia representa una oportunidad estratégica para transformar la logística nacional, reducir desigualdades territoriales y avanzar hacia un modelo de desarrollo más sostenible. Sin embargo, su consolidación requiere continuidad institucional, participación comunitaria y visión de largo plazo.

El año 2025 marca un punto de inflexión para el transporte férreo colombiano, con proyectos que pasaron de la planeación a la ejecución efectiva.

La recuperación de tramos estratégicos ha demostrado que el modo férreo no solo es viable, sino altamente competitivo frente al transporte terrestre, tanto en costos como en sostenibilidad.

La apuesta por la intermodalidad y la integración territorial evidencia que el tren puede ser una herramienta de equidad social y cohesión económica.

El tren ha vuelto a ser símbolo de desarrollo: no es solo rieles y vagones, sino una red que articula regiones dinamiza empleos y reduce la huella ecológica del país.

Propuestas de política pública

- ▶ Marco legal robusto y actualizado: Fortalecer la normatividad que regula el transporte férreo, incluyendo incentivos para la inversión privada.
- ▶ Financiación pública y privada: Diseñar esquemas mixtos que garanticen la sostenibilidad financiera de los proyectos.
- ▶ Plan maestro intermodal: Integrar el tren con otros modos de transporte para optimizar la logística nacional.
- ▶ Enfoque regional y comunitario: Incluir a las comunidades en la planificación y operación de los corredores férreos.
- ▶ Digitalización y sostenibilidad: Incorporar tecnologías limpias y sistemas inteligentes de gestión ferroviaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto se desarrolló en el marco de un semillero de investigación universitario, con un enfoque metodológico **cuantitativo, exploratorio y propositivo**, orientado a comprender la problemática de la revitalización del sistema ferroviario de carga en Colombia desde una perspectiva territorial, económica, ambiental y social. La investigación se estructuró en cuatro fases complementarias: revisión documental, análisis comparado, caracterización del público objetivo y formulación de propuestas estratégicas.

En la primera fase se realizó una **revisión bibliográfica y normativa** de fuentes oficiales, académicas y técnicas,

incluyendo documentos del Ministerio de Transporte, la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), así como informes de organismos multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la CAF. Esta revisión permitió identificar los principales hitos históricos, marcos legales, proyectos estratégicos y avances recientes en materia ferroviaria, además de contextualizar el papel del tren en la logística nacional.

La segunda fase consistió en un **análisis comparado de experiencias internacionales**, con énfasis en los casos de México, Brasil, Argentina y Chile. Estos países han implementado modelos exitosos de recuperación férrea bajo esquemas de concesión, integración multimodal y sostenibilidad ambiental. Las lecciones aprendidas de estos contextos fueron contrastadas con el caso colombiano para identificar oportunidades de mejora en gobernanza, financiamiento y planificación.

RESULTADOS

Presente los hallazgos más importantes del proyecto. Pueden ser resultados cualitativos, cuantitativos, prototipos, aprendizajes, productos, acciones implementadas, etc. Se sugiere usar un lenguaje comprensible, evitando tecnicismos innecesarios.

Los hallazgos de esta investigación evidencian que la revitalización del sistema ferroviario de carga en Colombia ha comenzado a generar impactos significativos en términos logísticos, económicos, sociales y ambientales.

A partir del análisis de políticas públicas, proyectos estratégicos y experiencias territoriales, se identificaron avances concretos que permiten proyectar al tren como un eje articulador del desarrollo sostenible e inclusivo.

Mejora en competitividad y eficiencia logística

Uno de los resultados más relevantes es la reducción promedio del 28% en los costos logísticos por tonelada transportada en corredores estratégicos como La Dorada-Chiriguana. Esta disminución ha beneficiado especialmente a sectores como la agroindustria, la metalurgia y la manufactura, al permitir una mayor previsibilidad en los tiempos de tránsito, menor dependencia del transporte por carretera y acceso a nodos multimodales que facilitan la exportación. Se reporta una reducción de hasta tres días en los tiempos de tránsito entre el altiplano cundiboyacense y la costa Caribe, lo que representa una mejora sustancial en la eficiencia operativa.

Generación de empleo y encadenamientos productivos

La ejecución de proyectos férreos ha generado más de 15.200 empleos directos y al menos 32.000 empleos indirectos en sectores como logística, mantenimiento, manufactura y servicios. Además, se ha fortalecido la economía local mediante la contratación de mano de obra regional, la dinamización de la oferta de bienes y servicios en zonas rurales, y la consolidación de encade-

namientos productivos entre el sector agropecuario y la infraestructura logística.

Inclusión territorial y acceso social

La expansión del sistema férreo ha permitido conectar regiones históricamente excluidas del desarrollo logístico, mejorando el acceso a servicios, oportunidades económicas y movilidad para comunidades rurales e intermedias. Esta inclusión territorial ha contribuido a reducir brechas regionales, fortalecer la cohesión social y promover un desarrollo más equilibrado entre el centro y la periferia del país.

Reducción de huella de carbono y resiliencia ambiental

Desde una perspectiva ambiental, el transporte férreo ha demostrado ser una alternativa sostenible frente al modo carretero. Se estima que, en 2025, la operación de tramos reactivados evitó la emisión de más de 40.000 toneladas de CO², gracias a su menor consumo energético por tonelada/kilómetro. Además, las concesiones incluyen cláusulas ambientales que promueven el uso de tecnologías limpias, planes de reforestación y medidas de mitigación de impactos sobre ecosistemas sensibles. Este enfoque contribuye al cumplimiento de los compromisos climáticos del país y posiciona al tren como un actor clave en la transición hacia una economía baja en carbono.

CONCLUSIONES

La revitalización del sistema férreo responde hoy a la urgencia de una Colombia más competitiva, sostenible e inclusiva. El ferrocarril se ha repositionado como un eslabón clave en la logística nacional, integrando regiones, reduciendo brechas y apoyando la transición energética. No obstante, los retos técnicos, normativos y culturales aún requieren atención.

Se recomienda mantener e intensificar la apuesta por el modo férreo, consolidando los avances logrados, ampliando la modernización tecnológica y fortaleciendo la capacitación institucional y local. Sólo una red ferroviaria moderna y gestionada bajo criterios de sostenibilidad, equidad y eficiencia permitirá que los beneficios de la logística de clase mundial sean también una oportunidad para los sectores rurales, las pymes, y los territorios tradicionales de Colombia.

REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Infraestructura. (2016). Desafíos del transporte ferroviario de carga en Colombia. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/sites/default/files/desafios-del-transporte-ferroviario-de-carga-en-colombia.pdf>
- Agencia Nacional de Infraestructura. (2016). Desafíos del transporte ferroviario de carga en Colombia. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/sites/default/files/desafios-del-transporte-ferroviario-de-carga-en-colombia.pdf>

Ciencia en escena: del dato al relato

Agencia Nacional de Infraestructura. (2025). Proyectos ANI - Modo férreo. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/proyectos-ani-modo-ferreo>

Agencia Nacional de Infraestructura. (2025). Proyectos ANI - Modo férreo. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/proyectos-ani-modo-ferreo>

Agencia Nacional de Infraestructura. (2025). Reactivación ferroviaria de Colombia – visión 2050. Recuperado de https://www.ani.gov.co/sites/default/files/u949/ani_jonathan_bernal.pdf

Agencia Nacional de Infraestructura. (2025, abril 3). Con una oferta de \$2,27 billones Estructura Plural Línea Férrea ganó licitación para la concesión APP. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/con-una-oferta-de-227-billones-estructura-plural-linea-ferrea-gano-licitacion-para-la-concesion-app>

ANI. (2024, septiembre 16). Gobierno nacional invierte en modernización del corredor férreo Bogotá–Belencito. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/gobierno-nacional-invierte-en-modernizacion-del-corredor-ferreo-bogota-belencito>

ANI. (2025, mayo 27). Inició la modernización del corredor Bogotá – Belencito, corazón de la reactivación férrea. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/inicio-la-modernizacion-del-corredor-bogota-belencito-corazon-de-la-reactivacion-ferrea>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2024, mayo 14). Integración de la acción climática en la gestión de la inversión pública. Recuperado de <https://publications.iadb.org/en/integrating-climate-action-public-investment-management-lessons-argentina-costa-rica-and-colombia>

Banco Mundial. (2024). Resultados de la privatización de ferrocarriles en América Latina. Recuperado de https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2024-08/Latin%20America_Resultados%20de%20la%20Privatizaci%C3%B3n%20de%20Ferrocarriles%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20_ES.pdf

- CAF. (2024, diciembre 11). Ferrocarriles, la vía hacia un futuro de transporte sostenible. Recuperado de <https://www.caf.com/es/blog/ferrocarrile-la-via-hacia-un-futuro-de-transporte-sostenible/>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2024). Infraestructura férrea en Colombia: actualidad, retos y prospectiva. Recuperado de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/semilleros_investigacion/article/view/15914
- Departamento Nacional de Planeación. (2025). Plan Maestro Ferroviario. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Plan-Maestro-Ferroviano.pdf>
- El Espectador. (2025, junio 16). Más allá del papel: cómo se ve la reactivación férrea desde el terreno. Recuperado de <https://www.elespectador.com/economia/trenes-en-colombia-asi-se-ra-la-inversion-para-la-reactivacion-ferrea/>
- Infobae. (2025, mayo 30). Comenzó la renovación del corredor ferroviario entre Bogotá y Boyacá. Recuperado de <https://www.infobae.com/colombia/2025/05/30/renovacion-de-40-kilometros-del-corredor-ferroviario-entre-boyaca-bogota-se-estima-acabar-en-el-fin-del-2025/>
- La Nota Económica. (2025, enero 13). El regreso del tren en Colombia. Sus desafíos y oportunidades ambientales. Recuperado de <https://lanotaeconomica.com.co/movidas-empresarial/el-regreso-del-tren-en-colombia-sus-desafios-y-oportunidades-ambientales/>
- Ministerio de Transporte. (2024, marzo 15). Gobierno del Cambio impulsa la reactivación férrea en el país. Recuperado de <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/11661/gobierno-del-cambio-impulsa-la-reactivacion-ferrea-en-el-pais/>
- Ministerio de Transporte. (2024, septiembre 12). Proyecto de ley ferroviaria. Recuperado de <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/11895/proyecto-de-ley-ferroviaria/>

Ciencia en escena: del dato al relato

Ministerio de Transporte. (2025, julio 18). Colombia vuelve a subirse al tren: entra en operación nuevo servicio de pasajeros en Boyacá con apoyo del Gobierno Nacional. Recuperado de <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/12067/colombia-vuelve-a-subirse-al-tren-entra-en-operacion-nuevo-servicio-de-pasajeros-en-boyaca-con-apoyo-del-gobierno-nacional/>

Ministerio de Transporte. (2025, julio 18). Colombia vuelve a subirse al tren: entra en operación nuevo servicio de pasajeros en Boyacá con apoyo del Gobierno Nacional. Recuperado de <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/12067/colombia-vuelve-a-subirse-al-tren-entra-en-operacion-nuevo-servicio-de-pasajeros-en-boyaca-con-apoyo-del-gobierno-nacional/>

Valora Analitik. (2024, diciembre 6). Colombia tendría vía férrea para transporte de pasajeros. Recuperado de <https://www.valoraaanalitik.com/colombia-tendria-via-ferrea-transporte-pasajeros/>

Valora Analitik. (2024, noviembre 21). Este es el nuevo ferrocarril que reviviría en Colombia en 2025. Recuperado de <https://www.valoraaanalitik.com/nuevo-ferrocarril-reviviria-colombia-2025/>

Zona Logística. (2024, octubre 18). Panorama del tren en Colombia y su impacto en la logística. Recuperado de <https://www.zonalogistica.com/panorama-del-tren-en-colombia-y-su-impacto-en-la-logistica/>

La inteligencia emocional como herramienta estratégica en las negociaciones

Paola Alexandra Colorado Guarnizo

Politécnico Internacional

Wilmar Yesid Suárez Villaizón

Fundación Universitaria Horizonte



Resumen

La inteligencia emocional es un punto clave en los procesos de negocios a nivel empresarial, esto puede manejarse correctamente como una herramienta estratégica para el éxito en cualquier tipo de negociación. Como objetivo se planteó analizar el impacto de la inteligencia emocional como herramienta estratégica en los procesos de negociación empresarial aplicando así, una metodología de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo utilizando un cuestionario estructurado que evaluó cinco competencias emocionales clave en 40 participantes involucrados en dinámicas de negociación. El instrumento permitió obtener datos sobre autoconocimiento, autogestión, empatía, habilidades sociales y la percepción del impacto de la inteligencia emocional en los resultados negociadores.

Los resultados evidenciaron un alto nivel de conocimiento y aplicación de estrategias emocionales en la mayoría de los encuestados, de los encuestados, especialmente en contextos que exigen toma de decisiones bajo presión y relaciones interpersonales sólidas. No obstante, se identificaron áreas de mejora en las fases iniciales de las competencias evaluadas, lo que sugiere la necesidad de reforzar la formación emocional desde una perspectiva práctica. Como conclusión se indicó que la inteligencia emocional fortalece la eficacia en la negociación, el liderazgo y la adaptabilidad organizacional, consolidándose como una ventaja competitiva en escenarios empresariales actuales.

Palabras clave: *Habilidades sociales, toma de decisiones, relaciones laborales, inteligencia*

INTRODUCCIÓN

Las negociaciones en el entorno actual se desarrollan en un contexto caracterizado por la globalización, la transformación digital y la conciencia sobre la sostenibilidad y la responsabilidad social, debido a la gran demanda de bienes y servicios, las diferentes empresas han tenido que incorporar la tecnología en sus procesos para acelerar la producción y la prestación de servicios, lo que en la actualidad ha dado origen a la cuarta revolución industrial. (Hidalgo y González, 2023). Estos factores han redefinido las dinámicas tradicionales de negociaciones, exigiendo nuevas competencias y enfoques estratégicos en el contexto actual de los negocios y las organizaciones, la capacidad de gestionar emociones y establecer relaciones interpersonales efectivas se ha convertido en una competencia importante para el éxito de las empresas.

Es aquí, en donde la inteligencia emocional entra a tomar un papel significativo en las relaciones empresariales para los negocios, puesto que esta se encuentra la capacidad de identificar adecuadamente, analizar y comunicar las emociones en la habilidad de acceder a los sentimientos o crearlos cuando apoyan el pensamiento, en la comprensión de las emociones, el conocimiento emocional y en la capacidad de gestionar las emociones para fomentar el desarrollo emocional e intelectual (Domínguez et al., 2020), esto ha emergido como un componente esencial dentro del mundo empresarial, especialmente en el ámbito de la negociación, aunque inicialmente fue un concepto utilizado en el ámbito de la psicología, la

inteligencia emocional ha sido cada vez más aplicada en el desarrollo de estrategias de negociación, liderazgo y toma de decisiones dentro de las organizaciones, sin embargo, a pesar de su relevancia y adopción creciente, aún persisten cuestionamientos sobre la magnitud de su impacto real en las dinámicas empresariales.

Daniel Goleman, psicólogo y periodista estadounidense, fue el primero que conceptualizó la inteligencia emocional e indicó que es un conjunto de habilidades que permite a los individuos reconocer, comprender y manejar tanto sus propias emociones como las de los demás. Goleman (1995) argumenta que la inteligencia emocional no solo está vinculada a la empatía y la gestión emocional, sino también al autoconocimiento y a la capacidad de tomar decisiones bien fundamentadas en situaciones de alta presión, características que son cruciales en el entorno de negocios.

Este autor fue pionero en ampliar este concepto más allá de la psicología, aplicándolo al campo organizacional y reconociendo la importancia de las emociones en el desempeño empresarial y su enfoque destaca que los líderes con alta inteligencia emocional son más capaces de generar un ambiente de confianza, facilitando la toma de decisiones y la resolución de conflictos dentro de las empresas. La habilidad para reconocer y manejar las emociones propias y ajenas es, por tanto, una ventaja competitiva en la negociación, donde las emociones pueden influir en las decisiones de las partes involucradas.

Todas las estrategias de inteligencia emocional son vitales para transformar las negociaciones en el ámbito empresarial en una herramienta más viable, pues destaca su impacto en la dinámica interpersonal, en la construcción de confianza y en la obtención de resultados mutuamente beneficiosos, a través del estudio de sus componentes, estrategias aplicadas y casos concretos, debido a que se busca evidenciar cómo el desarrollo emocional puede convertirse en una ventaja competitiva en el arte de negociar. Es importante destacar que, la capacidad de manejar y reconocer las emociones no solo mejora la toma de decisiones, sino que crea un entorno laboral más saludable y motivador (Mindeguia et al., 2021)

Inteligencia emocional en las negociaciones

El problema de la investigación radica en la necesidad de comprender cómo la inteligencia emocional influye en las estrategias de negociación empresarial y si su aplicación concreta puede traducirse en mejoras en el desempeño organizacional; aunque diversos estudios han abordado la relación entre la inteligencia emocional y la efectividad en las interacciones interpersonales dentro de las organizaciones, aún no se ha logrado establecer de manera definitiva cómo esta habilidad puede servir como una estrategia efectiva de negociación en diferentes contextos empresariales.

La pandemia del Covid-19 transformó de manera significativa el entorno empresarial, generando incertidumbre y desafíos sin precedentes en las negociaciones; en este

contexto, la inteligencia emocional se ha convertido en una herramienta importante para los líderes y equipos de trabajo. A pesar de que la inteligencia emocional se reconoce como un factor clave para el éxito en las negociaciones, su aplicación práctica en situaciones de crisis como la pandemia no ha sido suficientemente explorada. Las empresas que han sabido gestionar las emociones del personal y de sus socios comerciales han logrado adaptarse mejor a los cambios y mantener relaciones sólidas.

Es por ello, que en esta investigación resaltaremos aquellas estrategias de inteligencia emocional que son necesarias para transformar las negociaciones en el ámbito empresarial en una herramienta. Estas serán mencionadas y especificadas para ampliar el conocimiento y sean puestas en práctica. Además, se pretende identificar las mejores prácticas que han surgido en este nuevo entorno y cómo pueden implementarse para fortalecer las relaciones comerciales en el futuro.

En un mundo cada vez más interconectado y competitivo, las habilidades técnicas ya no son suficientes para garantizar el éxito en los procesos de negociación. Factores como la empatía, el autocontrol, la motivación y la capacidad de influir positivamente en los demás han cobrado una relevancia creciente en escenarios donde la toma de decisiones y la resolución de conflictos son esenciales. En este contexto, la inteligencia emocional se posiciona como una herramienta estratégica clave para lograr acuerdos sostenibles, relaciones duraderas y climas

de cooperación. Es por ello, que se hace necesario hacer hincapié en el desarrollo de las características propias de la inteligencia emocional en aquellos líderes empresariales que constantemente generan negociaciones internas o externas como ejercicio de trabajo constante.

El papel de la inteligencia emocional en las negociaciones

De acuerdo con Goleman (1995), la inteligencia emocional se manifiesta a través de las siguientes características: Autoconocimiento, autorregulación, motivación, empatía y habilidades sociales:

Autoconocimiento

El autoconocimiento es uno de los pilares fundamentales de la inteligencia emocional y constituye el punto de partida para una gestión emocional efectiva, refiriéndose a la capacidad de una persona para identificar y comprender sus propias emociones, reconocer cómo éstas influyen en sus pensamientos y comportamientos, y evaluar con objetividad sus fortalezas, debilidades, valores y motivaciones. (Chernicof y Rodríguez, 2018)

Goleman (1996) citado por Álvarez y Pérez (2009), señala que identificar una emoción en el momento en que se experimenta constituye un aspecto significativo de la inteligencia emocional, es decir, comprender y regular las emociones resulta esencial para llevar una vida plena. Para lograr esta comprensión y regulación, es necesario ser consciente de lo que se siente. Toda la estructura de

Ciencia en escena: del dato al relato

la inteligencia emocional se sustenta en la habilidad de reconocer los propios sentimientos. Además, este reconocimiento está vinculado a una competencia personal que influye en el dominio de uno mismo, y que puede dividirse en conciencia emocional, autoevaluación precisa y confianza en sí mismo.

Un negociador emocionalmente inteligente, que se conoce a sí mismo, es capaz de anticipar sus puntos sensibles, reconocer cuándo está siendo influenciado por prejuicios o sesgos personales, y actuar de manera alineada con sus principios. Esto no solo refuerza su credibilidad ante la otra parte, sino que también fortalece su resiliencia emocional frente a posibles adversidades o resultados inesperados.

El desarrollo del autoconocimiento implica práctica constante, reflexión y apertura al feedback. Herramientas como el diario emocional, la meditación, el coaching o la autoevaluación a través de cuestionarios especializados pueden contribuir significativamente a fortalecer esta habilidad clave. En definitiva, quien se conoce a sí mismo está mejor preparado para entender a los demás y construir puentes sólidos en cualquier proceso de negociación. Chernicoff y Morales (2024).

Autorregulación

Según Daniel Goleman, una característica esencial de la autorregulación es la capacidad de controlar los impulsos y estados de ánimo disruptivos. Esto implica gestionar las propias emociones de manera que no dominen el compor-

tamiento, permitiendo responder de forma reflexiva y no impulsiva ante situaciones de presión o conflicto evitando así diferir las gratificaciones, evitar la angustia y negar la capacidad de empatizar y confiar en los demás (p, 45).

De esta manera, la autorregulación contribuye de manera significativa en los negocios al permitir que los individuos, especialmente líderes y colaboradores empresariales, gestionen y controlen sus propias emociones e impulsos ante situaciones críticas o de presión. Esta habilidad se traduce en los siguientes beneficios clave:

- ▶ Mejora la toma de decisiones, debido a que al evitar reacciones impulsivas, la autorregulación permite analizar con claridad las circunstancias y elegir respuestas más racionales y estratégicas, lo que resulta en decisiones empresariales más efectivas y éticas. Castaño y Preciado (2024)
- ▶ Fortalece el liderazgo, esto obedece a que los líderes que practican la autorregulación se mantienen serenos frente a la adversidad, transmiten confianza a sus equipos y son capaces de inspirar resiliencia, fomentando un clima organizacional positivo y un ambiente colaborativo. Optimiza el clima laboral, ya que la gestión adecuada de las emociones ayuda a reducir el estrés y los conflictos, propiciando relaciones interpersonales armónicas, mayor satisfacción laboral y mayor productividad dentro de los equipos. Facilita la adaptación al cambio, puesto a que permite afrontar los retos y la incertidumbre con flexibilidad, facilitando el ajuste a nuevos escenarios, algo fundamental en entornos de negocios dinámicos. Aumenta la efectividad en las negociaciones, debido a que el autocontrol y la autorregulación emocional son esenciales para mantener la calma durante negociaciones complejas y para

Ciencia en escena: del dato al relato

comprender los puntos de vista y emociones de las otras partes, lo que incrementa las posibilidades de alcanzar acuerdos beneficiosos para todos. Buestan et al. (2024)

Por lo tanto, la autorregulación como parte de la inteligencia emocional es clave para el éxito empresarial porque permite un manejo apropiado de las emociones, potencia el liderazgo efectivo, mejora la convivencia y contribuye tanto al bienestar individual como organizacional. Jurado & Plazas (2024).

Motivación

Esta característica representa la capacidad de una persona para dirigir sus emociones y energías hacia la consecución de metas, mantener el optimismo y la persistencia, incluso frente a las dificultades. De acuerdo con Giraldo Cesar (2021), la motivación en los negocios contribuye de manera decisiva al incremento de la productividad y la competitividad de las empresas. Una plantilla laboral motivada se enfoca más en sus tareas, mantiene un mayor compromiso con los objetivos organizacionales y enfrentar mejor las presiones del entorno empresarial, lo que redundará en mejores resultados. Así las cosas, se puede decir que la motivación influye en los negocios de la siguiente forma:

- ▶ Mejora el desempeño y la productividad, debido a que los colaboradores motivados tienden a ser más eficientes, creativos y responsables, lo que eleva la calidad y cantidad de los productos o servicios ofrecidos. Villarreal et al. (2024).

- ▶ Fomenta un ambiente laboral positivo, ya que impulsa un clima organizacional saludable, disminuye el estrés y los conflictos, y refuerza el sentido de pertenencia, facilitando la colaboración y la lealtad al negocio.
- ▶ Impulsa el emprendimiento y la consolidación empresarial, puesto que los emprendedores motivados están más dispuestos a tomar riesgos calculados y a identificar oportunidades que fortalecen y consolidan sus negocios.
- ▶ Favorece la innovación y la adaptación, ya que es clave para que las empresas y sus colaboradores busquen constantemente innovar y ajustarse a los cambios del mercado, manteniendo la competitividad. Molina et al. (2016).
- ▶ Incrementa la retención del talento, los empleados motivados tienen menor rotación, lo que reduce costos asociados al reclutamiento y formación, contribuyendo a la estabilidad del capital humano.

La motivación es un elemento clave dentro de la inteligencia emocional que potencia el compromiso, la resiliencia y el rendimiento en los negocios, generando ventajas competitivas sostenibles y beneficios tanto para los colaboradores como para la organización en su conjunto. Velásquez (2023)

Empatía

Según Daniel Goleman, la empatía es una competencia esencial de la inteligencia emocional que implica la capacidad de percibir, comprender y responder adecuadamente a las emociones y necesidades de los demás. Goleman destaca que la empatía va más allá de solo sentir simpatía; consiste en una percepción consciente que permite construir relaciones humanas auténticas y efectivas.

Ciencia en escena: del dato al relato

De esa manera, la empatía en los negocios contribuye de forma clave al éxito organizacional mediante la capacidad de comprender y conectar con las emociones, necesidades y perspectivas tanto de clientes como de empleados y socios. Esta habilidad genera múltiples beneficios concretos:

Anticipa necesidades y mejora la satisfacción del cliente, al ponerse en el lugar del cliente, las empresas pueden ofrecer un servicio más personalizado, resolviendo problemas de manera más humana y eficaz, lo que aumenta la fidelidad y las recomendaciones positivas.

Fortalece las relaciones duraderas, debido a que crea vínculos emocionales sólidos con clientes y empleados, lo que fomenta la lealtad a largo plazo y la retención de talento. Barham (2024).

Fomenta un ambiente laboral positivo, porque promueve la confianza, la comunicación abierta y la colaboración entre equipos, lo que incrementa la motivación, reduce el estrés y baja la rotación de personal.

Mejora el liderazgo, se ha visto que los líderes empáticos construyen relaciones sólidas con sus equipos, generando confianza y un ambiente propicio para la innovación y la adaptación al cambio.

Impulsa la innovación y adaptabilidad, la comprensión profunda de las emociones y motivaciones tanto internas como externas permite identificar oportunidades y ajustar la oferta a las demandas reales del mercado. Barham (2024).

La empatía no es solo una cualidad personal, sino un elemento estratégico en los negocios que fortalece la experiencia del cliente, mejora la productividad y cohesión interna, y contribuye a la sostenibilidad y crecimiento empresarial

Habilidades sociales

De acuerdo con Goleman, las habilidades sociales son el último componente fundamental de la inteligencia emocional y comprenden la capacidad para comunicarse eficazmente, influir, persuadir y gestionar conflictos de manera constructiva. Estas habilidades permiten a los líderes y colaboradores establecer relaciones sólidas y funcionales, facilitando el trabajo en equipo y la motivación colectiva.

El mismo autor explica que las personas con buenas habilidades sociales son excelentes comunicadores, capaces de escuchar tanto buenas como malas noticias, y expertos en generar entusiasmo y apoyo hacia proyectos o cambios. Además, los individuos con desarrollo en estas habilidades son hábiles en manejar el cambio organizacional y resolver disputas con diplomacia, lo que contribuye a un ambiente laboral saludable y productivo.

Las habilidades sociales contribuyen en los negocios de forma decisiva al facilitar la comunicación efectiva, la colaboración y la construcción de relaciones de confianza tanto dentro de la empresa como con clientes y socios. Según Dorado et. al (2022), el impacto se traduce en beneficios tangibles para la organización:

Ciencia en escena: del dato al relato

- ▶ Mejoran la comunicación interna y externa, lo que reduce malentendidos y conflictos, y fortalece la coordinación entre equipos y con clientes.
- ▶ Fomentan el trabajo en equipo eficiente y armonioso, generando ambientes laborales positivos donde la colaboración y el compromiso aumentan la productividad.
- ▶ Potencian el liderazgo efectivo, ya que líderes con buenas habilidades sociales motivan, guían y conectan emocionalmente con sus equipos, lo que aumenta el compromiso y la retención de talento. Dorado et. al (2022)
- ▶ Facilitan la resolución de conflictos mediante la empatía, la escucha activa y la asertividad, promoviendo soluciones constructivas y evitando la escalada de tensiones internas.
- ▶ Mejoran la atención y satisfacción del cliente, dado que comprender y responder adecuadamente a sus necesidades fortalece la relación y la fidelidad hacia la empresa.
- ▶ Impulsan la adaptabilidad y la innovación, pues una comunicación abierta y fluida facilita el intercambio de ideas y la rápida respuesta a los cambios del mercado.

Son relevantes incluso en entornos digitales y de trabajo remoto, donde mantener la conexión y la coordinación depende en gran medida de la calidad de las interacciones sociales virtuales. Alcívar et. al (2025).

Las habilidades sociales en los negocios son un motor fundamental para establecer relaciones sólidas, manejar eficientemente los equipos y clientes, y construir un ambiente laboral, saludable y productivo, que a su vez se refleja en mejores resultados organizacionales y competitividad.

De esta manera, se ha podido observar, como estas cinco competencias, constituyen el núcleo de la inteligencia

emocional y son esenciales para el éxito personal y profesional, puesto que se interrelacionan para facilitar un manejo efectivo de las emociones propias y de las relaciones con los demás, lo cual es esencial para las negociaciones exitosas en un sistema económico demandante, ya que permiten un mejor autoconocimiento, auto-control, motivación sostenida, conexión con los demás y relaciones interpersonales constructivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología manejada en esta investigación fue de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo, en donde se buscó analizar el impacto de la inteligencia emocional (IE) como estrategia de negociación empresarial en términos medibles y observables. Este enfoque permite establecer relaciones entre variables como las habilidades emocionales de los negociadores, la efectividad en las negociaciones y los resultados organizacionales. El estudio se centrará en la recolección de datos numéricos y en el análisis estadístico de los mismos, con el fin de obtener conclusiones objetivas sobre la influencia de la IE en el proceso de negociación.

Enfoque metodológico

El enfoque de la investigación será cuantitativo correlacional, pues se pretende determinar la relación entre dos o más variables: la inteligencia emocional de los negociadores y el éxito en las negociaciones empresariales. El análisis se llevará a cabo mediante encuestas y escalas

de medición de inteligencia emocional, así como la recopilación de datos sobre los resultados de negociaciones previas realizadas por las empresas participantes en el estudio. A través de este enfoque, se podrá identificar cómo las habilidades emocionales impactan de manera directa en los procesos de negociación y en los resultados alcanzados por los equipos de negociación en entornos empresariales.

Instrumento de recolección de datos

Para medir la inteligencia emocional y su relación con la eficacia de las negociaciones, se utilizará un cuestionario de inteligencia emocional adaptado a contextos empresariales. Este cuestionario incluyó preguntas que evalúan las cuatro competencias principales de la inteligencia emocional: autoconocimiento emocional, autogestión emocional, empatía y habilidades sociales. Estas competencias se relacionan directamente con las habilidades necesarias para tener éxito en las negociaciones, tales como la regulación emocional en situaciones de conflicto, la comprensión de las emociones de la otra parte, y la capacidad de influir positivamente en la otra parte durante el proceso negociador.

El cuestionario se estructuró en 20 preguntas con una escala de Likert de 5 puntos (de 1: total desacuerdo a 5: total acuerdo) y se aplicó a 40 personas encaminadas en procesos de negociación. Esto permitió a los participantes autoevaluar sus competencias emocionales en función de diversas situaciones de negociación. Además,

se incluirán preguntas sobre el éxito de las negociaciones pasadas, lo cual permitirá correlacionar los datos sobre inteligencia emocional con los resultados obtenidos en dichos procesos.

Justificación del instrumento

El cuestionario de inteligencia emocional se selecciona porque ha sido validado en múltiples contextos organizacionales y se encuentra respaldado por estudios previos que relacionan la inteligencia emocional con el desempeño empresarial. Además, su estructura permite obtener datos precisos sobre las habilidades emocionales de los participantes, los cuales se analizarán para identificar patrones y tendencias en la relación entre inteligencia emocional y los resultados de las negociaciones. Las entrevistas cualitativas ayudarán a contextualizar los datos obtenidos a través del cuestionario, brindando una perspectiva más detallada sobre cómo los negociadores experimentan y aplican la inteligencia emocional en sus interacciones.

De esta forma, la combinación de instrumentos cuantitativos y cualitativos permitirá ofrecer un análisis integral sobre la relación entre la inteligencia emocional y las estrategias de negociación empresarial, proporcionando una visión más completa y fundamentada para las empresas que deseen implementar la IE como estrategia en sus procesos negociadores.

Aplicación del instrumento

El cuestionario estructurado y aplicado a 40 personas, se organizó para identificar el autoconocimiento emocional,

autogestión emocional, empatía y habilidades sociales desde un punto de vista personal.

RESULTADOS

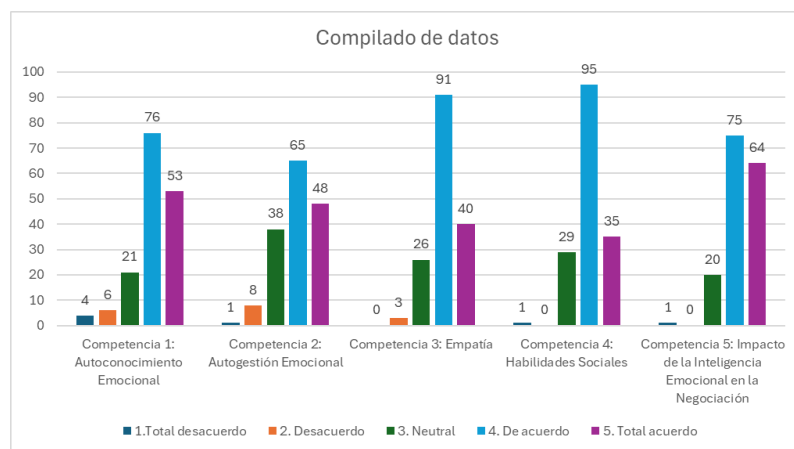
Los 40 encuestados dieron respuesta a 20 preguntas del cuestionario en cinco competencias para identificar los aspectos de la investigación, cada competencia contaba con 4 preguntas acordes al saber: Competencia 1- Autoconocimiento Emocional, Competencia 2- Autogestión Emocional, Competencia 3- Empatía, Competencia 4- Habilidades Sociales, Competencia 5- Impacto de la Inteligencia Emocional en la Negociación.

Una vez realizada la tabulación completa de la encuesta con las 5 competencias y una unificación de las cada una de las competencias, se logró dar a conocer el conocimiento de cada una de las competencias en general desde un punto de vista personal y tomando medidas de decisiones, fortalezas, emociones, relaciones, comunicaciones y demás aspectos que se requieren en una negociación.

Este dato nos permite identificar diferentes aspectos en cada uno de los componentes como lo son el manejo de la alta presión durante las negociaciones, las fortalezas emocionales (componente 1), el manejo de la calma, el estrés y la frustración (componente 2), la capacidad de percibir emociones de la otra parte, entender sus puntos de vista y adaptarse al enfoque de las negociaciones (componente 3), el manejo de la confianza, comunicar emociones y las relaciones interpersonales (componente 4)

y el éxito de las negociaciones, construcción de relaciones de largo plazo, gestión emocional, inteligencia y liderazgo (componente 5).

Gráfico 1. Resultados unificados del cuestionario



Fuente. Creación propia

Así mismo, se logró identificar que en cada una de las competencias existe el porcentaje más alto en conocimiento de las estrategias de inteligencia emocional (De acuerdo) y se determinó un porcentaje menor en las dos primeras secciones de cada uno de los componentes en donde se requiere una indagación mayor del tema para mejorar la calidad de negociación.

CONCLUSIONES

La inteligencia emocional juega un papel fundamental en el ámbito de los negocios, especialmente en el desarrollo de habilidades clave para llevar a cabo negociaciones exitosas, a partir de los resultados obtenidos en el cues-

tionario aplicado, esto logra evidenciar un nivel general de conocimiento favorable en las cinco competencias evaluadas.

La investigación muestra que la mayoría de los encuestados se ubican en niveles altos de conocimiento y aplicación de estrategias relacionadas con la inteligencia emocional, lo cual representa una fortaleza significativa en contextos donde se requiere la toma de decisiones bajo presión. el manejo de conflictos, la comunicación efectiva, la construcción de relaciones y negociaciones duraderas. No obstante, se identificaron áreas de mejora, especialmente en las fases iniciales de cada componente, lo que sugiere la necesidad de profundizar en procesos formativos que refuercen la autorreflexión, el control emocional y la empatía estratégica.

Para finalizar, se indica que el dominio de las competencias emocionales no solo contribuye al éxito en las negociaciones, sino que además potencia el liderazgo, la colaboración y la adaptabilidad en escenarios de alta exigencia profesional. Por tanto, esta investigación es parte de un inicio de recopilación de información y de análisis de la inteligencia emocional y se recomienda continuar con estudios que amplíen la muestra que permitan generar estrategias pedagógicas y empresariales que fortalezcan la inteligencia emocional como una herramienta estratégica en los negocios.

Desde una perspectiva práctica, los hallazgos muestran que las organizaciones y profesionales pueden lograr un fortalecimiento de las competencias mediante programas

de formación y desarrollo de personal, dado que, la inteligencia emocional puede desarrollarse y perfeccionarse con estrategias específicas, generando impactos positivos no solo en el éxito de las negociaciones, sino también en la cultura organizacional, liderazgo y productividad. En consecuencia, se plantea la importancia de continuar con investigaciones más amplias y profundas que incluyan variables como género, la experiencia laboral o el sector económico, enriqueciendo el análisis y así proponer intervenciones más contextualizadas.

REFERENCIAS

- Alcívar Trejo, C., Albert-Márquez, J., Calderón Cisneros, J. T., & da Silva Marinho, G. M. (2025). Desarrollo de habilidades sociales y ciudadanas a través de iniciativas deportivas universitarias: un enfoque de los ODS. *Retos*, 63, 556–566. <https://doi.org/10.47197/retos.v63.104844>
- Alviárez, L., & Pérez, M. (2009). Inteligencia emocional en las relaciones académicas profesor-estudiante en el escenario universitario. *Lauro*, 15 (30), 94-117 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76120651005>
- Barham, J (2024). Empatía Empresarial: Un Valor Fundamental en la Prestación de Servicios. Barham visibilidad relevante <https://barham.es/empatia-empresarial/>
- Biedma-Ferrer, J. M. (2021). Inteligencia emocional: influencia en la gestión de los recursos humanos en las organizaciones. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 8(1), 1-17. <https://doi.org/10.22579/23463910.272>
- Buestan Tigua, G. J., Godoy Salazar, G. T., Ponce Ramírez, N. D., & Reyes Barreiro, A. N. (2024). Gamificación para el desarrollo de la inteligencia emocional en la resolución de problemas.

Ciencia en escena: del dato al relato

Revista Académica YACHAKUNA, 2(1), 79–101. <https://doi.org/10.70557/2025.ychkn.2.1.p79-101>

Castaño, A.; Preciado, A. (2024). Estrategias de Autorregulación Emocional. Corporación Universitaria Remington <https://repositorio.uniremington.edu.co/handle/123456789/3028>

Chernicoff Minsberg, L., & Rodríguez Morales, E. (2024). Autoconocimiento: una mirada hacia nuestro universo interno. DIDAC, (72 JUL-DIC), 29–37. https://doi.org/10.48102/didac.2018.72_JUL-DIC.188

Colorado Guarnizo, P. A., & Tamayo Arismendi, D. A. (2025). Formación docente En Tic, un desafío para la gestión educativa. Vía Innova, 12(1), 112–132. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/RVI/issue/view/599>

Domínguez et al. (2020). In Emotion. Inteligencia emocional. Herramienta educativa para el desarrollo de competencias claves. UMA Editorial. Universidad de Málaga

Dorado-Martínez, Álvaro D., Zambrano-Velásquez, A. N., & Rosero-Bravo, K. (2022). Habilidades sociales y variables organizacionales: Una revisión sistemática. Cuadernos Hispanoamericanos De Psicología, 2021(2), 1–18. <https://doi.org/10.18270/chps.v2021i2.3842>

Giraldo C (2021). Actividades motivacionales que favorecen el incremento de la producción empresarial. RICEA Revista iberoamericana de contaduría economía y administración. Vol. 10 Núm. 19 (2021): Enero - Junio 2021 <https://www.ricea.org.mx/index.php/ricea/article/view/158>

Goleman, D. (1995). Inteligencia emocional. Vergara. (Buenos Aires, Argentina)

Goleman, D. (2022). La inteligencia emocional: Por qué es más importante que el cociente intelectual. México: Ediciones B.

Hidalgo Encarnación, D., & González De La Torre, T. (2023). Retos de la Responsabilidad Social Empresarial para la transformación

digital. Polo del Conocimiento, 8(3), 684-704. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9252135>

Jurado García, E., & Plazas Paz, D. M. (2024). La inteligencia emocional en el desarrollo del aprendizaje cooperativo de niños de grado transición. *Fedumar Pedagogía Y Educación*, 11(1), 24–50. <https://doi.org/10.31948/fpe.v11i1.4284>

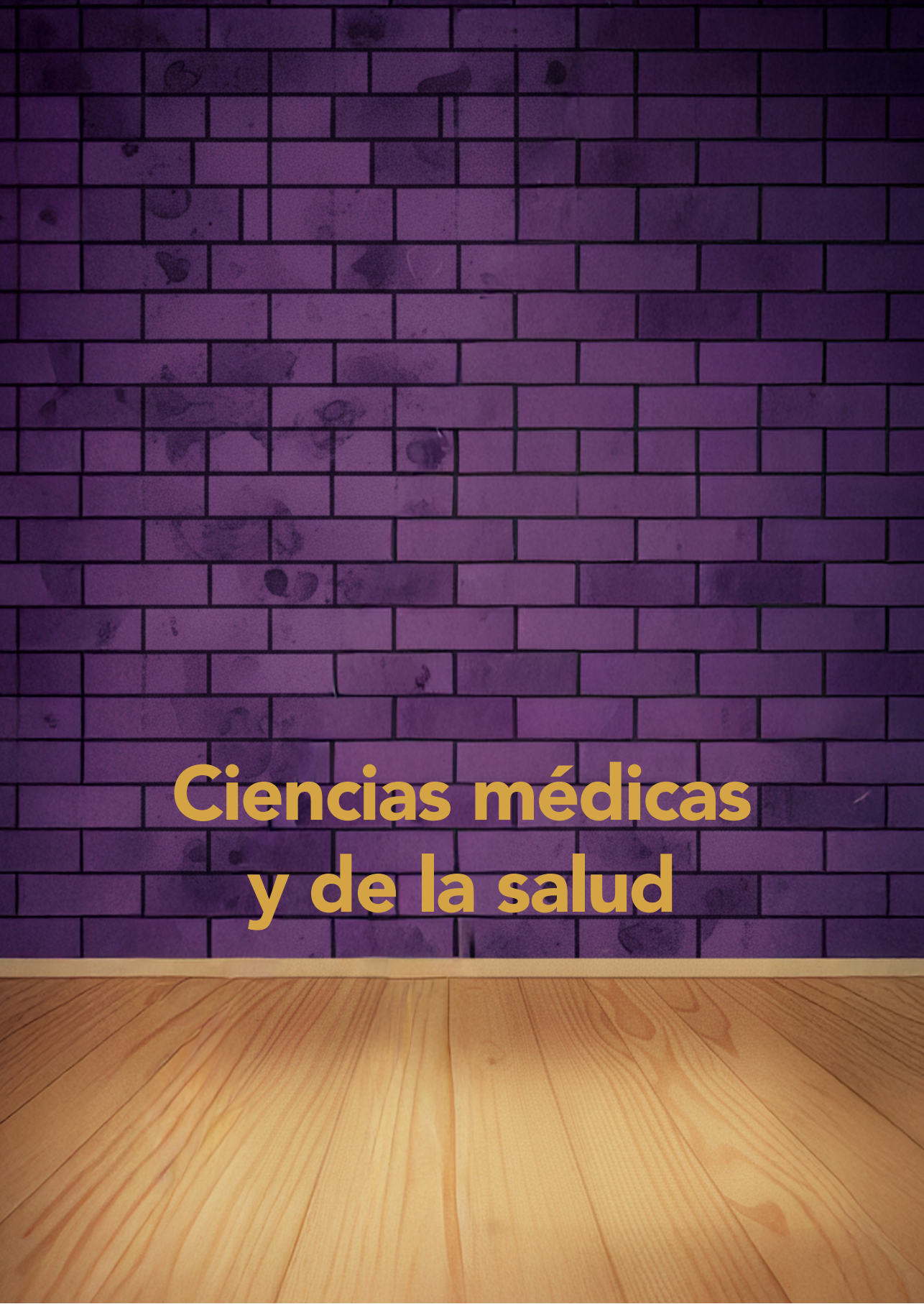
Mindeguia, R., Aritzeta, A., Garmendia, A., Martínez-Moreno, E., Elorza, U., & Soroa, G. (2021) Team Emotional Intelligence: Emotional Processes as a Link Between Managers and Workers. *Front. Psychol.* 12, 619999. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2021.619999/full>

Molina-Sabando, LA, Briones-Véliz, Í.B., & Arteaga-Coello, HS (2016). El comportamiento organizacional y su importancia para la administración de empresas. *Dominio de las Ciencias*, 2 ,498-510 DOI: 10.23857/DC.V2I4.275

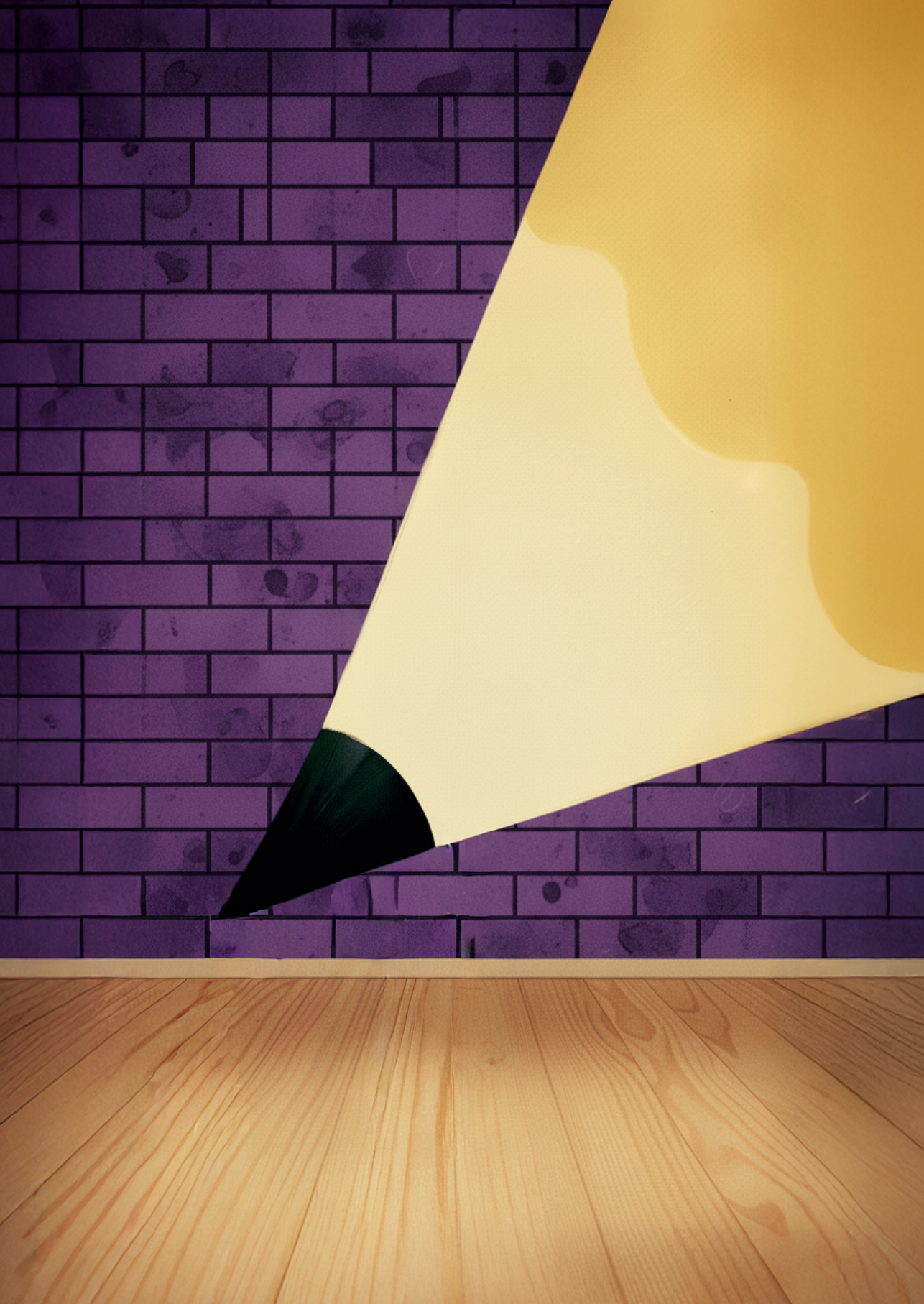
Suárez Villaizón, WY., y Forero Londoño, O. F. (2023). Educación administrativa y financiera en educación básica secundaria: una revisión sistemática de literatura 2016–2023. *Revista "Boletín El Conuco"*, 6(1), 01-12. <https://doi.org/10.22579/2619-614X.1066>

Velásquez-Pérez, Y., Rose-Parra, C., Oquendo-González, E., & Cervera-Manjarrez, N. (2023). Inteligencia emocional, motivación y desarrollo cognitivo en estudiantes. *CIENCIAMATRIA*, 9(17), 4-35. <https://doi.org/10.35381/cm.v9i17.1120>

Villarreal-Mata, J. L., Candia-Arredondo, J. S., Armendáriz-García, N. A., & Guzmán-Ramírez, V. (2024). Inteligencia emocional, motivación al cambio y estrés en el tratamiento para la adicción al alcohol y otras drogas en el norte de México. *región y sociedad*, 36, e1912. <https://doi.org/10.22198/rys2024/36/1912>

The image features a purple brick wall background with a wooden floor at the bottom. The text is centered on the wall.

Ciencias médicas y de la salud



Condiciones de buenas prácticas de manufactura en los restaurantes de las instituciones educativas de los municipios de Villanueva, El Molino y San Juan del Cesar en La Guajira

Deider Jair Torres Morales
Jennifer Paula Cabrera Botello
Laure Patrick López Solano

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional - INFOTEP



Resumen

Según el Ministerio de Salud y Protección Social (MINSAL, 2013), las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) constituyen principios básicos y procedimientos de higiene aplicados en la manipulación, preparación, envasado, almacenamiento y transporte de alimentos, con el fin de garantizar condiciones sanitarias adecuadas y certificar su inocuidad e integridad. El objetivo de esta investigación fue analizar las condiciones de BPM en los restaurantes de instituciones de educación básica y media de los municipios de Villanueva, El Molino y San Juan del Cesar, en el departamento de La Guajira, Colombia.

El estudio, de carácter no experimental, transversal y con diseño transeccional descriptivo, permitió obtener un diagnóstico general de las condiciones actuales de los restaurantes escolares en los tres municipios evaluados. Los hallazgos evidenciaron como factor común la insuficiente inversión en infraestructura, lo que conlleva al incumplimiento de la Resolución 2674 de 2013. Asimismo, se identificaron otros problemas recurrentes: equipos en mal estado y obsoletos, áreas sin delimitación adecuada y deficiencias en pisos y ventanas.

Estos resultados subrayan la necesidad de acciones correctivas y de inversión en infraestructura, con el propósito de garantizar el cumplimiento de las normas sanitarias vigentes y salvaguardar la salud de la comunidad escolar.

Palabras clave: *alimento, peligro, inocuidad, estudiantes, brotes*

INTRODUCCIÓN

Según el ministerio de salud y protección social de Colombia (MINSAL, 2013) en la resolución número 00002674 del 2013, precisa que, las buenas prácticas de manufactura, Son los principios básicos y prácticos generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos en cada una de las operaciones mencionadas cumplan con las condiciones sanitarias adecuadas, de modo que se disminuyan los riesgos inherentes a la producción. En Colombia, de acuerdo con el reporte del Instituto Nacional de Salud, (2025) en su boletín epidemiológico semanal, señala que, la incidencia de brotes de ETA ha mostrado variaciones significativas entre 2010 y 2024, el número máximo de brotes se registró en 2019 con 1.010 brotes, mientras que en 2020 se observó el punto más bajo con 501 brotes.

En 2024, el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (Sivigila) reportó 661 brotes, con una tasa de ataque del 22,6%, mostrando una disminución estadísticamente significativa del 9,5% a nivel nacional.

En la actualidad los niños y jóvenes de los municipios del Molino, Villanueva y San Juan del Cesar la Guajira, requieren de una buena nutrición para su crecimiento, es en esta etapa donde la buena alimentación es de gran importancia para su desarrollo físico y mental, es por eso que las instituciones educativas están en la responsabi-

lidad de ofrecer a los educandos comida balanceada y nutritiva, hecha con ingredientes de calidad que permitan que el producto final sea inocuo, garantizando la seguridad alimentaria en los comedores escolares. Con el propósito de mejorar las buenas prácticas de manufactura en los restaurantes escolares, la investigación plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las condiciones de las BPM de los restaurantes escolares de las instituciones de educación básica y media de los municipios de Villanueva, el Molino y San Juan del Cesar la Guajira. En este sentido, se establecen ciertos parámetros y actividades enfocadas a dar cumplimiento al objetivo principal planteado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Por ser la investigación de carácter transeccional descriptiva, según Hernández et al. (2018). es un diseño que tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. Por tal motivo, se realizó una revisión sistemática de documentos relacionados con las BPM y estudios concernientes con el tema a tratar. En este orden de ideas y teniendo en cuenta la definición de estos autores, se establecen las fases para dar cumplimiento a esta investigación.

Fase 1: Indagación bibliográfica: Se realizó la revisión de diferentes documentos afines con la temática, tales como resoluciones las cuales son de gran importancia en esta investigación.

Fase 2: Determinar las condiciones actuales: con el objetivo de realizar un diagnóstico inicial sobre las condiciones

higiénico-sanitarias de los restaurantes escolares de las diferentes instituciones en estudio, se empleará observación directa como método de inspección primaria para tal fin. Además, en la evaluación inicial, la cual contempla instalaciones físicas, instalaciones sanitarias, personal manipulador de alimentos, condiciones de saneamiento, condiciones de proceso y fabricación, salud ocupacional y aseguramiento de inocuidad y control de calidad; se empleará un formato de chequeo y evaluación establecido por el INVIMA, de igual manera se contó con los formatos utilizados en la secretaria de salud de cada municipio, en donde presentaron un informe detallado realizado por un funcionario de la secretaria.

Figura 1. *Estudiante iniciando el diagnostico higiénico-sanitario*



Fuente. *elaboración propia*

Ciencia en escena: del dato al relato

Fase 3: Diagnosticar los riesgos: Se realizó el análisis necesario de los resultados obtenidos de los dos formatos utilizados, con el objetivo de conocer los diferentes riesgos a los que están expuestos los educandos.

Fase 4: Plan de mejoramiento: Una vez se determinaron las condiciones de las BPM y el diagnóstico de los riesgos, se propuso un plan de mejoramiento basados en los requerimientos de la resolución 2674 del 2013.

Con relación a la población, de acuerdo con Hernández et al. (2018). cuando se trabaja con el total de la población, se habla de una población censal o censo poblacional; que consiste en considerar al total de los sujetos que conforman dicho estudio. En este caso la población la conforman 15 instituciones educativas entre los tres municipios, El molino, Villanueva y San Juan del Cesar la Guajira.

RESULTADOS

Una vez que se aplicaron los instrumentos para recolectar la información, se obtuvieron los siguientes resultados, con respecto a determinar las condiciones de buenas prácticas de manufactura.

Los resultados arrojados después de la aplicación del instrumento muestran que, de los restaurantes escolares de las diferentes instituciones educativas de los municipios en estudio, con respecto a las instalaciones y edificaciones, el 100% presenta escenarios aceptables con algunos requerimientos según lo que establece la resolución 2674

de 2013, a grandes rasgos se puede decir que, estos comedores tienen fallas en el diseño de los pisos, paredes, techos, iluminación, ventilación e instalaciones sanitarias.

En cuanto a diagnosticar los riesgos latentes, en términos generales se puede decir que los restaurantes escolares tienen carencias en lo referente al cumplimiento de la normativa referente a las BPM, sin embargo, analizando la información proporcionada por la secretaria de salud de los municipios y el formato de chequeo y evaluación del INVIMA, se pudo concluir que la problemática, se encuentra más en los aspectos de instalaciones y edificaciones, equipos y utensilios, ya que son los que presentan mayor índice de infracción o condiciones inaceptables en lo que se refiere a las prácticas de la resolución 2674 de 2013.

Con relación a proponer un plan de mejoramiento, se sugirió el siguiente plan de mejora basado en los requerimientos de la resolución 2674 de 2013. Este plan está destinado a los comedores o restaurantes de las instituciones de educación básica y media de los municipios del Molino, Villanueva y San Juan del Cesar la Guajira. Donde su principal objetivo es, Describir los requisitos necesarios que deben cumplir los comedores escolares para dar cumplimiento a las especificaciones establecidas por el ministerio de salud y protección social de Colombia en la resolución 2674 de 2013.

Para alcanzar el objetivo principal, se realizaron los siguientes pasos: Se realizó una disertación del plan de mejoramiento con todo el personal relacionado con los comedores, con el fin de alcanzar la meta principal. Con

la información recopilada y la aplicación de los diferentes formatos utilizados en la investigación se realizó un análisis general de las condiciones que presentaban los comedores escolares en todo lo que concierne a las BPM, seguidamente se les explico los principales beneficios de progresar con la ejecución del plan propuesto.

Seguidamente se realizaron capacitaciones a los manipuladores de alimentos y encargados de los comedores, sobre las actividades a desarrollar relacionadas con el mejoramiento de las condiciones de las BPM y su importancia dentro de la cadena productiva. Por último, es de gran importancia que se dé la asistencia técnica y seguimiento ya que esto puede ayudar a para mejorar las condiciones de los comedores con relación a las BPM y poder brindar a los estudiantes una alimentación de calidad.

CONCLUSIONES

Una vez realizadas las actividades planteadas en la metodología y cumplir con los objetivos de la investigación se puede concluir que: Con respecto al primer objetivo específico, se puede atestiguar que los comedores de las instituciones educativas presentan fallas en algunos de los aspectos que corresponden a Buenas Prácticas de Manufactura, el 100% de estos establecimientos no cumple con las disposiciones establecidas en la resolución 2674 de 2013 en lo que corresponde a edificaciones e instalaciones, así mismo no cumplen en cuanto a equipos y utensilios. Por lo tanto, la totalidad de los comedores incumplen en su mayoría los aspectos de esta resolución

En relación con el objetivo número dos, se logró identificar los riesgos latentes en los comedores de las instituciones con respecto a las BPM. Entre estos riesgos se pudieron descubrir diferentes tipos de contaminación, uno de ellos son las suciedades, por manejo inadecuado del producto, por contacto con superficies contaminadas. Estos riesgos son creados a causa de algunos problemas como lo es la acumulación de residuos y otros agentes que forman suciedades y contaminan los alimentos como microorganismos, plagas, desechos de roedores, entre otros.

En cuanto al tercer objetivo, se planteó un plan de mejoramiento de las condiciones de Buenas Prácticas de Manufactura en los comedores de las instituciones educativas, precisando cada una de las fases que deben llevarse a cabo para el desempeño de dicho plan como lo son los objetivos, metodología, alcance, el monitoreo, es de gran importancia resaltar que todo esto se realizó acatando los criterios establecidos en la resolución 2674 de 2013.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Queremos dar gracias a Dios por permitirnos tener una buena experiencia dentro de nuestra Institución, gracias a INFOTEP por permitirnos convertirnos en seres más investigativos, gracias a cada maestro, estudiante, familiares y amigos que hicieron parte de este proceso de investigación, el cual deja como producto finalizado este gran trabajo, que sabemos que será de mucha ayuda para la sociedad Guajira.

REFERENCIAS

Hernández, R. & Fernández, C. (2018). Metodología de la Investigación (5ª ed.) Bogotá, Colombia: McGraw Hill.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2374 de 2013. Diario Oficial de Colombia.

Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública. (2024) Sivigila.

Biosensores electroquímicos y ópticos basados en puntos de carbono y carbono vítreo para la detección temprana del cáncer

Valentina García Pérez
Valentina Arias García
Juana Gabriela López Trejos
Mariana Muñoz Valdes
Faruk Fonthal

Universidad Autónoma de Occidente



Resumen

La alta incidencia y mortalidad del cáncer subraya la necesidad crítica de desarrollar herramientas diagnósticas precisas y accesibles. Este proyecto se centró en la revisión del desarrollo y aplicación de biosensores electroquímicos y ópticos basados en puntos de carbono y carbono vítreo, con el fin de optimizar la detección temprana de biomarcadores de cáncer. A través de una revisión sistemática de la literatura científica, se exploraron las propiedades únicas de estos materiales, como la alta conductividad del carbono vítreo y la fluorescencia de los puntos de carbono, que los convierten en plataformas ideales para la fabricación de dispositivos de detección.

Los hallazgos de la revisión destacan la versatilidad de estos biosensores en la identificación de biomarcadores como microARNs, proteínas, ADN, células tumorales circulantes y exosomas, que son cruciales para el diagnóstico precoz. Se evidenció el gran potencial de estos dispositivos para ofrecer una detección rápida, sensible y de bajo costo. La conclusión del estudio es que los biosensores basados en carbono representan una tecnología prometedora y de gran relevancia para el futuro del diagnóstico clínico y el manejo del cáncer, a pesar de los desafíos inherentes a la selectividad y comercialización.

Palabras clave: *biomarcadores, biosensores enzimáticos, biosensores no enzimáticos, diagnóstico médico, nanomateriales de carbono*

INTRODUCCIÓN

El cáncer representa una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. La carga de la enfermedad, tanto en términos de salud pública como de impacto socioeconómico, es inmensa. La detección tardía de esta patología a menudo se asocia con un pronóstico desfavorable, tratamientos más agresivos y costosos, y una calidad de vida disminuida para el paciente. Por el contrario, un diagnóstico temprano y preciso del cáncer puede mejorar significativamente las tasas de supervivencia, permitir intervenciones menos invasivas y reducir los costos del tratamiento. A pesar de los avances en las técnicas de diagnóstico por imagen y la patología, existe una necesidad imperiosa de desarrollar nuevas herramientas que sean más rápidas, sensibles y accesibles para la detección de biomarcadores específicos.

Los biosensores, dispositivos analíticos que combinan un componente biológico de reconocimiento con un transductor físico, emergen como una solución prometedora para este desafío. En particular, los biosensores basados en nanomateriales de carbono, como los puntos de carbono ("CDs", por sus siglas en inglés) y el carbono vítreo ("GC", por sus siglas en inglés), han captado una atención considerable debido a sus propiedades únicas. El objetivo de este capítulo es revisar y resumir el estado actual del desarrollo de los biosensores electroquímicos y ópticos que utilizan estos materiales. Este capítulo explora sus aplicaciones en la detección de biomarcadores de cáncer y resalta cómo su combinación ofrece un camino

viable para mejorar los métodos de diagnóstico existentes y contribuir al avance de la medicina personalizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información presentada en este capítulo se ha generado a partir de la síntesis y el análisis exhaustivo de un único artículo de revisión: "Electrochemical and Optical Carbon Dots and Glassy Carbon Biosensors: A Review on Their Development and Applications in Early Cancer Detection" (López et al., 2025). Para asegurar una representación coherente y precisa de los hallazgos originales, se seleccionaron los puntos clave sobre la metodología, resultados y conclusiones del documento base. El objetivo fue crear un resumen del estado del arte en el campo, tal como se describió en la fuente primaria.

RESULTADOS

La investigación en biosensores basados en carbono para la detección del cáncer ha crecido exponencialmente en los últimos años, impulsada por las propiedades excepcionales de los nanomateriales de carbono (López et al., 2025). La función principal de un biosensor es detectar un analito específico y traducir la información de su presencia o concentración en una señal medible. Un biosensor está compuesto por tres partes esenciales: el elemento de biorreconocimiento, que es la molécula biológica o nanomaterial que se une selectivamente al biomarcador; el transductor, que convierte esta interacción biológica en una señal física (eléctrica, óptica, etc.); y el sistema

de procesamiento de señal, que amplifica y muestra el resultado de manera interpretable.

El proceso de fabricación de estos biosensores generalmente implica la modificación de una plataforma de detección con un material de carbono y un componente de biorreconocimiento. Por ejemplo, los CDs son nanopartículas de carbono que se sintetizan a partir de precursores orgánicos mediante métodos de “arriba hacia abajo” (como la ablación láser) o “abajo hacia arriba” (como la pirólisis o la síntesis hidrotermal). Una vez sintetizados, exhiben una fluorescencia intensa y estable, lo que los convierte en candidatos ideales para biosensores ópticos. Por otro lado, el GCE se destaca como un electrodo de trabajo de uso común en electroquímica. A diferencia de los CDs que requieren síntesis, los GCE suelen ser materiales comerciales disponibles que requieren un pretratamiento de superficie (como pulido mecánico o activación electroquímica) para optimizar su rendimiento. Su excelente conductividad, gran área superficial y notable estabilidad mecánica y química lo convierten en una plataforma robusta para la construcción de biosensores electroquímicos. Una de las grandes ventajas de estos materiales es su bajo costo y la facilidad de su fabricación o preparación en comparación con plataformas más tradicionales, lo que los hace ideales para la producción a gran escala.

El principio de transducción se refiere a cómo la interacción entre el biosensor y el biomarcador se convierte en una señal medible. Para los sensores electroquímicos, los

principios de transducción más comunes son la amperometría, voltamperometría e impedancia. Estos métodos cuantifican la corriente eléctrica generada o la resistencia del sistema después de la unión del biomarcador. Por ejemplo, en voltamperometría cíclica, se aplica un potencial eléctrico variable al electrodo y se mide la corriente resultante. En los sensores ópticos, la transducción se basa en cambios en las propiedades de la luz, como la intensidad de la fluorescencia o la absorbancia. Al unirse el biomarcador al sensor óptico, la señal de fluorescencia de los CDs se ve afectada, lo que permite su cuantificación. La velocidad de detección es una característica clave; muchos de estos biosensores pueden proporcionar resultados en cuestión de minutos, lo que permite un diagnóstico rápido en el punto de atención.

Dentro de los tipos de biosensores, es fundamental distinguir entre los enzimáticos y los no enzimáticos. Esta clasificación se aplica tanto a los biosensores electroquímicos como a los ópticos. Los biosensores enzimáticos utilizan enzimas como su elemento de reconocimiento, convirtiendo una señal bioquímica de una reacción enzimática en una salida medible. Estos biosensores se caracterizan por su alta especificidad y sensibilidad, aunque pueden presentar limitaciones como la sensibilidad a factores ambientales y la posible degradación de las enzimas. Por el contrario, los biosensores no enzimáticos evitan estas limitaciones al utilizar elementos de reconocimiento no biológicos, como aptámeros, anticuerpos o polímeros de impresión molecular. Estos materiales se unen selectiva

y sensiblemente a los biomarcadores del cáncer sin la necesidad de una reacción enzimática. Los biosensores basados en carbono vítreo y puntos de carbono se engloban principalmente en esta categoría no enzimática, ofreciendo ventajas significativas como una mayor estabilidad a largo plazo y una sensibilidad superior, alcanzando límites de detección tan bajos como el rango picomolar.

En el caso específico de los biosensores ópticos, también se pueden clasificar según si utilizan etiquetas o no. Los biosensores ópticos basados en etiquetas (label-based), como los que emplean puntos de carbono fluorescentes, implican la conjugación de una molécula marcadora (la etiqueta) con el biomarcador o el elemento de reconocimiento. La detección se realiza midiendo un cambio en la señal de la etiqueta (por ejemplo, la intensidad de fluorescencia de los CDs). Por otro lado, los biosensores ópticos sin etiquetas (label-free) detectan la interacción entre el analito y el sensor directamente, sin la necesidad de un marcador. Estos suelen basarse en cambios en las propiedades ópticas de la superficie del sensor, como el índice de refracción o la masa, que ocurren al unirse el biomarcador. Si bien los puntos de carbono son por naturaleza etiquetas fluorescentes, las plataformas basadas en carbono vítreo podrían, en principio, ser adaptadas para algunas detecciones sin etiquetas mediante el uso de otras técnicas ópticas acopladas.

La caracterización de estos dispositivos es fundamental para validar su funcionamiento. Para la caracterización electroquímica, se emplean técnicas como la voltampe-

rometría cíclica (CV) y la espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) para evaluar la conductividad de la superficie del electrodo, la transferencia de electrones y la resistencia después de cada paso de modificación. La caracterización óptica, por su parte, se realiza con espectroscopia de fluorescencia y espectroscopia UV-Vis para medir la intensidad y el espectro de emisión de los puntos de carbono.

Estos biosensores han demostrado su eficacia en la detección de una variedad de biomarcadores específicos para diversos tipos de cáncer, según lo descrito en el artículo de revisión de López et al. (2025). Entre los biomarcadores más estudiados se encuentran:

MicroARNs (miARNs): Pequeñas moléculas de ARN no codificantes que regulan la expresión génica y cuyo patrón de expresión está alterado en muchos tipos de cáncer.

Proteínas: Como el antígeno prostático específico (PSA) para el cáncer de próstata o el CA-125 para el cáncer de ovario.

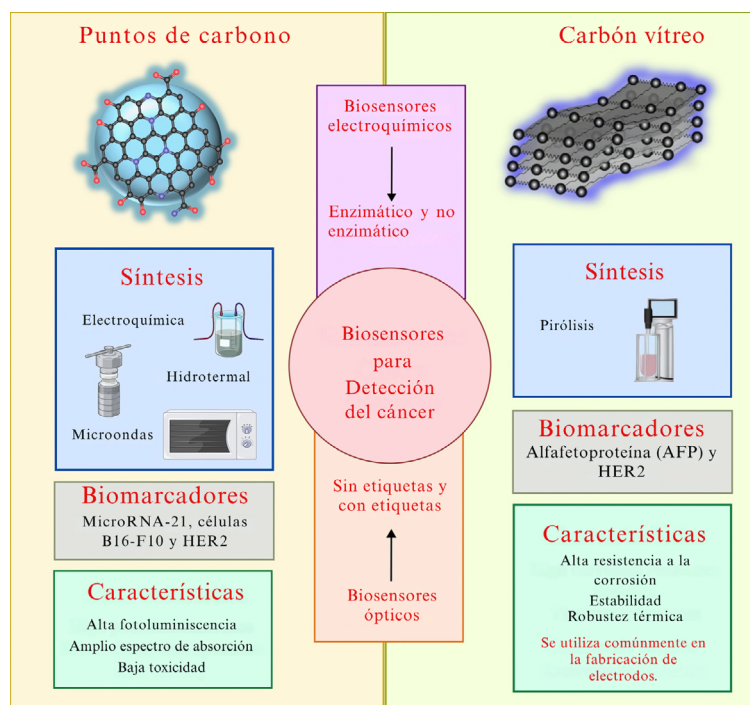
ADN: Detección de mutaciones o ADN tumoral circulante (ctDNA) en la sangre.

Células tumorales circulantes (CTCs): Células que se desprenden del tumor primario y circulan en el torrente sanguíneo, siendo clave en la metástasis.

Exosomas: Nanopartículas secretadas por las células que contienen biomoléculas y pueden servir como biomarcadores de diagnóstico.

La Figura 1 presenta un resumen gráfico de los biosensores basados en puntos de carbono y carbono vítreo para la detección de cáncer. En esta figura se ilustran sus respectivos métodos de síntesis, las características clave de cada material, los biomarcadores específicos que pueden detectar, así como la clasificación general de biosensores en electroquímicos (enzimáticos y no enzimáticos) y ópticos (sin etiquetas y basados en etiquetas).

Figura 1. Resumen de los biosensores de puntos de carbono y carbono vítreo para la detección de cáncer.



Fuente. Elaboración propia.

A pesar de estos avances, persisten desafíos significativos. La selectividad es un aspecto crítico, ya que la capacidad

del biosensor para discriminar el biomarcador de interés en muestras biológicas complejas (como la sangre o la orina) sigue siendo un área de investigación activa. Además, la comercialización de estos dispositivos presenta obstáculos, incluyendo la necesidad de estandarizar los protocolos de fabricación, validar su rendimiento en ensayos clínicos a gran escala y cumplir con las regulaciones de seguridad y eficacia. Superar estas limitaciones es crucial para su eventual adopción en entornos clínicos reales.

CONCLUSIONES

La revisión de la literatura científica demuestra que los biosensores electroquímicos y ópticos basados en puntos de carbono y carbono vítreo poseen un potencial considerable para revolucionar la detección temprana del cáncer. Las propiedades únicas de estos materiales, como la alta conductividad del carbono vítreo y la fluorescencia de los puntos de carbono, permiten la creación de dispositivos de diagnóstico que son rápidos, sensibles y de bajo costo. Estos biosensores han demostrado su capacidad para detectar una amplia gama de biomarcadores, lo que los convierte en herramientas prometedoras para el diagnóstico preciso y no invasivo. Sin embargo, persisten desafíos importantes relacionados con la selectividad y la comercialización, los cuales deben abordarse, a través de la estandarización de los protocolos de fabricación y la validación en estudios clínicos, para que estos dispositivos puedan implementarse exitosamente en la práctica clínica.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Este trabajo se elaboró con base en el artículo de López et al. (2025), en el marco del proyecto de investigación del semillero de Aplicaciones Biomédicas de la Universidad Autónoma de Occidente y el grupo SyNERGIA de la Universidad del Rosario.

REFERENCIAS

López, J. G., Muñoz, M., Arias, V., García, V., Calvo, P. C., Ondo-Méndez, A. O., Rodríguez-Burbano, D. C., & Fonthal, F. (2025). Electrochemical and Optical Carbon Dots and Glassy Carbon Biosensors: A Review on Their Development and Applications in Early Cancer Detection. *Micromachines*, 16(2), 139. <https://doi.org/10.3390/mi16020139>

CRISPR -Hackeando al VIH: ¿Podemos Reprogramarlo?

Jeimy Tatiana Palacios Torres
Fabián Mauricio Cortes-Mancera

Institución Universitaria ITM



Resumen

El Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) continúa siendo un gran problema de salud pública mundial, teniendo en cuenta que no se cuenta con una vacuna efectiva y que los tratamientos actualmente utilizados no son curativos. El presente proyecto propone el diseño de una prueba de concepto con la tecnología CRISPR para el uso de terapia epigenética que lleve al silenciamiento transcripcional del VIH con miras a encontrar una cura funcional. Este enfoque novedoso se centra en el uso de efectores epigenéticos guiados por ARN hacia secuencias virales integradas al genoma humano (Provirus), teniendo en cuenta que la modificación de histonas es el mecanismo que media la reactivación de la infección que contribuye a la progresión del síndrome de inmunodeficiencia (SIDA).

Dado que el éxito de la edición epigenética depende en gran medida de la secuencia que se utilizara como diana terapéutica, se realizó un pipeline bioinformático para localizar secuencias nucleotídicas estratégicas y de alta especificidad para los ARN guías, que permitan dirigir eficazmente el complejo CRISPR-dCas9 para agregar marcas epigenéticas represivas (Figura 1). A través de esta metodología, se discute la generación de una barrera molecular que mantenga las secuencias provirales del VIH un estado de latencia prolongada, con miras a la evaluación de una cura funcional.

Palabras clave: *ARN guías, CRISPR-dCas9, provirus, Edición epigenética.*

INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances notables en el tratamiento del Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH), este continúa representando uno de los retos más complejos para la ciencia médica y la salud pública global (Olson et al., 2020). Su capacidad para integrarse en el genoma de las células huésped y establecer reservorios latentes le permite evadir tanto al sistema inmunológico como a las terapias antirretrovirales actuales (de Oliveira & Abreu, 2024a). Si bien estos tratamientos han logrado reducir la carga viral a niveles indetectables y mejorar significativamente la calidad de vida de las personas que viven con el virus, no logran erradicar completamente la infección. Los reservorios virales, verdaderos escondites del VIH (González-Navarro et al., 2025), pueden reactivarse en cualquier momento mediante la modificación de histonas en la cromatina, reanudando la replicación viral y llevando a la etapa de síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), con las complicaciones en salud que esto conlleva (de Oliveira & Abreu, 2024b).

El VIH pertenece a la familia *Retroviridae*, género *lentivirus* (van Heuvel et al., 2022). Dentro de esta complejidad biológica también se encuentra la diversidad genética del virus. El VIH se clasifica principalmente en dos tipos: VIH-1 y VIH-2. El tipo 1, responsable de más del 90% de los casos a nivel mundial, es el más estudiado y prevalente. A su vez, el VIH-1 se subdivide en varios grupos: el grupo M (principal), O (reportado principalmente en África Occidental y Central), N y P (ambos con circulación

muy limitada, detectados también en algunas regiones de África). El grupo M, a su vez, se divide en subtipos como el A, B, C, D y F-K, cada uno con distribución geográfica y características clínicas particulares. Por ejemplo, el subtipo **C** es el más común a nivel global, predominando en regiones como África del Sur, India y Etiopía; el subtipo B es el más prevalente en América y Europa Occidental; mientras que el subtipo D, presente en África Central, se ha asociado con progresión más acelerada hacia la inmunodeficiencia (Bouman et al., 2023).

Frente a esta diversidad y persistencia del virus, surge la necesidad urgente de explorar nuevas estrategias terapéuticas que vayan más allá del control temporal de la infección. En este contexto, las herramientas de edición epigenética emergen como alternativas prometedoras (Chao et al., 2019; Cortes-Mancera et al 2022). Este proyecto se centra en la evaluación del sistema CRISPR-dCas9, que permite dirigir modificaciones epigenéticas a voluntad sin alterar las secuencias del genoma humano (Cortes-Mancera et al 2022; Cai et al., 2023). La propuesta consiste en utilizar esta tecnología como un “interruptor molecular”, capaz de silenciar de forma específica y sostenida la expresión del VIH, manteniéndolo en estado de latencia y represión transcripcional permanente (Nguyen & Karn, 2024).

Esta aproximación representaría un cambio de paradigma en la lucha contra el VIH, ya que induciría una cura funcional: una condición en la cual el virus permanece en el organismo, pero no causa enfermedad al no poder

acceder a la información del material genético viral desde los sitios integrados en el genoma humano (Provirus CRISPR-Hackeado). Nuestro trabajo tuvo como objetivo principal diseñar y evaluar un sistema de silenciamiento epigenético basado en tecnología CRISPR-dCas9, que permitiría bloquear la replicación del VIH a partir de material proviral, induciendo cambios en histonas. A través de esta investigación, se espera generar evidencia que respalde el uso de esta tecnología como una herramienta innovadora y segura en el camino hacia una solución terapéutica duradera y eficaz frente a la infección por el VIH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Repositorio y minería

El presente proyecto adoptó una metodología de tipo exploratorio y pre-experimental, orientada al diseño de una estrategia de silenciamiento epigenético del VIH mediante el uso del sistema CRISPR/dCas9. En la fase inicial, se realizó una revisión de literatura científica en bases de datos biomédicas como PubMed, empleando términos MeSH relacionados con "*HIV latency*", "*epigenetic silencing*" y "*CRISPR/dCas9*". Esta búsqueda permitió identificar elementos regulatorios clave involucrados en la latencia del VIH.

De manera complementaria, se consultó el repositorio Genbank (NCBI, Nucleotide) para la recopilación de secuencias del VIH-1, priorizando aquellas correspondientes

a los subtipos más representativos del grupo M (A, B, C y D). Las secuencias seleccionadas provenían de distintos países con alta prevalencia o relevancia epidemiológica para cada subtipo, incluyendo China, India, Uganda, Camerún, Ucrania y Rusia. Se establecieron criterios de inclusión como un tamaño mínimo de 590 pares, y se excluyeron secuencias aisladas de clones recombinantes, provirus defectuosos o secuencias influenciadas por presión farmacológica (individuos con terapia anti-retroviral).

Análisis de secuencias

Las secuencias recolectadas se alinearon utilizando el software MEGA X, con el fin de identificar regiones conservadas dentro de la región reguladora de cada subtipo. Posteriormente, se realizó una alineación global entre subtipos, a partir de la cual se generó una secuencia consenso basada en las regiones más representativas. Para unificar la referencia de las posiciones genómicas, se utilizó como secuencia base la correspondiente al subtipo B (Código GenBank: AY860947.1), permitiendo ubicar con precisión las regiones de interés.

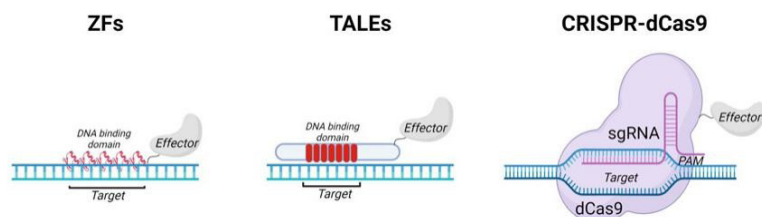
Diseño de ARN guía

Con la secuencia consenso obtenida, se diseñaron ARN guía (sgRNA) utilizando la herramienta CRISPOR, seleccionando aquellos con alta especificidad, mínima probabilidad de efectos fuera del blanco (*off-target*) y proximidad al sitio blanco. Se diseñaron guías tanto en sentido directo (forward) como inverso (Reverse), con el

fin de asegurar el posicionamiento adecuadamente el sistema dCas9 fusionado a un dominio represor epigenético sobre la región promotora del virus. Se utilizó el software SnapGene para cargar y visualizar las secuencias alineadas y generar un mapa genético de la región de interés, lo cual permitió identificar visualmente las regiones conservadas y posicionar de manera precisa los ARN guía diseñados. Esta herramienta facilitó la representación gráfica del diseño teórico, así como la comprensión espacial de los sitios objetivo dentro del genoma viral.

Diseño de prueba de concepto *In Vitro*

Figura 1. Representación esquemática de sistemas modulares usados en edición epigenética.



Nota. Los dominios efectores epigenéticos son reclutados hacia una secuencia blanco mediante plataformas de unión al ADN: ZFs (proteínas de dedos de zinc), TALEs (efectores activadores tipo TALE) o CRISPR-dCas9 (plataforma basada en repeticiones palindrómicas cortas agrupadas e interespaciadas, con una proteína Cas9 desactivada –dCas9–, un ARN guía –sgRNA– y el motivo adyacente al protoespaciador –PAM–).

Fuente. Cortés Mancera et al. (2022).

Como parte del planteamiento experimental, se propone la validación futura del sistema en un modelo *in vitro* no

infeccioso en el laboratorio de Investigación e Innovación Biomédica (GI2B) del Instituto tecnológico Metropolitano (ITM). Para esto, se utilizarán células transfectadas transitoriamente con un plásmido reportero defectivo que porta la secuencia reguladora (pReg/HIV~GFP), previa clonación de los ARN guías que se diseñen. Esta prueba contemplaría la cotransfección del sistema CRISPR/dCas9 fusionado a proteínas de represión epigenética, con el fin de evaluar su capacidad para bloquear la transcripción viral, respecto al control. Para explorar el potencial del silenciamiento epigenético, se utilizaría microscopia de fluorescencia, PCR metil-específica e inmunoprecipitación de cromatina (ChIP).

RESULTADOS

Tras la alineación de las secuencias de VIH-1 provenientes de distintas regiones geográficas, se identificaron tres segmentos altamente conservados, las cuales se utilizaron como referencia para el diseño de los sgRNAs. Se obtuvieron un total de 103 sgRNAs, de los cuales 9 se sobrelaparon a las regiones conservadas (ITM-HIV/sgARN1 a 9). Los sgRNA candidatos se evaluaron en función de varios parámetros bioinformáticos, incluyendo puntajes de especificidad (MIT y CFD), eficiencia predicha (Doench '16, Doench RuleSet3 y Mor.-Mateos) y número de sitios fuera de objetivo (off-targets). Luego del análisis, los ARN guía ITMHIV/sgARN3 y 6 destacaron por su equilibrio entre alta especificidad, eficiencia predicha y un número bajo de sitios off-target.

Estos resultados respaldan la viabilidad de emplear un sistema CRISPR/dCas9 dirigido epigenéticamente para inducir un silenciamiento transcripcional específico del VIH-1. La elección de guías con alta especificidad y distribución estratégica en regiones conservadas proporciona una base sólida para el desarrollo de una prueba de concepto *in vitro*.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVA

Este proyecto permitió identificar regiones altamente conservadas dentro de las regiones reguladoras de VIH-1, fundamentales para diseñar herramientas de edición epigenética más precisas y seguras. A través del flujo de trabajo bioinformático, se diseñaron varios ARN guía con alta especificidad, lo que abre la puerta a terapias capaces de silenciar la actividad del virus sin alterar el ADN humano ni generar efectos fuera del objetivo.

Este trabajo representa un paso clave hacia la evaluación de nuevas estrategias de tratamiento del VIH, basadas en mantener el virus en estado latente de manera permanente, sin necesidad de modificaciones genéticas en el hospedero. Aunque se trata de una etapa inicial y todavía falta validar estos hallazgos en entornos experimentales, el proyecto marca una ruta clara hacia soluciones innovadoras que podrían transformar el manejo del VIH. Como proyección a futuro, se recomienda ampliar este tipo de análisis a otras variantes del virus y evaluar experimentalmente la eficacia de los ARN guía diseñados, para

Ciencia en escena: del dato al relato

asegurar que esta estrategia sea aplicable los diferentes subtipos de VIH-1.

Más allá de sus aportes técnicos, este proyecto resalta el valor de la investigación bioinformática en la búsqueda de soluciones médicas avanzadas, mostrando que es posible diseñar terapias de alta precisión que contribuyan significativamente al control y posible cura funcional del VIH.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Agradecemos a la Institución Universitaria ITM por brindar un entorno académico propicio por la financiación de proyectos que promueven la innovación y el pensamiento crítico (Proyecto PF24209). Igualmente, a la Dirección de Investigaciones y AMCTI del ITM, por su respaldo institucional y el fomento de espacios de participación académica que fortalecen la cultura investigativa (Semillero epigenética). Al Grupo de Investigación y profesores de GI2B, de la Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas del ITM, por su invaluable orientación, dedicación y constante acompañamiento.

REFERENCIAS

- Bouman, J. A., Venner, C. M., Walker, C., Arts, E. J., & Regoes, R. R. (2023). Per-pathogen virulence of HIV-1 subtypes A, C and D. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(1998). <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.2572>
- Cai, R., Lv, R., Shi, X., Yang, G., & Jin, J. (2023). CRISPR/dCas9 Tools: Epigenetic Mechanism and Application in Gene Transcriptional

- Regulation. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 24, Issue 19). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ijms241914865>
- Chao, T. C., Zhang, Q., Li, Z., Tiwari, S. K., Qin, Y., Yau, E., Sanchez, A., Singh, G., Chang, K.,
- Kaul, M., Karris, M. A. Y., & Ranaa, T. M. (2019). The long noncoding RNA HEAL regulates HIV-1 replication through epigenetic Regulation of the HIV-1 promoter. *MBio*, 10(5). <https://doi.org/10.1128/mBio.02016-19>
- Cortés-Mancera, F. M., Sarno, F., Goubert, D., & Rots, M. G. (2022). Gene-Targeted DNA Methylation: Towards Long-Lasting Reprogramming of Gene Expression? In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 1389, pp. 515–533). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11454-0_18
- de Oliveira, A. C. S., & Abreu, C. M. (2024a). Editorial: HIV Latency: novel insights into the viral reservoir and therapeutic strategies. In *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* (Vol. 14). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1434507>
- González-Navarro, I., Urrea, V., Gálvez, C., del Carmen Garcia-Guerrero, M., Morón-López, S., Puertas, M. C., Grau, E., Mothe, B., Bailón, L., Miranda, C., García, F., Leal, L., Vandekerckhove, L., Marconi, V. C., Sekaly, R. P., Clotet, B., Martínez-Picado, J., & Salgado, M. (2025). Assessing advances in three decades of clinical antiretroviral therapy on the HIV-1 reservoir. *Journal of Clinical Investigation*, 135(2). <https://doi.org/10.1172/JCI183952>
- Nguyen, K., & Karn, J. (2024). The sounds of silencing: Dynamic epigenetic control of HIV latency. *Current Opinion in HIV and AIDS*, 19(3), 102–109. <https://doi.org/10.1097/COH.0000000000000850>
- Olson, A., Basukala, B., Lee, S., Gagne, M., Wong, W. W., & Henderson, A. J. (2020). Targeted chromatinization and repression

Ciencia en escena: del dato al relato

of HIV-1 provirus transcription with repurposed CRISPR/Cas9. *Viruses*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/v12101154>

van Heuvel, Y., Schatz, S., Rosengarten, J. F., & Stitz, J. (2022). Infectious RNA: Human Immunodeficiency Virus (HIV) Biology, Therapeutic Intervention, and the Quest for a Vaccine. In *Toxins* (Vol. 14, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/toxins14020138>

Estrategias de bienestar implementadas en educación superior: su relación con la disminución del estrés docente

Diana Crystina Pacheco Bonilla
Natividad María Escobar Rodríguez

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional - INFOTEP



Resumen

El presente estudio titulado “Estrategias de bienestar implementadas en educación superior: Su relación con la disminución del estrés docente”, abordó el problema del aumento del estrés laboral docente en instituciones de educación superior, fenómeno que afecta negativamente el bienestar, desempeño y calidad de vida de los profesores. Este problema se agrava por la sobrecarga de trabajo, insatisfacción con el clima laboral y la falta de efectividad de los eventos de convivencia, lo que puede impactar la productividad y la retención del talento humano en las universidades. La justificación del estudio radicó en la importancia de implementar estrategias de bienestar laboral en el contexto universitario, dado que el bienestar de los docentes es fundamental para mejorar la calidad educativa y crear ambientes laborales saludables y productivos. Además, se destacó que el bienestar laboral va más allá de la remuneración económica, abarcando dimensiones familiares, culturales y espirituales que influyen en el desempeño individual y organizacional. El objetivo principal de la investigación fue identificar las estrategias de bienestar implementadas en educación superior: Su relación con la disminución del estrés docente. El tipo de investigación fue cuantitativo, con un enfoque descriptivo y diseño no experimental. En varios estudios citados, se utilizaron encuestas y escalas validadas para recolectar información sobre bienestar psicológico y satisfacción laboral. Los resultados evidenciaron que existe una relación positiva entre el bienestar psicológico y la satisfacción laboral; a mayor bienestar, menor estrés y mayor satisfacción. Se concluyó que la implementación de programas educativos, actividades de activación física y estrategias de inteligencia espiritual contribuyen significativamente a disminuir el estrés docente y mejorar el ambiente laboral en las instituciones de educación superior.

Palabras clave: *estrés laboral, actividades, bienestar, motivación, salud mental*

INTRODUCCIÓN

El estrés docente en el ámbito de la educación superior se ha convertido en un fenómeno complejo y preocupante que impacta de manera significativa tanto la salud física como emocional de los profesores universitarios. En la actualidad, estos profesionales no solo se enfrentan al reto de impartir sus clases, sino que además deben gestionar un sinnúmero de responsabilidades que incluyen la investigación académica, la publicación de artículos científicos, la participación en comités y la burocracia institucional, sin olvidar el acompañamiento y la evaluación constante de sus estudiantes. Esta sobrecarga, sumada a la presión constante por alcanzar estándares elevados de calidad y productividad en un entorno donde los recursos muchas veces son limitados, genera un cuadro de estrés crónico que afecta no solo el bienestar personal de los docentes, sino también la calidad educativa que pueden ofrecer.

Es fundamental reconocer que el estrés no es simplemente una reacción pasajera, sino que puede tener consecuencias profundas y duraderas, como problemas de salud, disminución de la motivación y la creatividad, e incluso afectar las relaciones interpersonales dentro de la comunidad académica. Por ello, la necesidad de identificar, implementar y evaluar estrategias de bienestar dentro de las universidades no solo se presenta como una medida para mejorar la calidad de vida de los docentes, sino como una inversión indispensable para sostener y fortalecer el sistema educativo en su conjunto. Se explorará en este estudio, las causas que originan este estrés, su impacto

en el día a día de los profesores, y sobre todo, las herramientas y prácticas que, basadas en evidencias científicas y en experiencias reales, están demostrando ser efectivas para reducir este problema. Al comprender mejor estas estrategias de bienestar, podremos visualizar un camino hacia una educación superior más humana, equitativa y sostenible, donde los docentes puedan desarrollarse plenamente y cumplir con su misión de formar a las futuras generaciones en condiciones óptimas.

OBJETIVO

Identificar las estrategias de bienestar implementadas en educación superior con el fin de disminuir el estrés en docente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estrés y la ansiedad en docentes universitarios afectan tanto su salud mental como física, lo que a su vez reduce la calidad de la enseñanza y repercute negativamente en el desempeño académico de los estudiantes. Esta situación también limita la capacidad del docente para motivar, innovar y gestionar adecuadamente el aula. En Colombia, se ha documentado un alto impacto del estrés laboral docente, vinculado a demandas administrativas, emocionales y pedagógicas, especialmente en contextos con recursos limitados o condiciones socioeconómicas adversas, como las que se presentan en La Guajira. Estudios realizados en la región Caribe, cercana a La Guajira, indican que aproximadamente el 79.1% de los docentes

presentan algún nivel de estrés laboral, influenciado críticamente por factores como el liderazgo y el territorio organizacional, mientras que el respaldo del grupo y el clima organizacional funcionan como factores protectores.

La Guajira es una región con características culturales y socioeconómicas complejas, incluyendo la presencia de comunidades indígenas como el pueblo Wayuu, que enfrentan vulnerabilidades económicas, educativas y de salud, dificultando el acceso y la permanencia en la educación superior. Además, el sistema educativo regional presenta retos significativos relacionados con la inclusión, la infraestructura y las condiciones de enseñanza, lo que incrementa la presión y el estrés sobre los docentes. La elección de una muestra de 25 docentes universitarios en una universidad de La Guajira permite representar adecuadamente esta realidad particular y estudiar el estrés laboral en dicho contexto. Estos docentes constituyen la población objetivo para analizar los niveles de estrés y evaluar las estrategias de bienestar implementadas, lo que permitirá obtener resultados significativos y contextualizados que dimensionan el problema, fortaleciendo la justificación y la relevancia regional del estudio. Considerando el tamaño limitado pero representativo de la población docente activa en la universidad en cuestión. La muestra incluyó docentes de diferentes facultades, edades (30-60 años) y género (60% hombres, 40% mujeres), cubriendo así diversidad suficiente para analizar el estrés y bienestar en la realidad local.

Este estudio se enmarcó en un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y con un diseño no experimental (Hernández Sampieri et al., 2014). Su objetivo fue identificar las estrategias de bienestar que contribuyen a reducir el estrés en docentes universitarios. La población estuvo conformada por profesores de una universidad en la Guajira, y se trabajó con una muestra de 25 docentes seleccionados. La recolección de datos se realizó mediante encuestas aplicadas con dos instrumentos validados: la Escala de Bienestar Psicológico de Ryff, 1989 evaluó dimensiones como autonomía, propósito vital, manejo del entorno, relaciones positivas, autoaceptación y crecimiento personal. Cada ítem se calificó en una escala tipo Likert (por ejemplo, de 1 a 6), sumándose los puntajes para cada dimensión. y la Escala de Satisfacción Laboral NTP 394 (validada por Meliá & Peiró, 1989), que evalúa seis dimensiones clave como autonomía, relaciones interpersonales, condiciones laborales, remuneración y propósito vital, las cuales permitieron evaluar distintos aspectos relacionados con el bienestar personal y laboral del profesorado. Los datos se recolectaron mediante encuestas presenciales con consentimiento informado garantizando la honestidad y confidencialidad. Los resultados numéricos se analizaron utilizando estadística descriptiva (medias y desviaciones estándar) para reflejar el nivel de bienestar y satisfacción laboral en cada dimensión.

Población y muestra

Docentes universitarios de una universidad en la Guajira; muestra de 25 docentes seleccionados.

Técnicas e instrumentos

Recolección de datos mediante encuestas/cuestionarios.

Instrumentos validados usados

- ▶ Escala de Bienestar Psicológico de Ryff.
- ▶ Escala de Satisfacción Laboral NTP394.

Técnicas: Encuestas, análisis de datos para identificar factores estresores y estrategias que disminuyen el estrés laboral docente.

RESULTADOS

El diagnóstico sobre el estado actual del estrés en docentes de una institución universitaria en La Guajira arrojó los siguientes hallazgos:

La muestra estuvo compuesta por 25 docentes universitarios, de los cuales el 60% fueron hombres y el 40% mujeres. Las edades oscilaron entre 30 y 60 años, con una media aproximada de 45 años. La experiencia docente promedio fue de 12 años.

En relación con el bienestar psicológico, evaluado mediante la Escala de Ryff, los docentes presentaron niveles de bienestar que oscilaron entre moderados y altos. Las mayores puntuaciones se observaron en las dimensiones

Ciencia en escena: del dato al relato

de autonomía y sentido de propósito en la vida, mientras que la capacidad para manejar el entorno obtuvo los puntajes más bajos dentro de las dimensiones evaluadas.

En cuanto a la satisfacción laboral, medida a través de la Escala NTP394, los resultados indicaron un nivel general moderado. Las dimensiones mejor valoradas fueron el reconocimiento y las relaciones interpersonales, mientras que las condiciones laborales y la remuneración recibieron calificaciones más bajas.

La sobrecarga laboral es el factor principal que afecta negativamente a los docentes universitarios, configurándose como el mayor enemigo en su desempeño y bienestar. Esta sobrecarga se manifiesta en la extensión de jornadas laborales que superan ampliamente las horas estipuladas, así como en la acumulación de tareas administrativas, preparación, seguimiento académico y otras responsabilidades que exceden el horario oficial de trabajo. Las estrategias que los docentes emplean para manejar el estrés son variadas. Entre las más frecuentes se destacan: el autocuidado mediante actividades recreativas, el apoyo social tanto dentro como fuera del entorno laboral, el uso de técnicas para el manejo del tiempo y la participación en programas institucionales orientados al bienestar.

Finalmente, se evidenció una relación negativa y significativa entre el bienestar psicológico particularmente en autonomía y propósito vital, y los niveles de estrés, así como entre la satisfacción laboral y el estrés. Esto implica que mayores índices de bienestar y satisfacción laboral se asocian con menores niveles de estrés entre los docentes.

Hallazgos obtenidos por encuestas y observación directa

Las estrategias de bienestar reportadas con mayor frecuencia incluyen autoprotección por medio de actividades recreativas, apoyo social, manejo del tiempo y participación en programas institucionales. Además, el análisis correlacional reforzó la asociación inversa entre bienestar, satisfacción y estrés.

Resultados de la observación directa: Aunque no se detallaron ampliamente los hallazgos de esta técnica, la observación directa aportó evidencia cualitativa complementaria que valida las prácticas reportadas en las encuestas, tales como la realización de actividades recreativas, la existencia de redes de apoyo social y la implementación de estrategias para el manejo del estrés en el contexto laboral.

Tabla 1. Resultados numéricos y tabulados por dimensión

Descripción	Escala Ryff (Bienestar Psicológico)
Autonomía	Media = 4.8, DE = 0.6
Propósito vital	Media = 4.7, DE = 0.7
Manejo del entorno	Media = 3.9, DE = 0.9

Tabla 2. Escala NTP 394 (satisfacción laboral)

Descripción	Escala de Satisfacción Laboral NTP 394
Reconocimiento	Media = 4.3, DE = 0.5
Relaciones interpersonales	Media = 4.1, DE = 0.7
Condiciones laborales	Media = 3.5, DE = 0.8
Remuneración	Media = 3.2, DE = 0.9

Fuente. Elaboración propia

$$\text{Media de la dimension} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^k \text{Puntaje } ij}{k} \right)}{n}$$

Donde n= número de participantes (por ejemplo, 25)

K= número de ítems en la dimensión

Puntaje ij = puntuación del participante i en ítem j

Los docentes muestran fortalezas en aspectos psicológicos internos que son clave para el bienestar, como la autonomía y el sentido de propósito, lo que puede funcionar como recursos personales para afrontar el estrés. Sin embargo, la percepción reducida en la capacidad de manejar el entorno y la insatisfacción con las condiciones laborales y remuneración evidencian áreas problemáticas que probablemente contribuyan al estrés laboral.

Estos resultados sugieren que las estrategias de bienestar institucional deberían reforzar no solo el apoyo psicológico y emocional, sino también plantear mejoras en las condiciones de trabajo, reconocimiento formal y beneficios materiales, para optimizar el bienestar global y disminuir el estrés docente.

Tabla 3. Resultados encuesta y observación directa.

Dimensión	Escala Ryff (Bienestar Psicológico)	% docentes nivel moderado-alto	Escala NTP394 (Satisfacción Laboral)	% docentes nivel moderado-alto 2
Autonomía	Moderado alto	80%	-	-
Propósito Vital	Moderado alto	76%	-	-
Manejo del Entorno	Bajo moderado	52%	-	-
Autoaceptación	Moderado	68%	-	-
Relaciones Positivas	Moderado alto	72%	-	-
Crecimiento Personal	Moderado alto	70%	-	-
Reconocimiento	-	-	Moderado alto	75%
Relaciones Interpersonales	-	-	Moderado alto	73%
Condiciones Laborales	-	-	Moderado bajo	45%
Remuneración	-	-	Moderado bajo	38%

Fuente. Elaboración propia.

Metodología y evidencias observadas a través de la observación directa

La observación se realizó en espacios y momentos relacionados con la rutina laboral de los docentes, se

Ciencia en escena: del dato al relato

documentaron aspectos como la realización de actividades recreativas, interacciones sociales, dinámicas de apoyo entre colegas, y estrategias visibles para manejar el estrés. Por último, se hizo una recopilación cualitativa que sirviera para complementar y validar los resultados de las encuestas.

Las estrategias de bienestar implementadas en educación superior para la disminución del estrés docente en La Guajira, incluyen mejorar la salud integral, la calidad de vida y el ambiente laboral y académico. Algunos ejemplos de estas estrategias son:

- ▶ Actividades recreativas, culturales y deportivas, que permiten fomentan la interacción social, el esparcimiento y la reducción de tensiones físicas y emocionales. Por ejemplo, torneos deportivos como fútbol o voleibol entre docentes, sesiones de yoga, baile, caminatas grupales, danzas tradicionales o talleres de música.
- ▶ Redes de apoyo social y dinámicas de colaboración entre docentes, que ayudan a fortalecer el respaldo emocional y profesional. Por ejemplo, programas de mentoría donde docentes experimentados apoyan a nuevos profesores, grupos de apoyo mutuo, espacios de diálogo y reuniones periódicas para compartir experiencias y resolver problemas.
- ▶ Programas y talleres de manejo del estrés y bienestar psicológico, los cuales incluyan la promoción de la autoaceptación, el manejo del entorno, relaciones positivas y crecimiento personal, derivados de instrumentos como la Escala de Bienestar Psicológico de Ryff. Por ejemplo, meditación, coaching personal, clases de relajación, sesiones de respiración consciente y el crecimiento personal.

- ▶ Mejoras en las condiciones laborales y satisfacción en el trabajo, evaluadas y trabajadas mediante escalas que miden aspectos como autonomía, relaciones interpersonales, remuneración y propósito vital, para promover un entorno más favorable y motivador. Por ejemplo, implementación de horarios flexibles, fomentando la autonomía en la planificación, adecuación de espacios cómodos para el trabajo y promoción de un clima laboral positivo.
- ▶ Diálogos y espacios de participación que reconocen y valoran las experiencias y prácticas docentes, fomentando un sentido de pertenencia y compromiso institucional. Por ejemplo, foros, encuentros y asambleas donde los docentes pueden expresar sus necesidades, proponer iniciativas y participar en decisiones institucionales que afectan su bienestar.

Estas estrategias se implementan a través de los departamentos o unidades de bienestar universitario, como en la Universidad de La Guajira, y están alineadas con políticas nacionales como la estrategia “Poder Pedagógico” que busca dignificar la labor docente, mejorar condiciones laborales, ofrecer formación continua y promover el bienestar integral del profesorado.

En conjunto, estas acciones buscan reducir el estrés laboral docente, mejorar su salud mental y física, y favorecer un ambiente educativo que impacte positivamente el desempeño académico y la calidad educativa.

En cuanto a las evidencias, en las realizaciones de actividades recreativas, se pudo evidenciar que algunos docentes participan en actividades lúdicas o recreativas en el ámbito laboral, lo que contribuye a aliviar la tensión

y el estrés diario. En cuanto a las redes de apoyo social, se observaron interacciones y relaciones de apoyo entre los docentes, lo que sugiere la existencia de un respaldo social importante que puede funcionar como factor protector frente al estrés laboral.

CONCLUSIONES

El diagnóstico realizado en docentes universitarios de instituciones de educación superior La Guajira reveló que, a pesar de presentar niveles moderados a altos de bienestar psicológico, particularmente en autonomía y sentido de propósito, existen desafíos relacionados con la capacidad para manejar el entorno y con condiciones laborales y remuneración que afectan la satisfacción laboral. La muestra mostró una diversidad de edades y experiencia docente, lo que enriquece la visión sobre el estrés en diferentes etapas profesionales.

Las estrategias que los docentes emplean para enfrentar el estrés están principalmente centradas en el autocuidado, el apoyo social, el manejo del tiempo y la participación en programas institucionales de bienestar, evidenciando un compromiso activo por mejorar su calidad de vida laboral y personal. La observación directa apoyó estos hallazgos al confirmar la presencia de estas prácticas en el entorno laboral, fortaleciendo la validez de los resultados obtenidos por las encuestas.

Finalmente, los resultados indican que los docentes que reportan mayores niveles de bienestar psicológico, especialmente en las áreas de autonomía y propósito vital, así

como aquellos que expresan mayor satisfacción laboral, tienden a experimentar niveles más bajos de estrés. Esto resalta la relevancia de fomentar estas dimensiones y mejorar las condiciones laborales como elementos fundamentales para mitigar el estrés y promover un ambiente de trabajo saludable. Por lo tanto, es crucial implementar y fortalecer estrategias integrales de bienestar que apoyen el desarrollo personal y profesional del profesorado.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto de investigación. En primer lugar, agradezco profundamente a mi tutora Natividad Escobar Rodríguez por su guía, apoyo constante y valiosas recomendaciones durante todo el proceso. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo y la mejora de este trabajo.

También extiendo mi gratitud a los docentes que participaron en la muestra del estudio, por su disposición y honestidad al compartir sus experiencias y opiniones, las cuales enriquecieron significativamente los resultados.

Agradezco igualmente al Instituto Nacional de Formación Técnica Profesional (Infotep), por facilitar los recursos necesarios y brindar el espacio adecuado para la ejecución del proyecto.

Finalmente, quiero dedicar un agradecimiento especial a mi hijo, familia y amigos, por su paciencia, apoyo in-

condicional y motivación constante, que me permitieron superar los desafíos durante esta investigación.

Este proyecto no hubiera sido posible sin la colaboración y el respaldo de todos ustedes. Muchas gracias.

REFERENCIAS

- Cerpa Robles, H. M., Forero Pérez, L., García Miranda, S. P., & Severiche Sierra, C. A. (2025). Estrés laboral en docentes de educación preescolar del distrito de Barranquilla (Norte de Colombia). *Revista Multidisciplinaria Voces De América Y El Caribe*, pag, 452-465.
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, pag., 281–302.
- Díaz, D., Rodríguez-Carvajal, R., Blanco, A., Moreno-Jiménez, B., Gallardo, I., Valle, C., y Van Dierendonck, D. (2006). Adaptación española de la Escala de Bienestar Psicológico de Ryff.
- Fundación Empresarios por la Educación. (2025, marzo 12). Docentes de Barranquilla estarían atravesando altos niveles de estrés en sus instituciones, según encuesta. *El Heraldo*. <https://www.elheraldo.co/atlantico/2025/03/12/docentes-de-barranquilla-estarian-atravesando-altos-niveles-de-estres-en-sus-instituciones-segun-encuesta/>.
- Juan De los Rios (SF) Docente y desarrollador. Ekora. <https://ekora.com.co/estrategias-para-el-bienestar-del-educador-manejo-del-estres-y-salud-integral/>
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales* (4ª ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Meliá, J. L., y Peiró, J. M. (1989). Escala de Satisfacción Laboral NTP394.

Organización Mundial de la Salud. (2021). Guía práctica de salud pública. <https://www.who.int>.

Pérez, A. (2023). Investigación educativa y creatividad. Editorial Científica.

Ryff, C. D. (1995). Psychological Well-Being Scale.

UDCA (2023). Actividades de Bienestar para profesores y funcionarios. <https://www.udca.edu.co/actividades-de-bienestar-para-profesores-y-funcionarios/>

Prevención de desordenes musculoesqueléticos en el sector bancario: un enfoque basado en la ergonomía

Karen Adriana Cuesta Burgos
Fabian Andrés Arévalo Pedraza

Fundación Universitaria San Mateo



Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un programa de vigilancia epidemiológica orientado a la prevención de trastornos musculoesqueléticos en los empleados del sector bancario, a través de la identificación sistemática de riesgos biomecánicos en el entorno laboral. Para ello, se empleó una metodología de enfoque mixto que combinó la observación directa, el análisis de videos, encuestas de salud, auto reportes y evaluaciones médicas ocupacionales. Asimismo, se aplicó el método REBA para evaluar las posturas y los esfuerzos físicos asociados a las tareas realizadas por los trabajadores.

Los resultados permitieron evidenciar factores de riesgo ergonómico, principalmente relacionados con posturas forzadas y movimientos repetitivos. Se identificó una mayor prevalencia de síntomas de síndrome del túnel del carpo en mujeres trabajadoras. A partir de estos hallazgos, se definieron áreas prioritarias de intervención y se propusieron acciones como la adecuación ergonómica de los puestos de trabajo, programas de formación en salud ocupacional y ajustes en las políticas internas. El estudio concluyó que la prevención temprana de lesiones musculoesqueléticas resulta fundamental para reducir la morbilidad laboral y fomentar una cultura organizacional que priorice la salud del trabajador como eje de sostenibilidad y eficiencia institucional.

Palabras clave: *lesiones osteomusculares, riesgo, seguridad y salud, tareas administrativas, metodología REBA.*

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual del trabajo, los trastornos musculoesqueléticos (TME) se han convertido en una de las principales causas de morbilidad laboral, superando a muchas enfermedades tradicionales asociadas al ámbito ocupacional. La Organización Internacional del Trabajo (2013) y la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo han advertido sobre el crecimiento sostenido de los TME, especialmente en las extremidades superiores, vinculándolos con sistemas de trabajo disfuncionales, estructuras organizativas complejas y una creciente presión productiva. Este panorama se agrava ante el envejecimiento de la población activa y su impacto económico, que puede representar hasta el 2% del PIB en algunos países.

Frente a esta realidad, el presente proyecto se propuso diseñar un programa de vigilancia epidemiológica orientado a la detección temprana y prevención de TME en los empleados del Banco de Bogotá, con énfasis en la identificación de riesgos biomecánicos. La motivación central radicó en la necesidad de generar entornos laborales más seguros, sostenibles y centrados en la salud del trabajador, contribuyendo así a reducir el absentismo, mejorar la productividad y fortalecer la cultura organizacional en el sector financiero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se adoptó un enfoque metodológico mixto, integrando herramientas de observación cualitativa con técnicas de evaluación ergonómica cuantitativa. La investigación se llevó a cabo en el sector financiero, donde se analizaron los puestos de trabajo con mayor carga operativa y exposición a factores de riesgo biomecánico.

La población objeto de estudio estuvo conformada por empleados administrativos y operativos del banco, principalmente cajeros, asesores comerciales y personal de atención al cliente. La recolección de datos se realizó a través de visitas presenciales a las instalaciones, donde se aplicaron técnicas de observación directa, análisis videográfico y registro fotográfico. Durante estas visitas se evaluaron las posturas, movimientos repetitivos y esfuerzos físicos que forman parte de las tareas diarias del personal.

Como instrumento principal se utilizó la metodología REBA, la cual permitió clasificar el nivel de riesgo postural de cada actividad observada. Adicionalmente, se aplicaron encuestas de auto reporte de salud y se revisaron datos de exámenes médicos ocupacionales previos. Este proceso investigativo tuvo una duración de tres meses y se desarrolló en escenarios laborales reales, lo que permitió proponer medidas de intervención viables como controles administrativos, rediseños ergonómicos y programas

de formación preventiva adaptados a las necesidades específicas del entorno bancario.

RESULTADOS

Diagnóstico de condiciones de salud

Se realizó un diagnóstico integral para la identificación de desórdenes musculoesqueléticos (DME) en trabajadores del sector bancario. Se utilizaron herramientas como encuestas, auto reportes de síntomas, evaluaciones clínicas ocupacionales y el análisis del ausentismo laboral. Se encontró alta prevalencia de síntomas osteomusculares, especialmente en extremidades superiores, con predominancia en mujeres. Se identificaron casos de síndrome del túnel del carpo asociados a actividades de digitación prolongada.

Auto reporte de condiciones de salud o sintomatología

EL auto reporte de salud o sintomatología es una herramienta utilizada para el seguimiento y diagnóstico de enfermedades osteomusculares, permitiendo a los colaboradores proporcionar información detallada sobre sus síntomas y condiciones de salud, lo cual puede ayudar a los profesionales médicos a hacer un diagnóstico más preciso y a monitorear la evolución de la enfermedad.

Figura 1. Auto reporte de sintomatología a nivel osteomuscular por género.



Fuente. Elaboración propia.

Se pudo determinar que las mujeres son más propensas a padecer a temprana edad enfermedades como el síndrome del túnel del carpo debido a que el túnel de la muñeca es mucho más estrecho que el de un hombre.

Evaluaciones médicas

Para establecer un diagnóstico adecuado de las condiciones de salud en trabajadores, se propone la realización de evaluaciones médicas periódicas con énfasis en el sistema osteomuscular. Estas valoraciones permiten identificar síntomas asociados a desórdenes musculoesqueléticos y otros factores de riesgo según el tipo de cargo.

Entre los principales ítems considerados se encuentran el examen físico general, la evaluación de la presión arterial y pruebas de función pulmonar, auditiva, oftalmológica y de glucosa. Asimismo, se destaca la evaluación específica del sistema musculoesquelético, especialmente relevante en labores que implican esfuerzo físico repetitivo, como en el caso del personal de servicios generales. Esta estrategia

contribuye a la detección oportuna de alteraciones en la salud y al diseño de medidas preventivas adecuadas.

Registros de ausentismo osteomuscular

El registro de ausentismo osteomuscular permite a la empresa llevar un control sistemático de las ausencias laborales asociadas a problemas musculoesqueléticos. Esta herramienta facilita la identificación de patrones y tendencias, lo que posibilita la implementación de medidas preventivas orientadas a mejorar las condiciones de trabajo y reducir el riesgo de lesiones o enfermedades osteomusculares en los empleados.

Gestión y/o seguimiento para atención por ARL o EPS.

Ante la presencia de sintomatología o enfermedad osteomuscular en un trabajador, se realizará la remisión a la ARL o EPS según el origen del diagnóstico, laboral o común. El médico de la entidad correspondiente emitirá las recomendaciones pertinentes, permitiendo así implementar medidas oportunas para prevenir el deterioro de la salud del trabajador y evitar el agravamiento de la patología musculoesquelética.

Pausas activas

Como parte de las estrategias preventivas orientadas a reducir la incidencia de desórdenes musculoesqueléticos, se implementó un programa de pausas activas dirigido al personal del sector bancario. Este programa se estructuró

Ciencia en escena: del dato al relato

para desarrollarse en dos jornadas diarias, en la mañana y en la tarde, con el fin de garantizar la participación de los diferentes perfiles ocupacionales, incluyendo gerentes, analistas de riesgos, especialistas en préstamos, ejecutivos de atención al cliente, cajeros y personal de servicios generales.

Las pausas activas incluyeron ejercicios de estiramiento orientados a mejorar la circulación y aliviar la tensión muscular, así como dinámicas cognitivas y de coordinación diseñadas para reducir el estrés laboral y aumentar la motivación. Las actividades se adaptaron según las características y exigencias de cada cargo, lo cual permitió una mayor efectividad en su aplicación y un impacto positivo tanto en el bienestar físico como en el desempeño laboral de los trabajadores.

Figura 1. Cronograma de pausas activas sector bancario.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
HORARIO MAÑANA	Cajeros	Especialista en Préstamos	Analista de Riesgos	Personal de Servicios Generales	Ejecutivo de Atención al Cliente
HORARIO TARDE	Ejecutivo de Atención al Cliente	Personal de Servicios Generales	Gerente	Cajeros	Especialista en Préstamos

Fuente. Elaboración propia.

Fortalecimiento muscular

Se estableció un programa de fortalecimiento muscular dirigido a los trabajadores del sector bancario, con el objetivo de potenciar la musculatura de los miembros superiores, inferiores y la región lumbar. Esta iniciativa

busca facilitar la adopción de buenas posturas y prevenir la aparición de desórdenes musculoesqueléticos, siempre que el trabajador no presente patologías previas que contraindiquen este tipo de actividad.

El programa se implementó de manera periódica mediante un convenio con un gimnasio aliado, el cual ofreció rutinas personalizadas de fortalecimiento y la opción de participar en clases complementarias de yoga, promoviendo así tanto el acondicionamiento físico como el bienestar general del personal.

Diseño ergonómico de puesto de trabajo

Se identificaron los aspectos ergonómicos relevantes en los puestos de trabajo con pantallas de visualización, reconociendo que, si no cumplen con las condiciones adecuadas, pueden contribuir al desarrollo de alteraciones osteomusculares, visuales y de fatiga mental en los trabajadores.

Como resultado del análisis, se estableció que los factores clave a evaluar incluyen el equipo informático, el mobiliario, el ambiente físico, la interfaz persona/ordenador y la organización del trabajo. En el diseño de los puestos, se consideraron las dimensiones antropométricas de los usuarios, garantizando espacios mínimos de 60 cm de ancho por 65-70 cm de profundidad para los miembros inferiores, facilitando cambios de postura y confort durante la jornada laboral.

Ciencia en escena: del dato al relato

Asimismo, se tuvo en cuenta la necesidad de accesos adecuados y espacio suficiente para permitir al trabajador sentarse y levantarse con facilidad. Finalmente, se ajustó la disposición de los puestos considerando la organización de las tareas, la interacción entre grupos, la comunicación efectiva y el cumplimiento de los planes de emergencia.

Herramientas y equipos ergonómicos

Se implementaron mejoras ergonómicas en los puestos de trabajo con el fin de prevenir desórdenes musculoesqueléticos y favorecer el bienestar del personal del sector bancario. Entre las principales acciones desarrolladas se encuentran:

Dotación de sillas ergonómicas, ajustables en altura, respaldo y reposabrazos, que permiten mantener la curva natural de la columna y adoptar una postura adecuada durante la jornada laboral.

Instalación de escritorios ajustables en altura, que permiten a los trabajadores alternar entre las posiciones de sentado y de pie, promoviendo la circulación y reduciendo la presión sobre la espalda.

Reubicación de pantallas de visualización, asegurando que los monitores se sitúen a la altura de los ojos y a una distancia aproximada de un brazo, para disminuir la tensión en cuello y hombros.

Suministro de teclados y ratón ergonómicos, que favorecen una posición neutra de las muñecas, reduciendo

la tensión muscular y el riesgo de lesiones por esfuerzo repetitivo.

Optimización de la iluminación, garantizando niveles de luz adecuados que minimicen el cansancio visual y eviten reflejos o deslumbramientos en las pantallas.

Reorganización del espacio de trabajo, con el objetivo de mantener un entorno limpio y funcional que reduzca movimientos innecesarios y facilite la eficiencia en las tareas.

Estas acciones forman parte de una estrategia preventiva integral enfocada en mejorar las condiciones de trabajo y proteger la salud osteomuscular de los empleados.

Rotación de tareas

Se validó la implementación de nuevas actividades que permiten a los trabajadores del sector bancario alternar sus funciones administrativas con labores que requieren desplazamiento, con el fin de reducir el sedentarismo y mitigar los riesgos osteomusculares. Entre estas actividades se destacan: la gestión de documentos en la bodega de archivos, la clasificación y reposición de cheques en los diferentes puestos de trabajo. Estas acciones buscan fomentar el movimiento periódico, mejorar la circulación y disminuir la fatiga derivada de la permanencia prolongada en una misma postura.

Gestión de carga de trabajo

Se definió que, en los casos en los que el trabajador deba permanecer más de 8 horas en posición sedente, se implementará una alternativa ergonómica que le permita continuar con sus funciones de pie, mediante estaciones de trabajo ajustables. Esta medida busca favorecer la alternancia postural y prevenir la sobrecarga osteomuscular. Dado que muchos cargos no permiten la rotación de tareas, se optó por ampliar los tiempos destinados a las pausas activas, con el fin de reducir la carga estática y mejorar el bienestar físico general de los trabajadores.

Recursos

- ▶ La provisión de recursos físicos adecuados es esencial para mantener la salud y el bienestar de los trabajadores administrativos del sector bancario. Invertir en mobiliario ergonómico, equipos tecnológicos de última generación y ambientes laborales saludables no solo mejora la comodidad y productividad de los empleados, sino que también contribuye significativamente a la reducción de enfermedades osteomusculares y otros trastornos relacionados con el trabajo.

Recursos ergonómicos

- ▶ Sillas ergonómicas: Equipadas con soporte lumbar, reposabrazos, altura regulable y capacidad de inclinación para mantener una postura adecuada.
- ▶ Escritorios ajustables: Permiten alternar entre posiciones sentadas y de pie, reduciendo los efectos negativos de posturas prolongadas.

- ▶ Reposapiés: Ayudan a mantener la alineación corporal y disminuyen la tensión en las piernas.
- ▶ Soportes para monitor: Elevan la pantalla a la altura de los ojos, evitando la flexión cervical prolongada.

Equipos de entrada y periféricos

- ▶ Teclados ergonómicos: Diseñados para reducir la tensión en muñecas y manos.
- ▶ Ratones ergonómicos: Favorecen una postura natural de la mano y disminuyen el riesgo de lesiones por movimientos repetitivos.
- ▶ Alfombrillas con soporte para muñeca: Proveen apoyo adicional durante el uso del ratón, reduciendo la presión en las articulaciones.

Tecnología de la información

- ▶ Computadores de alto rendimiento: Permiten operar múltiples aplicaciones sin demoras.
- ▶ Monitores duales: Mejoran la eficiencia al reducir la necesidad de cambiar constantemente entre ventanas o programas.
- ▶ Software de gestión: Facilita la administración de tareas, comunicación interna y almacenamiento colaborativo en la nube.

Recursos de bienestar

- ▶ Áreas de descanso: Espacios habilitados para pausas activas y recuperación del estado físico y mental.
- ▶ Acceso a agua y bebidas saludables: Fundamental para una buena hidratación durante la jornada.
- ▶ Salas de capacitación: Orientadas a la formación continua y a la prevención de desórdenes musculoesqueléticos (DME).

Evaluación y mejora continua

Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de los datos provenientes de los indicadores relacionados con los desórdenes musculoesqueléticos (DME), lo que permitió valorar la eficacia de las acciones de control previamente implementadas. En los casos donde dichas acciones lograron un impacto positivo, se optó por su mantenimiento, realizando pequeños ajustes orientados a garantizar una mejora continua en su aplicación.

En cuanto a los peligros biomecánicos identificados en la matriz, si las estrategias iniciales no generaron los resultados esperados, se planteó la incorporación de nuevas acciones correctivas, basadas en un enfoque multidisciplinario. Estas estrategias adicionales se diseñaron para fortalecer la prevención de los DME en la población trabajadora, ajustándose a las condiciones reales de los puestos de trabajo.

Asimismo, se evidenció que la implementación de capacitaciones en ergonomía contribuyó de manera significativa a la disminución de enfermedades laborales, por lo que se decidió ampliar estas jornadas formativas a otras áreas de la organización. Paralelamente, se identificaron nuevas oportunidades de mejora, como la adquisición de mobiliario ergonómico y la adaptación de procesos laborales que impliquen alta carga física, en función de optimizar el bienestar de los colaboradores.

CONCLUSIONES

El incremento sostenido de los trastornos musculoesqueléticos en sectores como el bancario revela no solo una amenaza latente para la salud de los trabajadores, sino también una señal de alerta sobre la necesidad de revisar críticamente las dinámicas laborales actuales. Este estudio evidenció que, mediante el uso de herramientas analíticas como la metodología REBA y técnicas de observación directa, es posible identificar con precisión los riesgos biomecánicos que afectan el desempeño físico y mental de los empleados. La sistematización de estas evaluaciones constituye una base sólida para implementar estrategias de intervención efectivas y sostenibles.

Las implicaciones de este proyecto trascienden el ámbito clínico y se proyectan hacia una transformación organizacional. Promover una cultura empresarial centrada en la salud ocupacional no solo contribuye a prevenir enfermedades, sino que fortalece la productividad, reduce el absentismo y mejora la satisfacción laboral. Se recomienda a las organizaciones del sector financiero adoptar programas continuos de vigilancia ergonómica, acompañados de políticas de formación en salud postural, rediseño de estaciones de trabajo y monitoreo permanente de indicadores de bienestar laboral. A largo plazo, estas acciones no solo reducirán los costos asociados a incapacidades, sino que posicionarán a las empresas como entornos saludables, resilientes y socialmente responsables.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Este proyecto ha sido posible gracias al apoyo y acompañamiento de la Fundación Universitaria San Mateo, institución que ha brindado los espacios académicos, metodológicos y formativos necesarios para el desarrollo de este, en el marco del programa de Ingeniería en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Agradezco de manera especial a los docentes de la asignatura de Seguridad e Higiene Industrial y Vigilancia Epidemiológica, por su orientación, compromiso y conocimientos compartidos, los cuales fueron fundamentales para el diseño y análisis de esta propuesta.

De igual manera, reconozco el aporte de docente Fabian Andrés Arévalo, con quien se generaron valiosos espacios de discusión e intercambio de ideas. Este trabajo se desarrolló como parte de las actividades académicas correspondientes al ciclo académico, integrando conocimientos teóricos y prácticos para responder a problemáticas reales del entorno laboral colombiano.

REFERENCIAS

- Arrieta Buelvas, L. P., & Osorio Bula, C. A. (2019). Impacto del proceso de calificación de origen en el trabajador sintomático y la gestión de la salud y seguridad en el trabajo en la Universidad de Cartagena [Tesis de Maestría, Universidad de Cartagena]. Repositorio de la Universidad de Cartagena. [URL: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/3114/TESIS%20LILIANA%2030%20ABRIL%20%282%29.pdf?sequence=1>]

- Así Vamos En Salud. (2018, 31 de mayo). ¿Cuáles son las funciones de las EPS? <https://www.asivamosensalud.org/publicaciones/abc-de-la-salud/cuales-son-las-funciones-de-las-eps>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2021, 12 de mayo). Work-related musculoskeletal disorders & ergonomics. <https://www.cdc.gov/workplacehealthpromotion/health-strategies/musculoskeletal-disorders/index.html>
- Centro de Estudios de la Central de Trabajadores de la Argentina. (s. f.). Enfermedades osteomusculares y factores de riesgo. [URL: https://cta.org.ar/files/documentos/Enfermedades_osteomusculares_y_factores_de_riesgo-2.pdf]
- Díaz, A. M., & Díaz, J. G. (2015). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en una empresa productora de elementos de señalización vial de la ciudad de Bogotá [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio Uniminuto. [URL: <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/8197/1/Trabajo%20Grado.pdf>]
- Diego-Mas, J. A. (2015). Método REBA: Rapid Entire Body Assessment. Ergonautas. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Función Pública. (s. f.). Inicio. <https://www.funcionpublica.gov.co/>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2006). Metodología de la investigación (4.ª ed.). McGraw-Hill. [URL: <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>]
- Ley 1562 de 2012 (2012, 11 de julio). Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. Diario Oficial, (48.488).
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). Preguntas frecuentes: ¿Cuáles son las funciones de las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL)... Minsalud.gov.co. <https://www.minsalud.gov.co/lists/faq/disform.aspx?id=834>

Ciencia en escena: del dato al relato

- Occupational Safety and Health Administration. (s. f.). Prevention programs. <https://www.osha.gov/prevention-programs>
- Organización Internacional del Trabajo. (s. f.). Work-related diseases. <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areasofwork/work-related-diseases/lang--en/index.htm>
- Organización Mundial de la Salud. (s. f.). Declaración sobre la salud de los trabajadores. https://www.who.int/occupational_health/publications/declaration/en/
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Guía práctica de salud pública. <https://www.who.int>
- Pérez, A. (2023). Investigación educativa y creatividad. Editorial Científica. Politécnico Grancolombiano. (s. f.). Programa de prevención de trastornos osteomusculares.
- Profuturo. (s. f.). Responsabilidades y obligaciones de la AFP. <https://www.profuturo.com.pe/Sobre-Nosotros/Quienes-Somos/responsabilidades-obligaciones-afp> Redacción Salud. (2021, 15 de octubre).
- Conozca la diferencia entre las EPS y las IPS. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/salud/conozca-las-funciones-de-las-eps-y-las-ips-625568>
- SafetYA. (2017, 18 de febrero). Las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL) y sus obligaciones. <https://safetya.co/obligaciones-arl-colombia/>
- SENCICO. (2023). Seguridad y salud en el trabajo en la construcción: Normatividad vigente. Construyendo Seguro. <https://www.construyendoseguro.com/seguridad-y-salud-en-el-trabajo-construccion/>
- Urquijo, H. A., & Palacio, D. L. (2011). Factores de riesgo en obras de construcción del área metropolitana del Valle de Aburrá, Colombia. *Revista Politécnica*, 7(12), 71–79. [URL: <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/181>]

El futsal, la bioimpedancia y yo: la ciencia detrás

Benjamín Rodríguez
Joseph Ramírez
Cristian Rojo
Jairo J. Pérez

Instituto Tecnológico Metropolitano



Resumen:

La investigación tuvo como objetivo analizar la composición corporal de deportistas de cuatro disciplinas (fútbol, fútbol-sala, natación y baloncesto) mediante bioimpedancia eléctrica, con énfasis en la caracterización fisiológica del fútbol sala. Se aplicó un diseño descriptivo-comparativo con seguimiento longitudinal durante un mes, utilizando el equipo seca mBCA 525 para medir parámetros como masa grasa (FM) y masa libre de grasa (FFM). Las mediciones se realizaron en condiciones controladas y se complementaron con análisis estadísticos para evaluar diferencias y patrones de adaptación en cada disciplina.

Los resultados mostraron que el fútbol sala presentó los valores más homogéneos de FM (5,95–16,22) % y FFM (57,29–59,85) kg, mientras que baloncesto y natación exhibieron mayor variabilidad interindividual, con diferencias notorias en la distribución de masa corporal. En fútbol se observó una dispersión moderada en los valores de FM y FFM. Se concluye que el análisis por BIA constituye una herramienta eficaz para monitorear el estado físico, optimizar el rendimiento y personalizar el entrenamiento en función de las demandas específicas de cada deporte.

Palabras clave: *Composición corporal, bioimpedancia, ejercicio físico, fútbol sala, deporte universitario*

INTRODUCCIÓN

Este capítulo se presenta como una versión ampliada del contenido del vídeo “*El futsal, la bioimpedancia y yo: la ciencia detrás*”, el cual introdujo, desde una perspectiva divulgativa, la relación entre el uso del análisis de bioimpedancia (en inglés *Bioimpedance Analysis* – BIA) y la evaluación de la composición corporal en cuatro disciplinas deportivas, con especial énfasis en el fútbol sala. A partir de esa propuesta inicial, en este capítulo se desarrolla un análisis más profundo, integrando conceptos provenientes de la fisiología, la medicina del deporte y la ingeniería biomédica (Armstrong et al., 1997; de Oliveira, Burini & Jeukendrup, 2014; Micheli et al., 2014), con el objetivo de evidenciar los aportes de esta herramienta tanto en el análisis de patrones fisiológicos por disciplina como en la evaluación personalizada de los deportistas.

Comprender las demandas fisiológicas específicas del deporte de alto rendimiento, en función de la disciplina y las características individuales del atleta, se ha vuelto fundamental para optimizar el desempeño, reducir el riesgo de lesiones y diseñar intervenciones personalizadas. A medida que el entrenamiento y la competencia alcanzan mayores niveles de exigencia, se hace necesario disponer de métodos que permitan monitorear con precisión variables clave del estado físico y metabólico del deportista. Uno de estos métodos es el análisis de la composición corporal, el cual se fundamenta en el uso del BIA, una técnica no invasiva, práctica y cada vez más difundida. Esta permite evaluar múltiples dimensiones tanto de la

composición corporal como del estado funcional del organismo (Di Vincenzo, Marra & Scalfi, 2019; Lukaski & Christiana, 2021; Sebastián-Rico et al., 2023).

El fútbol sala constituye otro eje central de este estudio, no solo por el creciente interés que despierta en el ámbito competitivo y científico, sino también por sus características particulares: una dinámica de alta intensidad en espacios reducidos, cambios rápidos de dirección, esfuerzos intermitentes y un alto grado de especificidad en sus exigencias físicas. Estas condiciones hacen que el conocimiento detallado del perfil fisiológico de sus jugadores sea especialmente relevante, y al mismo tiempo distinto al de otras disciplinas como el fútbol, la natación o el baloncesto (Naser, Ali & Macadam, 2017).

La motivación de este trabajo parte de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los efectos de la carga de esfuerzo físico en deportistas representativos del ITM? Desde esta perspectiva, el estudio se orienta a analizar la utilidad del BIA como herramienta de evaluación integral mediante la caracterización fisiológica de diferentes disciplinas deportivas. A través de este enfoque, se busca evidenciar el potencial del BIA como instrumento transversal en el deporte competitivo. Al permitir medir con precisión y regularidad variables fisiológicas clave, el análisis de bioimpedancia ofrece una base objetiva para personalizar la preparación física, diseñar planes de recuperación más efectivos y prevenir riesgos asociados al sobreentrenamiento o a desequilibrios corporales (Jagim et al., 2021; seca, 2012; seca, 2023). Así,

este capítulo propone una visión integradora que vincula ciencia, tecnología y práctica deportiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de aplicar el BIA para la evaluación de la composición corporal en deportistas de distintas disciplinas, con un enfoque especial en el fútbol sala, y su comparación con otras disciplinas deportivas como fútbol, natación y baloncesto. El estudio se estructuró como una investigación de tipo descriptivo-comparativo con seguimiento longitudinal, enfocada en identificar diferencias en indicadores fisiológicos clave entre deportes de características físicas diversas.

Población y muestra

La muestra estuvo compuesta por 16 deportistas, divididos en cuatro disciplinas: fútbol, fútbol sala, natación y baloncesto, con cuatro sujetos por disciplina. Los participantes fueron seleccionados bajo criterios de inclusión que consideraron: edad entre 15 y 25 años, pertenencia institucional a un club o equipo deportivo, nivel intermedio o avanzado de rendimiento, estado de salud adecuado y disponibilidad para completar el seguimiento del estudio. Se excluyeron personas con dispositivos electrónicos implantados, heridas abiertas en zonas de medición o condiciones que pudieran comprometer la precisión del análisis de bioimpedancia eléctrica.

Dado que no se cuenta con estudios poblacionales, en la región, que expliquen el comportamiento de la com-

Ciencia en escena: del dato al relato

posición corporal, existe una incertidumbre importante en lo relativo a los resultados. Entonces para utilizar las ecuaciones tradicionales de cálculo de tamaño de muestra se debe asumir una proporción del 50 % y un error del 28 % aproximadamente. Lo anterior es conducente a un tamaño de muestra de 16 individuos. Este proyecto, de naturaleza exploratoria, no pretende exhaustividad estadística.

Técnicas e instrumentos

La composición corporal fue evaluada mediante análisis de bioimpedancia eléctrica utilizando el equipo seca mBCA 525, un analizador multifrecuencia profesional que emplea electrodos adhesivos desechables colocados en muñecas, manos, tobillos y pies. Este dispositivo mide resistencia, reactancia y ángulo de fase en segmentos corporales específicos, permitiendo obtener parámetros detallados de masa grasa (en Inglés: Fat Mass - FM), masa libre de grasa (en Inglés: Free Fat Mass - FFM), agua corporal total y segmentación de la composición. Las mediciones tuvieron una duración aproximada de 30 segundos y fueron realizadas bajo condiciones estandarizadas.

Variables y control experimental

Las variables principales analizadas en este estudio fueron FM y FFM. debido a su relevancia como indicadores del estado físico y metabólico de los deportistas. Estas variables permiten evidenciar diferencias entre disciplinas con demandas energéticas y de composición muscular

contrastantes, así como registrar cambios fisiológicos a lo largo de un periodo de carga controlado. Se implementaron controles estrictos: los participantes debían abstenerse de ingerir alimentos o bebidas con cafeína al menos cuatro horas antes de la medición, evitar actividad física intensa en las 12 horas previas, no consumir alcohol en las 48 horas anteriores y vaciar la vejiga 30 minutos antes del procedimiento para asegurar la validez y confiabilidad de las mediciones. Las mediciones se realizaron en posición supina, en reposo absoluto, para minimizar alteraciones causadas por redistribución de líquidos o activación muscular.

Protocolo de medición

El protocolo se estructuró en tres periodos durante un mes de seguimiento. En la primera semana, se realizaron tres mediciones bajo condiciones regulares de entrenamiento, estableciendo así una línea base de referencia. En las semanas dos y tres, los deportistas fueron sometidos a un mesociclo de entrenamiento de fuerza diseñado por los cuerpos técnicos de cada disciplina, y se realizaron mediciones para evaluar su respuesta fisiológica a dicha carga. Finalmente, en la semana cuatro, se repitieron tres mediciones bajo condiciones habituales, permitiendo observar patrones de recuperación y adaptación al esfuerzo.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las variables FFM y FM a lo largo de los tres periodos de medición definidos en el

protocolo. Para ello, se graficaron los valores individuales de cada deportista en función del número de muestras recolectadas, utilizando los ejes primarios para representar el comportamiento de las variables y los ejes secundarios para indicar la aplicación del mesociclo de entrenamiento de fuerza (en Inglés: Resistance Training - RT), codificado como 1 en las semanas con aplicación y 0 en aquellas sin carga específica. Se calcularon, mediante estadística descriptiva, valores máximos (MAX), mínimos (MIN), promedios y desviaciones estándar (DS) para caracterizar el comportamiento general de cada disciplina. Esta primera fase se llevó a cabo en Microsoft Excel versión 2505.

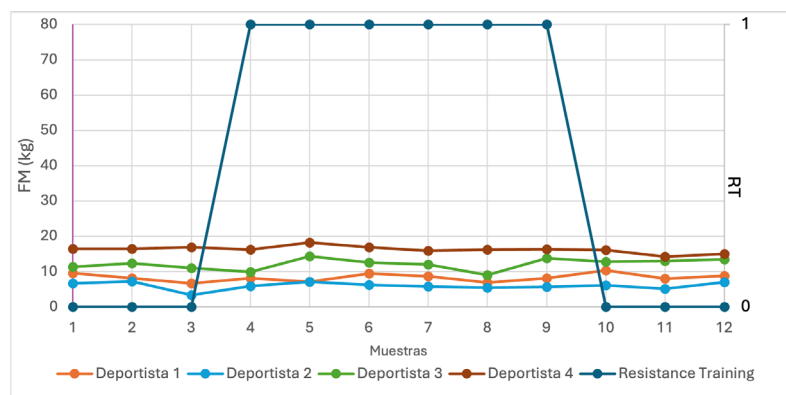
Aspectos éticos

Todos los participantes firmaron un consentimiento informado previo al inicio del estudio, en cumplimiento de las normas éticas institucionales y de la Declaración de Helsinki. El estudio fue aprobado por el comité correspondiente y garantizó la confidencialidad y el uso responsable de los datos recogidos, orientados exclusivamente a fines científicos y académicos.

RESULTADOS

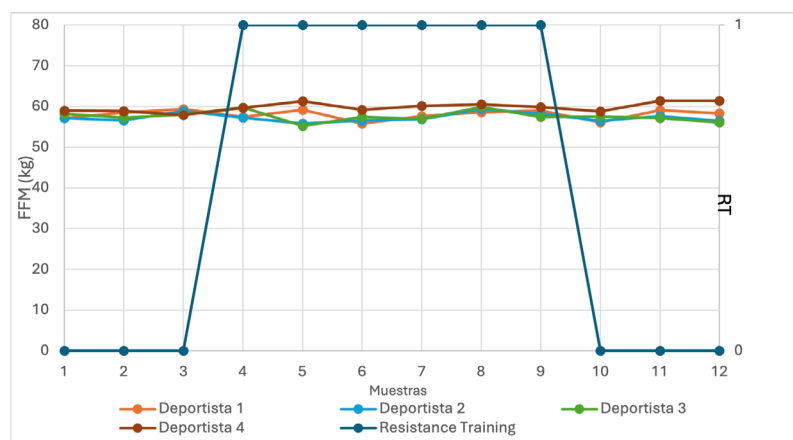
Después de aplicar los materiales y métodos mencionados se obtuvo lo siguiente.

Figura 1. Gráfico de líneas de la Masa Grasa (FM) para futbol.



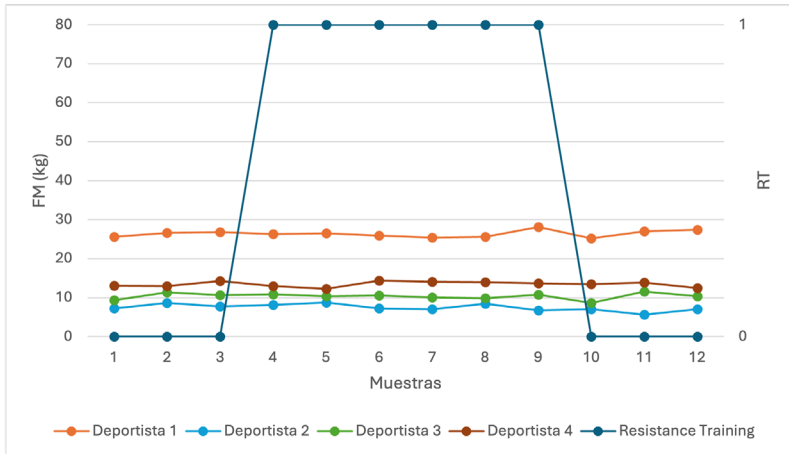
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Gráfico de líneas de la Masa Libre de Grasa (FFM) para futbol.



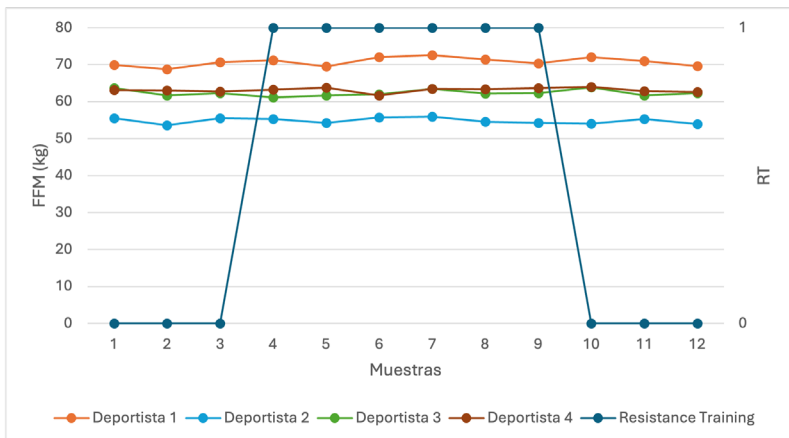
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Gráfico de líneas de la Masa Grasa (FM) para Baloncesto.



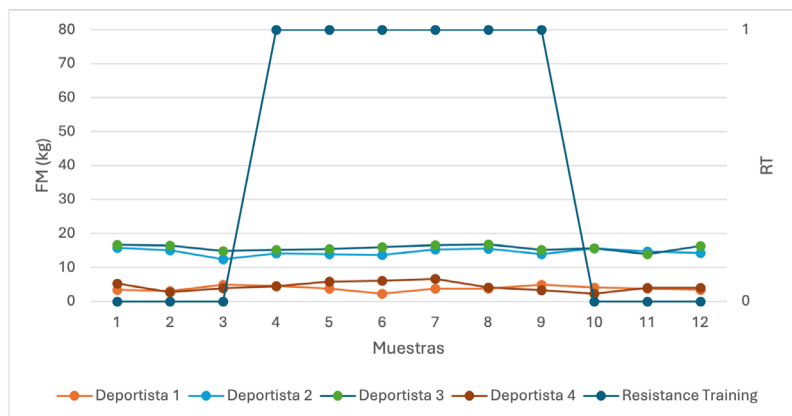
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Gráfico de líneas de la Masa Libre de Grasa (FFM) para Baloncesto.



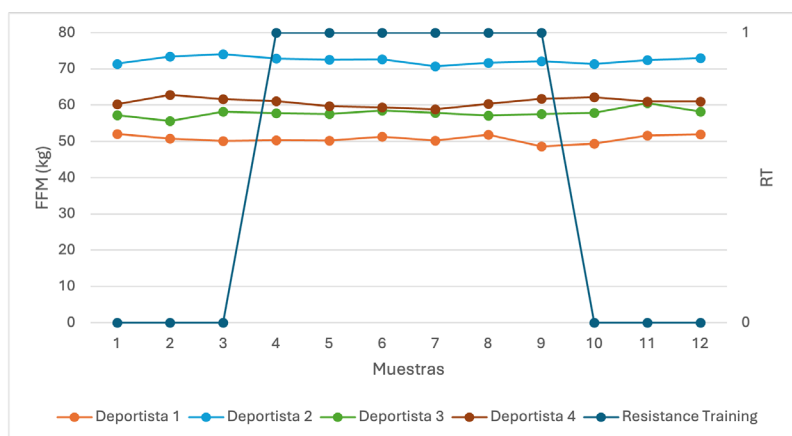
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Gráfico de líneas de la Masa Grasa (FM) para Natación.



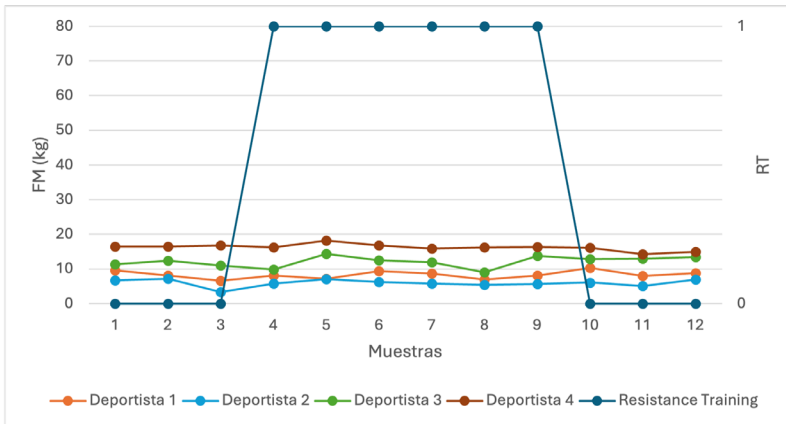
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Gráfico de líneas de la Masa Libre de Grasa (FFM) para Natación.



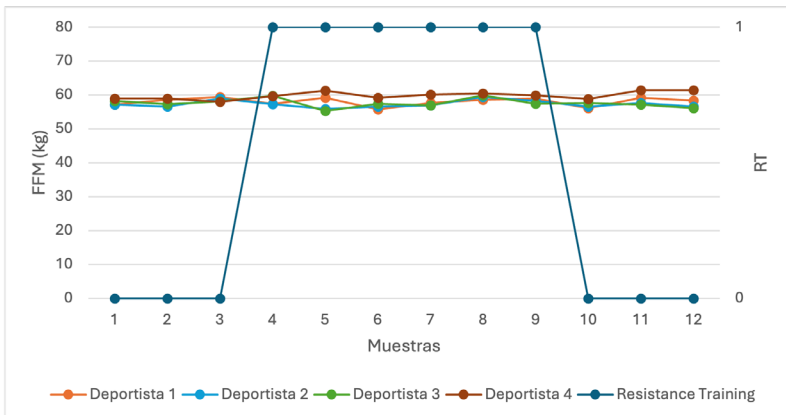
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Gráfico de líneas de la Masa Grasa (FM) para futbol Sala.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Gráfico de líneas de la Masa Libre de Grasa (FFM) para futbol Sala.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Análisis descriptivo de la Masa Libre de Grasa (FFM) para fútbol Sala.

		Deportista 1	Deportista 2	Deportista 3	Deportista 4
FM	Promedio	8.32	5.955	12.1225	16.2275
	DS	1.10	1.06	1.58	0.98
	MAX	10.29	7.22	14.34	18.22
	MIN	6.65	3.38	9.02	14.25
FFM	Promedio	58.01	57.29	57.59	59.85
	DS	1.20	1.07	1.31	1.15
	MAX	59.35	59.37	59.88	61.45
	MIN	55.79	55.82	55.26	57.97

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Análisis descriptivo de la Masa Libre de Grasa (FFM) para fútbol Sala.

		Deportista 1	Deportista 2	Deportista 3	Deportista 4
FM	Promedio	26.37	7.47	10.36	13.45
	DS	0.88	0.90	0.82	0.71
	MAX	28.13	8.70	11.58	14.35
	MIN	25.17	5.64	8.63	12.26
FFM	Promedio	70.76	54.83	62.35	63.11
	DS	1.17	0.81	0.87	0.63
	MAX	72.60	55.99	63.87	64.00
	MIN	68.78	53.63	61.11	61.65

Fuente: Elaboración propia.

Ciencia en escena: del dato al relato

Tabla 3. Análisis descriptivo de la Masa Libre de Grasa (FFM) para futbol Sala.

		Deportista 1	Deportista 2	Deportista 3	Deportista 4
FM	Promedio	3.79	14.52	15.74	4.37
	DS	0.77	0.99	0.89	1.36
	MAX	4.92	15.78	16.85	6.67
	MIN	2.24	12.43	13.93	2.27
FFM	Promedio	50.71	72.36	57.86	60.85
	DS	1.09	0.95	1.14	1.17
	MAX	52.10	74.07	60.57	62.80
	MIN	48.62	70.73	55.59	58.83

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Análisis descriptivo de la Masa Libre de Grasa (FFM) para futbol Sala.

		Deportista 1	Deportista 2	Deportista 3	Deportista 4
FM	Promedio	8.32	5.955	12.1225	16.2275
	DS	1.10	1.06	1.58	0.98
	MAX	10.29	7.22	14.34	18.22
	MIN	6.65	3.38	9.02	14.25
FFM	Promedio	58.01	57.29	57.59	59.85
	DS	1.20	1.07	1.31	1.15
	MAX	59.35	59.37	59.88	61.45
	MIN	55.79	55.82	55.26	57.97

Fuente: Elaboración propia

El análisis de composición corporal mediante BIA evidenció variaciones específicas entre las disciplinas deportivas evaluadas, con especial atención al grupo de fútbol sala.

En fútbol sala, los valores de FM oscilaron entre 5.95 % y 16.22 %, presentando desviaciones estándar bajas, lo que indica una consistencia relativa en los porcentajes de grasa corporal entre los jugadores. Por su parte, la FFM mostró un rango estrecho entre 57.29 kg y 59.85 kg, acompañado de una baja variabilidad. Estos datos reflejan un perfil corporal con características fisiológicas similares dentro del grupo.

En comparación, el grupo de fútbol mostró un rango similar en FFM (57.29 kg a 59.85 kg), pero la dispersión en los valores de FM fue mayor, lo que sugiere diferencias individuales más amplias en el porcentaje de grasa corporal entre los jugadores de esta disciplina.

El grupo de baloncesto presentó la mayor heterogeneidad en los datos. Un jugador registró un FM de 26.37 %, significativamente superior al resto del grupo, cuyo rango estuvo entre 7.47 % y 13.45 %. La FFM también varió ampliamente, con valores que oscilaron entre 54.83 kg y 70.76 kg, siendo este último el mayor valor registrado en todo el estudio.

En natación, los valores de FM fluctuaron notablemente, desde un 3.79 % hasta un 15.74 %. Algunos nadadores presentaron porcentajes muy bajos, inferiores al 5 %, mientras que otros alcanzaron valores superiores al 14 %. La FFM osciló entre 50.71 kg y 72.36 kg, siendo este

el rango más amplio observado entre las disciplinas evaluadas.

La relativa uniformidad en los valores de FM y FFM en el grupo de fútbol sala, frente a la mayor dispersión en las otras disciplinas, destaca las características particulares de esta disciplina en términos de composición corporal.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio confirman el potencial del análisis de bioimpedancia eléctrica como una herramienta eficaz para caracterizar perfiles fisiológicos específicos según la disciplina deportiva. La diferenciación observada en los niveles de masa grasa y masa libre de grasa entre los grupos estudiados refleja no solo las exigencias particulares de cada deporte, sino también el grado de especialización y adaptación fisiológica alcanzado por los deportistas.

En particular, en deportes como el fútbol sala y el fútbol, se evidenció una mayor homogeneidad corporal, lo que podría estar relacionado con rutinas de entrenamiento más controladas y una mayor uniformidad en los requerimientos físicos entre los jugadores. Esta uniformidad es especialmente notoria en el fútbol sala, donde la baja variabilidad en FM y FFM sugiere un perfil corporal equilibrado y adaptado a las demandas específicas de una disciplina caracterizada por esfuerzos intermitentes de alta intensidad, cambios rápidos de dirección y juego en espacios reducidos.

En contraste, disciplinas como la natación y el baloncesto presentaron una mayor variabilidad interindividual, posiblemente asociada a la diversidad de estilos de competencia, posiciones o morfotipos aceptados dentro de estas prácticas. Esta diversidad se refleja en rangos amplios de composición corporal, evidenciando perfiles fisiológicos menos uniformes.

Estos resultados refuerzan la utilidad del análisis de bioimpedancia no solo como técnica de medición puntual, sino como un instrumento para el seguimiento continuo de los atletas durante procesos de entrenamiento y recuperación. La capacidad de detectar patrones de adaptación o desequilibrio fisiológico a lo largo del tiempo proporciona a entrenadores y profesionales de la salud deportiva una base objetiva para tomar decisiones personalizadas en términos de carga de trabajo, nutrición y prevención de lesiones

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Este proyecto fue desarrollado en el marco del semillero de investigación en Bioelectrónica y Procesamiento Digital de Señales (BioDSP), Bienestar Institucional y Area Física de la Institución Universitaria ITM. La iniciativa tuvo como objetivo principal aplicar herramientas de análisis de señales biomédicas al estudio de parámetros fisiológicos y de composición corporal en el contexto deportivo, fomentando la articulación entre la formación académica y la investigación aplicada.

Ciencia en escena: del dato al relato

Se agradece de manera especial a los deportistas y entrenadores que participaron activamente en el estudio, quienes mostraron una actitud abierta y colaborativa durante las distintas fases de medición. Su compromiso y disposición fueron esenciales para la obtención de datos consistentes y confiables.

Del mismo modo, se reconoce el trabajo y la dedicación de los semilleristas que integraron el equipo de investigación, cuya participación fue fundamental en el diseño metodológico, la logística de campo, la recolección de datos y el análisis posterior. Su esfuerzo reflejó un alto nivel de responsabilidad y vocación científica.

Finalmente, se agradece al Festival XPOILERS por brindar un espacio de participación y visibilidad a esta iniciativa, lo cual permitió compartir los avances y resultados del proyecto con la comunidad académica, promoviendo la divulgación científica desde la formación universitaria.



REFERENCIAS

- Armstrong, L. E., VanHeest, J. L., & Rogol, A. D. (1997). The young athlete. *Clinics in Sports Medicine*, 16(3), 529–538. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70040-8](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70040-8)
- de Oliveira, E. P., Burini, R. C., & Jeukendrup, A. (2014). Nutritional and metabolic characteristics of high-intensity intermittent training. *Sports Medicine*, 44(2), 161–173. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0111-3>
- Di Vincenzo, O., Marra, M., & Scalfi, L. (2019). Bioelectrical impedance analysis (BIA) in sport and exercise: A systematic review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0320-3>
- Jagim, A. R., Dominy, T., Camic, C. L., Wright, G., Doberstein, S., & Jones, M. T. (2021). Acute changes in body composition associated with pre- to post-season training in collegiate football players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(2), 39. <https://doi.org/10.3390/jfmk6020039>
- Lukaski, H. C., & Christiana, D. L. (2021). Assessment of fat-free mass using bioimpedance: Evolution of research and future directions. *Nutrition*, 89, 111221. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111221>
- Micheli, L. J., Glassman, R., & Klein, G. (2014). The prevention of sports injuries in children. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 198(3), 120–130. <https://doi.org/10.1097/00003086-198305000-00014>
- Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 15(2), 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2017.09.001>
- Seca. (2012). Guía práctica para la medición del estado nutricional mediante bioimpedancia. Seca GmbH & Co. <https://www.seca.com>

Ciencia en escena: del dato al relato

seca. (2023). Body composition analysis using BIA: Clinical applications and interpretation. Seca GmbH & Co. <https://www.seca.com>

Sebastiá-Rico, N., Peñaranda, D. S., Sempere-Rubio, N., Martínez-Reig, M., & Inglés, M. (2023). Bioelectrical impedance vector analysis in sports and clinical settings: A review. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1128893. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1128893>



**Ciencias naturales
y agrícolas**





Abejas como reporteras ambientales

Andrés Felipe Nieto Martínez
David Santiago Ruíz Méndez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas



Resumen

El proyecto tuvo como objetivo explorar métodos ambientalmente sostenibles para utilizar a las abejas, especialmente la especie *Apis mellifera* como bioindicadores ambientales, al tiempo que se promovió el cuidado y la conciencia sobre su importancia ecológica. Para ello, se realizó una investigación documental en artículos científicos, sitios web especializados y comunidades en línea para posteriormente continuar con la parte práctica. Esta experiencia permitió comprender el comportamiento de las abejas, su rol en la polinización y su notable sensibilidad ante alteraciones del entorno, lo cual se refleja en las vibraciones que emiten.

Los resultados mostraron que el uso de abejas como bioindicadores es eficiente, especialmente en zonas urbanas donde las señales vibratorias permiten detectar contaminantes o cambios ambientales. Estas vibraciones, parte de su comunicación y comportamiento diario, pueden captarse mediante acelerómetros piezoeléctricos, sensores de vibración o micrófonos de alta sensibilidad. Se evidenció que factores como pesticidas, humo o metales pesados afectan su frecuencia vibratoria, orientación y actividad en la colmena. También se planteó el uso de especies polinizadoras nativas, ya que la *A. mellifera*, aunque útil, es una especie invasora en Colombia que puede desplazar a las abejas locales fundamentales para la biodiversidad.

Palabras clave: *Vibraciones, contaminación, polinización, comportamiento, alteraciones.*

INTRODUCCIÓN

El acelerado deterioro ambiental y la disminución de la población de abejas plantean desafíos de urgencia a nivel ecológico. Este proyecto se enfocó en el uso de abejas como bioindicadores ambientales, enfocándose en su sensibilidad ante contaminantes y alteraciones en su entorno. La motivación fue contribuir al cuidado de estas especies, no solo por su rol polinizador, sino también por su rol como herramientas de monitoreo ambiental mediante el análisis de las vibraciones que emiten. Se buscó demostrar la eficiencia de este, resaltando la necesidad de incentivar el uso de abejas nativas para proteger la biodiversidad Colombiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso investigativo surgió del interés por las abejas, con la intención de explorar un enfoque distinto al habitual relacionado con la polinización. Se indagó en diversas fuentes bibliográficas, artículos científicos y medios digitales, donde se encontró evidencia del uso de vibraciones emitidas por las abejas como herramienta para interpretar su salud, productividad y respuesta a contaminantes ambientales (Ferrari et al., 2008; Ramsey et al., 2019). A través de grupos especializados en redes sociales de apicultores y entusiastas, se obtuvo información sobre cómo algunas personas expertas pueden interpretar estos patrones vibratorios en las colmenas (Comunicación personal, mayo de 2025). Se identificó que las abejas reaccionan notablemente ante sustancias como

Ciencia en escena: del dato al relato

pesticidas y metales pesados, factores que las convierten en candidatas ideales como bioindicadores ambientales (van Engelsdorp & Meixner, 2010).

Se hizo un enfoque de investigación de la especie *A. mellifera*, partiendo de la revisión bibliográfica. En esta misma, se halló que las abejas obreras de esta especie emiten vibraciones dependiendo las condiciones del entorno, partiendo que normalmente las abejas baten las alas 200 veces por segundo produciendo un sonido de onda de 250 hercios, esta medida puede variar dependiendo el tiempo de vida que llevan las abejas, ya que a medida que crecen, sus alas se vuelven más rígidas (Woods, 2021). Así mismo, se hacen especificaciones de las emisiones de onda que producen las abejas dependiendo su etapa de vida y estado de vuelo.

Tabla 1: Oscilación de onda emitida por las abejas según su etapa de vida

OSCILACIÓN DE ONDA DE LAS ABEJAS		
ESTADO	ABEJAS JÓVENES (HERCIOS)	ABEJAS ADULTAS (HERCIOS)
VENTILANDO	285	250
EN VUELO	225	190

Fuente. https://apiculturaymiel.com/abejas/aprende-identificar-sonidos-de-la-colmena/?utm_source=#google_vignette

También se resalta que los sonidos emitidos por los zánganos son mucho más graves y pesados, siendo difícil de identificar.

Para la medición general del estado de las colmenas, los apicultores dan un pequeño golpe en la colmena, de ahí se identifica el sonido emitido, si el sonido es de 150 hercios corto, la colmena se encuentra sana y productiva. Sí el sonido emitido es largo y prolongado, la colmena se encuentra huérfana y alterada. Otro sonido clave es el del nacimiento de la reina, donde se muestra un “toot” de 350 hercios como sonido, al cual las princesas responden con un “cuac” de 450 hercios (Wood, 2023).

Asimismo, se halló que la especie más utilizada en apicultura, *Apis mellifera*, es una especie invasora en Colombia que puede afectar negativamente a las abejas nativas (González et al., 2018). Según estudios nacionales, existen alrededor de 550 especies de abejas nativas registradas, aunque se estima que podrían ser hasta 1500 (Mesa & Nates-Parra, 2020).

En cuanto a materiales, se investigó el uso de dispositivos como acelerómetros piezoeléctricos, sensores de vibración y micrófonos de alta sensibilidad para captar las señales vibratorias de las abejas (Pierce et al., 2021). Los acelerómetros piezoeléctricos contienen cristales que generan una señal eléctrica proporcional a la intensidad y frecuencia del movimiento cuando se deforman por efecto de una vibración. Los sensores de vibración registran oscilaciones en superficies como las paredes de la colmena, mientras que los micrófonos de alta sensibilidad, como los de tipo MEMS o electret, captan las ondas sonoras del zumbido y las convierten en señales digitales (Seeley, 2010). Estos instrumentos, ubicados estratégicamente en

Ciencia en escena: del dato al relato

la colmena, permiten detectar comportamientos como la danza del meneo, el estrés por pesticidas o variaciones en la actividad diaria. Las señales captadas son procesadas por sistemas electrónicos o software de análisis acústico que interpretan patrones de frecuencia, ritmo e intensidad, facilitando así la comprensión del estado de salud de las colmenas y de la calidad ambiental del entorno (Rogers & Vallone, 2020).

Además, se realizó una visita de campo a una granja apícola ubicada en la salida norte de Bogotá. Allí se dialogó con encargados de la crianza de abejas, quienes compartieron conocimientos sobre el proceso de polinización y confirmaron estar al tanto de la posibilidad de utilizar vibraciones para monitorear la salud de las colmenas. Sin embargo, indicaron que la implementación de esta tecnología resulta costosa y requiere personal capacitado, lo que representa una barrera en muchas zonas productoras (Comunicación personal, mayo de 2025). Esta experiencia permitió comprender que, si bien la tecnología existe y es prometedora, su aprovechamiento requiere inversión y respaldo institucional. Por ello, el proyecto también plantea la necesidad de incentivar a entidades gubernamentales y organizaciones con recursos a apoyar estrategias sostenibles como esta para el monitoreo ambiental y la protección de las abejas.

RESULTADOS

Durante el desarrollo del proyecto se visitó una granja apícola en la salida norte de Bogotá, donde se conversó

con los encargados sobre el manejo de las abejas y su rol en la polinización. A través de este diálogo, se evidenció que los apicultores tienen conocimiento sobre el uso de las abejas como bioindicadores ambientales, una técnica que permite evaluar la salud del ambiente y la productividad de las colmenas mediante el análisis de vibraciones y sustancias acumuladas en los productos de la colmena (Ferrari et al., 2008; Rogers & Vallone, 2020).

En Colombia, especies de abejas nativas sin aguijón como *Melipona*, *Trigona*, *Scaptotrigona* y *Tetragonisca angustula* han sido reconocidas por su sensibilidad a contaminantes como pesticidas, metales pesados y mala calidad del aire. Esto las convierte en organismos ideales para monitorear el entorno natural, especialmente en zonas agrícolas y rurales afectadas por actividades como fumigaciones o minería (González et al., 2018; Mesa & Nates-Parra, 2020).

Se identificó que, si bien esta tecnología está disponible y ha mostrado resultados positivos en otros países (Pierce et al., 2021), en Colombia su aplicación es limitada debido a dos factores principales: por un lado, el costo elevado de los dispositivos necesarios para captar y analizar las vibraciones de las colmenas; y por otro, la falta de profesionales capacitados para interpretar los datos obtenidos (Seeley, 2010). Este diagnóstico fue confirmado por los propios apicultores, quienes manifestaron interés en la tecnología, pero reconocieron no contar con los recursos ni el acompañamiento técnico necesario (comunicación personal, mayo de 2025).

Ciencia en escena: del dato al relato

Este hallazgo resalta una problemática más amplia: la falta de apoyo económico e institucional para iniciativas ambientales lideradas por comunidades locales. Aunque existen proyectos académicos que promueven el uso de las abejas como herramientas de monitoreo ecológico, se requiere mayor inversión por parte del Estado y entidades privadas para que estas ideas puedan implementarse de forma sostenible (Ramsey et al., 2019).

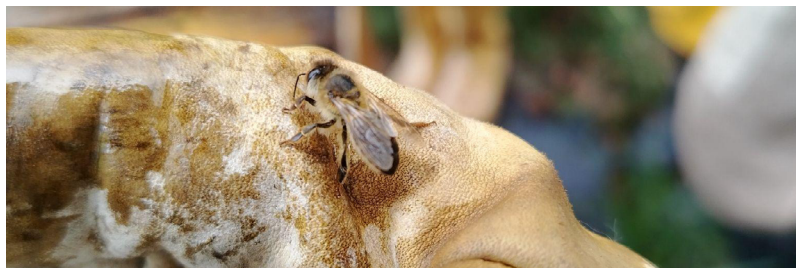
Por tanto, uno de los aprendizajes más importantes del proyecto es que la conciencia ambiental, por sí sola, no es suficiente si no está acompañada de políticas públicas y apoyo financiero que permitan llevar el conocimiento a la acción. Incentivar este tipo de investigaciones y apoyar su implementación podría tener un gran impacto en la protección de ecosistemas sensibles y en la sostenibilidad de la apicultura en Colombia.

Imagen 1. Colmena de abejas



Fuente. Propia

Imagen 2. Abeja *Apis mellifera*



Fuente. Propia

Imagen 3. Productos apícolas derivados de la crianza de abejas



Fuente. Propia

CONCLUSIONES

El uso de abejas como bioindicadoras demuestra ser una estrategia prometedora para monitorear la salud ambiental de forma natural y sostenible. Sin embargo, su aplicación en Colombia requiere superar barreras técnicas y económicas que impiden su implementación a gran escala. La falta de inversión en investigación aplicada y

Ciencia en escena: del dato al relato

la escasa articulación institucional limitan el alcance de estas iniciativas, a pesar de su alto potencial ecológico.

Por otro lado, el análisis de las vibraciones generadas por las abejas dentro de la colmena permite identificar cambios en su comportamiento y estado fisiológico, lo que las convierte en sensores vivos del entorno. Las variaciones en la frecuencia o intensidad de sus movimientos pueden relacionarse con factores externos como la contaminación, el uso de agroquímicos o la calidad del aire, abriendo un campo innovador de monitoreo ambiental no invasivo.

Finalmente, la implementación de estos bioindicadores en proyectos comunitarios, escolares o rurales podría traducirse en sistemas de alerta temprana frente a riesgos ambientales. Con el desarrollo de sensores de bajo costo y estrategias de educación ambiental, las abejas podrían incorporarse a redes locales de vigilancia ecológica, especialmente en regiones donde el monitoreo científico tradicional es escaso o inexistente.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Queremos hacer una mención especial a las personas que apoyaron el proyecto suministrando su apoyo y difusión a la hora de revisar el video propuesto.

REFERENCIAS

Ferrari, A., Silva, D. P., & Maciel, C. D. G. (2008). Use of honey bees as bioindicators of environmental contamination in Brazil. *Science of the Total Environment*, 402(1), 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.04.050>

- González, V. H., Griswold, T., & Engel, M. S. (2018). Bees (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) of Colombia: diversity, distribution, and conservation. *Journal of Natural History*, 52(21–22), 1357–1401. <https://doi.org/10.1080/00222933.2018.1473792>
- Mesa, L. A., & Nates-Parra, G. (2020). Diversidad de abejas silvestres en Colombia y su importancia ecológica. *Revista Colombiana de Entomología*, 46(2), 173–182.
- Pierce, M., Teale, S., & Watson, J. (2021). Acoustics in apiaries: Modern tools for hive health monitoring. *Applied Acoustics*, 172, 107580. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107580>
- Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., ... & vanEngelsdorp, D. (2019). Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(5), 1792–1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>
- Rogers, C., & Vallone, R. (2020). Smart hives: Acoustic sensing of honey bee colonies. *Sensors*, 20(12), 3456. <https://doi.org/10.3390/s20123456>
- Seeley, T. D. (2010). *Honeybee democracy*. Princeton University Press.
- Wood, E. (2023). Aprende a identificar los sonidos de la colmena. *Apicultura y Miel*. <https://apiculturaymiel.com/abejas/aprende-identificar-sonidos-de-la-colmena/>
- Woods, E. (2021). La importancia de las abejas nativas en la polinización agrícola. *Revista Apícola Nacional*.

Biodiversidad en el domo de lava del volcán cerro Machín

María José Cabeza Herrera
Jenny Patricia Acevedo Rincón

Universidad Industrial de Santander



Resumen

Este capítulo evalúa los Semilleros de Investigación como estrategia de Apropiación Social del Conocimiento (ASC), cuyo fin es vincular a la investigación científica con el desarrollo territorial. El estudio surge del Semillero de Investigación hacia la Biodiversidad, creado en las comunidades de Toche y Tapias, aledañas al Volcán Cerro Machín (Ibagué-Tolima).

El objetivo fue evaluar el desarrollo de un Experimento de Enseñanza STEAM sobre la biodiversidad volcánica implementado a través del semillero. Metodológicamente, se utilizó un enfoque cualitativo y Investigación de Diseño (Modelo 5E). La intervención implicó la aplicación de cuatro retos STEAM (resultando en un terrario, cartografía, cromatografía y un plan de guardianes) dirigidos a la comunidad educativa (básica, secundaria y media).

Los resultados demuestran que el proceso generó un fuerte compromiso en estudiantes y profesores como guardianes de su territorio. Además, se impulsaron acciones sostenibles concretas para la preservación de la flora, fauna y suelo (orquídeas, aguas termales). El capítulo concluye que el semillero, mediante el experimento STEAM, es un mecanismo eficaz para fomentar la conciencia ambiental, la gestión de riesgos y el desarrollo social sostenible en comunidades con vulnerabilidad territorial.

Palabras clave: *biodiversidad, experimento de enseñanza, semilleros de investigación, STEAM, interdisciplinariedad*

INTRODUCCIÓN

El ámbito investigativo es un aspecto fundamental en cuanto a formación docente se refiere, puesto que, para los futuros docentes es importante llegar al aula formados de manera interdisciplinar para evitar llegar a una educación segmentada. Con lo anterior se indaga sobre una formación docente significativa para una educación de calidad, por ello se debe tener en cuenta el ámbito investigativo para trabajar desde el contexto y así mismo tomar en cuenta el desarrollo de una sociedad cada vez más globalizada con nuevas demandas que requieren de constante indagación. Es por ello por lo que, en este trabajo de investigación se toma en cuenta el contexto del territorio de tipo rural para llevar a cabo el experimento de enseñanza dentro de un semillero de investigación con estudiantes con un enfoque hacia la biodiversidad que habitan. Lo previamente descrito permite que los estudiantes puedan indagar en su propio contexto y con ello propender porque sean quienes a corto o largo plazo generen acciones de conservación y preservación de su territorio en cuanto a las diferentes problemáticas que enfrenta este ecosistema del volcán cerro Machín, además, de las crisis ambientales que ya la humanidad se encuentra afrontando

En este sentido, los estudiantes llegan a una educación segmentada debido a que se encuentra una disparidad entre lo que reciben de aprendizaje desde un currículo no contextualizado y el conocimiento que obtienen de lo que observan y viven dentro de su cotidianidad en el

territorio, al tomar en cuenta las difíciles condiciones que tienen que pasar para llegar a la escuela sobre todo en temporada de lluvias. La educación contextualizada permite un aprendizaje significativo y esto lo pueden lograr los estudiantes desde su territorio ya que comprende una gran cantidad de flora, fauna y un suelo absolutamente rico en especies endémicas, por lo cual el proyecto se basa en la apropiación social del conocimiento y los semilleros de investigación en la IE Técnica Tapias, ubicada en Ibagué (Tolima) en la zona veredal del corregimiento Tapias. Dicho corregimiento de gente campesina y trabajadora son testigos de los cientos de visitantes que llegan a su comunidad a investigar la riqueza de su biodiversidad, entendiéndola como un tesoro que contiene aún muchos misterios por descubrir desde su basta variedad en flora y fauna. Sin embargo, estos investigadores suelen irse a manos llenas de valioso aprendizaje e información que es desconocida para la comunidad, es decir, no hay un beneficio para ellos, solo información vacía y superficial de lo que allí se indaga. Mismo es el caso de los estudiantes de la zona quienes reciben en su institución una educación general, no contextualizada que no les permite llegar a un proceso inquisitivo o de indagación, lo cual no aporta en nada al cuidado de su territorio por el desconocimiento de este, lo cual lleva a que desde esta ignorancia involuntaria no se encuentren muchas iniciativas de protección y cuidado del entorno y que inconscientemente se lleven a cabo acciones que afecten su misma biodiversidad.

En este sentido, el semillero de investigación plantea un espacio diferente, donde los estudiantes en una jornada extraescolar sean los gestores de su propio aprendizaje. Por lo anterior el experimento de enseñanza se estructura con el semillero bajo el modelo 5E estructurado desde la ciencia y la tecnología para el cumplimiento del objetivo que presenta el trabajo de investigación. De igual forma, se introduce STEAM para articular la ciencia con el arte por lo que los retos a desarrollar dentro del semillero contemplan mucho del trabajo manual, creativo y de motricidad fina de los semilleristas, para de esta forma propender por un semillero interdisciplinar en búsqueda de un aporte para la comunidad y un desarrollo de esta en los ámbitos sociales, culturales, ambientales y económicos. Así mismo, el trabajo busca sentar una base para el trabajo en zonas rurales en términos científicos con el fin de que la ciencia y la investigación no sean caminos lejanos para ellos, sino que sean conscientes de que dicho camino tiene las puertas abiertas de manera equitativa, por lo tanto, son los semilleristas quienes dan sentido a su aprendizaje por y para el territorio con miras a ser gestores de acciones a nivel local y global.

En este sentido, la investigación se enmarca desde la pregunta: ¿Cómo evaluar el desarrollo de un experimento de enseñanza STEAM en un semillero de investigación constituido en la comunidad de Toche y Tapias como estrategia de apropiación social del conocimiento (ASC) sobre la biodiversidad en torno al Volcán Machín?, misma que sienta las bases para el objetivo general el cual es

Ciencia en escena: del dato al relato

: evaluar el desarrollo de un experimento de enseñanza STEAM en un semillero de investigación constituido en la comunidad de Toche y Tapias como estrategia de apropiación social del conocimiento (ASC) sobre la biodiversidad en torno al Volcán Machín.

Con lo anterior se elaboran los objetivos específicos que secundan y abren el camino para dar cumplimiento al objetivo general con los específicos de:

- ▶ Identificar la comprensión interdisciplinar a partir de un experimento de enseñanza STEAM basado en el modelo pedagógico 5E con el fin de reconocer la biodiversidad en torno del volcán.
- ▶ Establecer los saberes colectivos de la población en la comunidad Toche y Tapias como base de la apropiación del conocimiento científico mediante la experimentación en el semillero de investigación.
- ▶ Integrar a estudiantes y profesores con el conocimiento de la biodiversidad en torno al Volcán Machín promoviendo así la apropiación social del conocimiento a través de los semilleros de investigación

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto el método elegido fue de enfoque cualitativo, puesto que, se busca que este fuese acorde al contexto en que se lleva a cabo el experimento de enseñanza en la comunidad de Toche y Tapias ubicada en la ciudad de Ibagué (Tolima). Es por ello por lo que al elegir este enfoque en palabras de (Sampieri,2018) “la ruta cualitativa es conveniente para comprender los fenómenos desde la perspectiva de quienes lo viven”.

Con lo anterior se busca comprender las situaciones que suceden dentro del contexto de la población participante y así mismo dar cabida a la interpretación de los datos que se obtienen en el proceso de desarrollo del proyecto, así mismo, los saberes comunitarios y colectivos de la comunidad, así como los datos que obtienen a través de la observación del contexto, se convierten en datos cualitativos fundamentales en la creación de los retos a desarrollar en el semillero de investigación.

Ahora, en el caso del experimento de enseñanza, se encuentra estructurado dentro del paradigma de la investigación de diseño (Cobb y Gravemeijer,2008), por lo cual se hace una articulación entre el diseño instruccional y los ambientes de aprendizaje de los estudiantes, además, este paradigma en este proyecto tiene un aspecto de mejora constante debido a que una de sus fases permite que el investigador este atento a las situaciones que suceden en el contexto específico que investiga y así este pueda hacer ajustes razonables a la investigación para que esta pueda ser contextualizada, pueda apreciar las diferentes formas de aprendizaje y enseñanza dentro de una línea específica de educación ambiental para la preservación y conservación de su biodiversidad, lo cual genera así la apropiación social del conocimiento. En este sentido, el paradigma contiene tres fases para que se pueda llevar a cabo de manera secuencial y organizada.

En primer lugar, se encuentra la preparación, en ella se realiza la contextualización de la comunidad y la creación de los cuatro retos a desarrollar, así mismo, las cartillas

Ciencia en escena: del dato al relato

educativas que los contienen como apoyo educativo tanto para los semilleristas a modo instruccional como para los docentes a modo de orientación pedagógica. Seguido se encuentra la experimentación, donde se llevan a cabo los retos. Asimismo, la metodología, la recolección de datos y el análisis e interpretación de dichos datos. Finalmente, en análisis retrospectivo que se encuentra desde la segunda fase en cada uno de los cuatro retos para realizar los posibles ajustes de ser requeridos en el desarrollo de la investigación y así realizar un análisis final a todo el experimento de enseñanza al finalizar para sacar resultados y conclusiones que propenden por una mejora de la estrategia desarrollada.

Así mismo, en cada una de las fases se eligen las técnicas e instrumentos a trabajar, las cuales se desarrollan a continuación:

Fase del experimento	Técnica	Instrumento
F1-Preparación	Observación participante	Diario del investigador
F2-Experimentación	Producción escrita	Bitácora del estudiante
F3-Análisis retrospectivo	Triangulación de datos	

La tabla describe las técnicas e instrumentos tomados por la investigadora, mismos que son tomados de manera cualitativa de manera escrita verbal y a través de la observación directa. Además, dicha observación es llevado a cabo por la investigadora y los actores del proyecto, cabe resaltar que esta observación debe ir más allá de

lo superficial pues al leer el contexto este debe contener una indagación profunda y crítica para cuestionar dichas situaciones que pueden contener un trasfondo. Asimismo, la producción escrita proveniente de la investigadora en su diario y de los mismos estudiantes en su bitácora para realizar finalmente la triangulación de datos con todo el material recolectado.

En cuanto a la población participante del proyecto, La investigación se sitúa al Occidente del municipio de Cajamarca el cual se encuentra al sur este de Ibagué, En un camino de montaña de difícil movilidad por lo cual es normal ver transporte animal y Willis. Se encuentra en dicha región una amenaza latente volcánica ya que el volcán Machín se encuentra catalogado como 1 de los anillos piroclásticos en alerta amarilla, por lo cual tiene actividad constante de manera interna observado desde las fumarolas activas lo que a su vez ocasiona una constante amenaza sísmica. La comunidad se encuentra distribuida en 13 veredas, sin embargo, la institución educativa técnica Tapias es la sede principal que la cobertura de preescolar a media y técnica a los habitantes del sector cómo validar escuela nueva en jornada diurna y nocturna. Asimismo, la comunidad tiene una economía proveniente en su mayoría de la agricultura al ser una zona con un suelo de alta fertilidad donde trabajan productos frutales, vegetales, granos y tubérculos. También, obtienen ganancias de actividades turísticas como las caminatas a las estalagmitas, las aguas termales, avistamiento de aves, rutas hacia el domo del volcán y el bosque de palma

de cera. Sin embargo, la población participante en el semillero fue de 4 estudiantes hombres y 3 niñas, así mismo, se contó con la participación del docente líder para llevar a cabo los acompañamientos virtuales.

RESULTADOS

Los estudiantes el desarrollar cada uno de los retos iban obteniendo aprendizajes de manera articulada, puesto que, En el reto 1 se indaga sobre los conocimientos previos de los estudiantes acerca del volcán y la biodiversidad del territorio sin embargo este reto sirvió como base para entender el concepto de biodiversidad desde un concepto previo el cual es el ecosistema, pues es el concepto base que se plantea desde el currículo, desde allí, se indaga sobre la cercanía que tienen los semilleristas con el conocimiento científico del volcán, de allí se logra sacar un primer producto el cual es un terrario donde los estudiantes evidencian un aprendizaje de cómo se estructura y funciona el volcán cerro Machín con cada una de sus zonas internas (Cono, chimenea, manto, cráter, domo y fumarolas).

Al tener claridad sobre estas zonas se les pide también iniciar su rol de investigadores con una primera tarea de dar indagación a las especies endémicas que los rodeaban en cuanto a flora y fauna con un collage, donde también se resalta el concepto de endémico como un valor agregado que tiene el territorio al abarcar numerosas especies endémicas.

Figura 1. Producto del reto para conocer las zonas del volcán



Fuente. Elaboración propia.

Seguido a ello con el reto dos, Los estudiantes llevan a cabo una cartografía la cual les permite ubicarse espacialmente dentro del territorio, asimismo se les solicita identificar las diferentes rutas de acceso, las fuentes de agua, los caseríos, espacios comunitarios, zonas de riesgo, etc. Desde esta actividad se logra conocer las condiciones de vida de cada uno de los semilleristas, la forma en que se ubican especialmente con elementos característicos como el nombre de una quebrada, nacimiento o un árbol en específico. Luego de ello proceden de manera conjunta a realizar la cartografía con greda (arcilla) y así poder dar una perspectiva viva a las características únicas del territorio.

Figura 2. Cartografía realizada por semilleristas con características del territorio



Fuente. Elaboración propia.

Al finalizar dicho reto con la certeza de que los estudiantes habían obtenido un aprendizaje significativo acerca de las características en su territorio, se procede al reto número tres. Donde los estudiantes al tener en cuenta el reto anterior abren un espacio al análisis de los roles que se pueden adoptar para generar acciones en pro de la conservación. Es por ello que se abre un espacio de debate en un foro donde se reúnen diversos expertos de biología y geología los cuales hacen el papel de aclarar dudas que puedan tener los semilleristas acerca de su flora, fauna o suelo, así mismo, brindar datos importantes del territorio y más específicos acerca de las rocas volcánicas, el tipo de rocas que existen, las especies endémicas y por qué están en el territorio, etc. Con lo anterior los estudiantes adoptan un papel de investigadores en acción para dar análisis al suelo que pisan diariamente, con lo cual realizan una técnica de cromatografía en un espacio poco visitado por ellos, el laboratorio. Allí realizan tres muestras con

ayuda del docente líder y el acompañamiento virtual con la investigadora para dar análisis al proceso y posterior resultado del cromograma. A continuación, se logra ver el interés plasmado en la elaboración de dicha técnica desconocida para ellos, la cual realizaron con detenimiento siguiendo paso a paso las instrucciones dadas en la cartilla educativa, con ello además se logra reconocer el suelo como un elemento vivo que se encuentra bajo nuestros pies no solo para un sustento alimenticio o del calzado humano sino también como aquel que tiene vida y se debe también cuidar y preservar.

Figura 3. Cromatografía realizada por semilleristas en el laboratorio de la escuela



Fuente. Elaboración propia.

Con lo anterior los estudiantes se encuentran motivados para el reto cuatro, mismo que contiene el objetivo de crear en ellos la necesidad de ser los guardianes de su territorio, Con todos los aprendizajes obtenidos en los retos anteriores, los semilleristas tenían la labor de identificar problemáticas específicas de su territorio y elegir una de ellas para posteriormente crear un crono-

grama con roles específicos que pudiesen dar solución de manera organizada, eficaz y proactiva a la misma, en la discusión se encuentran diferentes problemáticas entre ellas la deforestación, la pérdida de especies por factores climáticos y de intervención humana, la contaminación de aguas y el mal manejo de las basuras. En este sentido los estudiantes eligieron las basuras como problemática principal de su territorio y la quema de estas a falta de un camión recolector. Es por ello por lo que, a través de roles específicos, los estudiantes se pusieron manos a la obra a realizar un cronograma donde mes a mes tenían una actividad dentro del colegio y de capacitación para la comunidad para poco a poco mitigar dicha problemática y finalmente llegar al final del proyecto como guardianes del territorio.

CONCLUSIONES

Respecto a todo el proceso realizado se llega a varias conclusiones las cuales se van a desarrollar a continuación. Primero, al tomar en cuenta las problemáticas del territorio su contexto y estructurar el proyecto en términos de interdisciplinariedad y dar un acercamiento a los semilleros al ámbito investigativo se puede notar una actitud positiva, curiosa y abierta hacia metodologías innovadoras y los procesos mencionados anteriormente. Con lo previamente dicho se abre una perspectiva amena hacia la ciencia y no desde un ámbito nulo y sesgado que solo puede ser posible para ciertos grupos de personas. Contrario a ello, al realizar una apropiación de su biodi-

versidad se logra desarrollar un pensamiento crítico con un compromiso vivo hacia la preservación del entorno que habitan y con ello lograr el desarrollo de los sujetos implicados en el experimento de enseñanza de manera personal y comunitario.

Por otro lado, la evaluación del desarrollo del experimento de enseñanza STEAM en el semillero de investigación en la comunidad como estrategia de apropiación social del conocimiento sobre la biodiversidad en torno al volcán Machín a través de la metodología cualitativa y descriptiva que se desarrolló en los cuatro retos realizados con los estudiantes, se pudo observar a través de la socialización echan la institución cómo los estudiantes exponen a la comunidad educativa los conocimientos adquiridos mostrando sus productos cartillas bitácoras y fotografías que sustentan el trabajo que llevaron a cabo de inicio a fin. De igual manera, el análisis retrospectivo realizado en el proceso da a entender que los saberes que brinda la comunidad y la ciencia se pueden articular cómo hace para el conocimiento investigativo. Lo anterior puede sentar una base en aquellos investigadores que llegan al territorio a realizar investigaciones puesto que los que habitan el territorio lo conocen de una manera en que la ciencia no puede llegar a reconocer, sin embargo, dichos conocimientos no dejan de ser fundamentales y deben valorarse.

Finalmente, este proyecto así una contribución a la educación STEAM pues logra dar información para futuros investigadores en términos de articulación de

áreas específicas con lo cual se pueda dejar de lado el conocimiento segmentado que lleva años en las aulas de la educación tradicional. En este sentido al ver los factores positivos encontrados en esta investigación hacia las metodologías innovadoras, se visualizan las relaciones interdisciplinarias como una buena opción para una educación contemporánea que contemple las necesidades educativas actuales de la población, dando siempre un vistazo hacia el contexto que rodea cada población pues este puede ser cambiante. Asimismo, el trabajo realizado puede ser un antecedente para que los futuros docentes tengan en mente que las metodologías innovadoras son un recurso que está siempre a la mano de todos, por lo cual es importante estar en constante análisis y búsqueda de dichas metodologías para prepararse a abrir nuevos caminos para el trabajo en zonas urbanas y rurales asimismo abrir camino en investigación educativa. También, este trabajo proyecta estrategias replicables, No obstante, se deja la claridad de que toda la experimentación aplicada y vista en este trabajo corresponde a una comunidad y una temporalidad específica, por tanto, no pretende de ninguna forma generalizar.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Agradezco a la *Universidad Industrial de Santander* por abrir sus puertas a la investigación.

A *MinCiencias*, por la oportunidad de explorar el conocimiento desde la investigación, por permitirme ser

parte del proyecto y unificar esfuerzos para avanzar en mi proceso de formación profesional.

Y, por último, al semillero *STEAM+H*, por ser el hogar cálido donde se gestan ideas maravillosas, por permitirme crecer como docente en formación e investigadora y hacer brillar el mismo con resiliencia y calidad.

REFERENCIAS

Cobb, P.; Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to support and understand learning processes, en Kelly, A.E., Lesh, R.A. y Baek, J.Y. (eds.). Handbook of design research methods in education. Innovations in Science, Technology, Engineering and Mathematics Learning and Teaching, pp. 68-95. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.

Diseño e implementación de una cámara de germinación con ambiente controlado basada en IoT para semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Emilyn Buitrago Moreno
Juan Sebastián Botero Valencia

Institución Universitaria ITM



Resumen

Este capítulo documenta el diseño y la validación de una cámara de germinación automatizada cuyo propósito central fue mitigar la alta tasa de pérdida de semillas en etapas tempranas. Esta pérdida es frecuentemente causada por el desarrollo de hongos, favorecido por condiciones de humedad inadecuadas. Para abordar esta problemática, se desarrolló un prototipo de ambiente controlado implementado mediante un microcontrolador ESP32 y un sensor SCD40 —encargado de la medición de temperatura, humedad relativa y CO². Se programó un algoritmo de control que monitoreaba estas variables ambientales, activando mecanismos de ventilación de forma autónoma cuando los valores excedían los rangos definidos, garantizando así un microclima óptimo.

La validación del sistema se llevó a cabo mediante pruebas funcionales rigurosas y un ensayo piloto. Si bien el proyecto está dirigido a la germinación de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), las pruebas iniciales se realizaron con semillas de lenteja debido a su rápido ciclo de crecimiento. Estas pruebas confirmaron el correcto funcionamiento del sistema de control, demostrando su capacidad para conservar condiciones ambientales estables y continuas por un periodo de 15 días. Este proyecto presenta una herramienta práctica que contribuye a mejorar la eficiencia del proceso de germinación, aumenta el porcentaje de plántulas sanas y reduce significativamente el riesgo de contaminación. Finalmente, se observó que los valores óptimos de las variables climáticas variaban según el entorno de instalación, lo que subraya la importancia de desarrollar tecnologías agrícolas que posean una alta capacidad de adaptación a diferentes contextos.

Palabras clave: *control ambiental, germinación, agricultura sostenible, microcontroladores*

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una actividad fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico a nivel global. Sin embargo, uno de los principales desafíos que se enfrenta es la adecuada germinación de las semillas, especialmente en cultivos de alto valor. La humedad y la temperatura juegan un papel clave en este proceso, ya que niveles inadecuados pueden favorecer el desarrollo de patógenos como hongos y bacterias, afectando la viabilidad de las semillas y la salud de las plántulas.

Para abordar esta problemática, diversos estudios han explorado soluciones tecnológicas que permiten regular con precisión las condiciones ambientales durante la germinación. Por ejemplo, Velázquez-González et al. (2023) desarrollaron una cámara de germinación automatizada utilizando una tarjeta Raspberry Pi y lógica difusa, que logró mantener la temperatura y la humedad del sustrato dentro de márgenes controlados con un error de $\pm 1,5$ °C y $\pm 5\%$, respectivamente. De manera similar, Islam et al. (2019) diseñaron un sistema inteligente de germinación basado en Internet de las Cosas (IoT), que mejoró significativamente la tasa de germinación en cultivos de jute mediante el monitoreo constante de temperatura, humedad y luz.

En este contexto, el presente proyecto propone el diseño y desarrollo de una cámara de germinación automatizada, equipada con sensores de temperatura y humedad (sensor SCD40) y un sistema de control inteligente basado en

un microcontrolador ESP32. Este sistema no solo mejora las condiciones para la germinación, sino que también reduce el riesgo de infecciones fúngicas, optimizando así la eficiencia del proceso productivo.

La investigación se centró en la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*), un cultivo de gran importancia en la alimentación y la economía agrícola. La elección de esta especie permitió evaluar el impacto del sistema automatizado en la mejora de la germinación y la reducción de enfermedades asociadas a la humedad. Se espera que esta tecnología pueda ser replicada y adaptada a otros cultivos y contextos, promoviendo soluciones accesibles y sostenibles en el sector agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para la construcción del prototipo inicial de la cámara de germinación, se seleccionaron materiales de bajo costo, priorizando la reutilización de elementos disponibles para asegurar que el diseño fuera asequible, replicable y de fácil implementación, especialmente en contextos rurales o domésticos. El objetivo fue acercar soluciones tecnológicas a pequeños productores, campesinos y personas interesadas en mejorar sus procesos de siembra desde el hogar, sin depender de infraestructura compleja o costosa.

La estructura física de la cámara se construyó a partir de dos recipientes plásticos reciclados, acoplados entre sí para formar un sistema cerrado tipo caja, con apertura

superior para facilitar el acceso. Estos recipientes fueron seleccionados por su bajo costo y disponibilidad, y permitieron construir una solución funcional sin requerir insumos de difícil acceso.

Para convertirlos en una cámara de germinación automatizada, se realizaron perforaciones con herramientas manuales. En los laterales se instalaron dos ventiladores tipo cooler de 5V: uno en la parte superior lateral para introducir el aire (intractor) y otro en la parte superior del lado opuesto para extraerlo (extractor). Esta disposición permite generar un flujo cruzado de aire que ayuda a regular tanto la temperatura como la humedad interna.

En el nivel superior interior de la cámara se ubican las bandejas de siembra. En la pared de frontal central de este mismo nivel se instaló el sensor ambiental SCD40, encargado de medir temperatura, humedad relativa y niveles de CO_2 . El cableado del sensor se dirige hacia el exterior de la cámara, donde se encuentra una caja que aloja la tarjeta ESP32 y los demás componentes electrónicos del sistema.

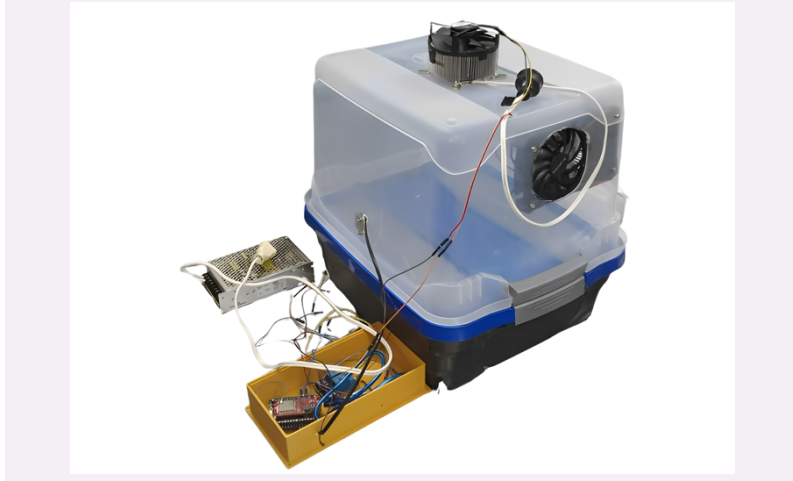
Una lámpara LED Full spectrum se instaló en la parte superior de la cámara. Esta lámpara es activada mediante un interruptor de control remoto, programado para encender la luz únicamente cuando han transcurrido siete días desde el inicio de la germinación. Esto coincide con la aparición de los cotiledones y las primeras hojas verdaderas, momento en el que la planta comienza a requerir luz para su desarrollo. La iluminación se aplica

Ciencia en escena: del dato al relato

en intervalos breves para evitar efectos negativos en el crecimiento.

El nivel inferior de la cámara contiene un pequeño depósito de agua para el sistema de riego.

Figura 1. Cámara de germinación para semillas de frijol



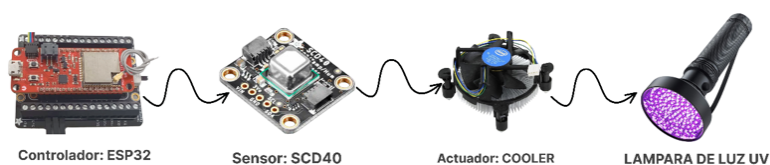
Los ventiladores se activan mediante un módulo relé conectado al microcontrolador ESP32. Este microcontrolador ejecuta un algoritmo de control que analiza en tiempo real las mediciones del sensor y determina si es necesario encender los ventiladores para mantener las condiciones ambientales dentro de los rangos establecidos. Todo el sistema es alimentado por una fuente externa de 5V.

El sistema electrónico estuvo compuesto por:

- ▶ Un microcontrolador ESP32 Thing Plus, como unidad central del sistema.
- ▶ Un sensor SCD40, para la medición de temperatura, humedad relativa y Co2.

- ▶ Un módulo relé, encargado de activar los ventiladores automáticamente.
- ▶ Dos coolers de 5V, utilizados para la regulación de temperatura y humedad.
- ▶ Una fuente de alimentación de 5V, conectada a red eléctrica.
- ▶ Una lámpara LED Full spectrum, para iluminación artificial durante el desarrollo del experimento.
- ▶ Protoboard y cables Dupont, para el montaje y conexión de los componentes.
- ▶ Sonoff: interruptor inteligente con conectividad Bluetooth, utilizado para controlar de forma remota el encendido de la lámpara LED.

Figura 2. Componentes utilizados para el montaje de la cámara de germinación



El sistema se instaló en un entorno interior, con condiciones de temperatura ambiente estables y acceso continuo a electricidad, dentro de un espacio universitario destinado a prácticas experimentales.

Métodos

La investigación adoptó un enfoque experimental, cuantitativo y comparativo, y se desarrolló en cinco fases principales:

Requerimientos y diseño del sistema

Se establecieron los parámetros técnicos y funcionales para el control ambiental, basados en los rangos óptimos de germinación para semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). A partir de estos requerimientos, se diseñó un prototipo considerando el aislamiento térmico, la distribución de sensores y la ventilación controlada. Los rangos de referencia se presentan a continuación:

Implementación del sistema IoT

Se integro el microcontrolador ESP32 como unidad central del sistema. A este se conectaron los componentes electrónicos:

- ▶ Sensor ambiental SCD40, encargado de medir temperatura, humedad relativa y niveles de CO₂.
- ▶ Modulo relé, que controla el encendido y apagado automático de los ventiladores (coolers) de 5V.
- ▶ Dos ventiladores tipo cooler: uno como intractor y otro como extractor.
- ▶ Fuente de alimentación de 5V, externa al sistema.

Se desarrollo un algoritmo de control On-Off con histéresis, que regula el encendido de los ventiladores según las mediciones del sensor. Cuando las variables se salen de los rangos definidos, el sistema actúa para restablecer el equilibrio ambiental.

Validación funcional del sistema

Se realizaron pruebas para verificar el funcionamiento del sensor, la respuesta del sistema ante variaciones ambientales y la activación automática de los ventiladores. Estas pruebas permitieron ajustar los rangos de control y verificar la estabilidad del sistema. Estas consistieron en:

- ▶ Verificar la lectura en tiempo real de las variables ambientales mediante el sensor SCD40, registrando los datos desde PuTTY, un emulador de terminal y consola serial para Windows.
- ▶ Probar la reacción del sistema ante cambios artificiales de temperatura y humedad, como el cierre o apertura de la tapa, para comprobar la activación automática de los ventiladores.
- ▶ Ajustar el código y los umbrales de activación del algoritmo según el comportamiento observado, buscando maximizar la estabilidad del ambiente interno.

Las pruebas se realizaron en un espacio cerrado y seco, con temperatura ambiente estable entre 23°C y 26°C.

Prueba piloto de germinación

Se realizó una prueba con 100 semillas de lenteja, utilizando un método tradicional: se colocaron servilletas humedecidas en la base de la cámara, se distribuyeron las semillas sobre ellas y se cubrieron con una toalla húmeda durante 7 días. Se conformaron dos grupos:

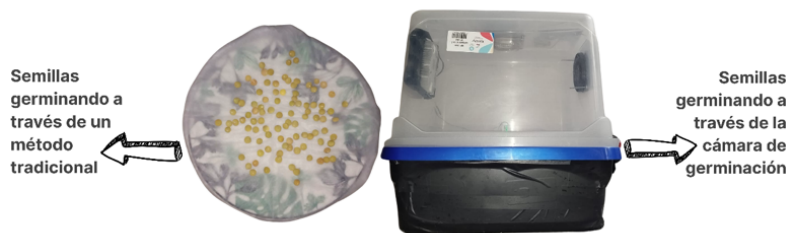
- ▶ Grupo experimental: semillas dentro de la cámara automatizada.

Ciencia en escena: del dato al relato

- ▶ Grupo control: semillas en ambiente natural sin control de variables.

Durante 10 a 15 días se monitorearon la tasa de germinación, el tiempo promedio de brote y observaciones sobre la presencia de hongos o afectaciones visibles en las plántulas.

Figura 3. Prueba piloto de germinación



Las primeras pruebas están siendo realizadas con semillas de lenteja pues su germinación es mas rápida

Recolección y análisis de datos

Los datos ambientales se almacenaron mediante la herramienta PuTTY, un emulador de terminal que permitió registrar las variables a través del puerto serial del ESP32. Se llevaron registros cualitativos mediante fotografías y bitácoras. Finalmente, se realizó un análisis cuantitativo sobre:

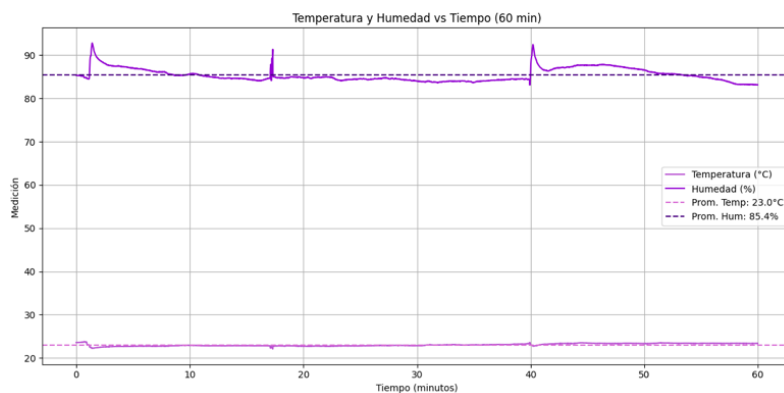
- ▶ El desempeño del sistema en condiciones reales.
- ▶ La estabilidad del control automático.
- ▶ Oportunidades de mejora para futuras versiones del prototipo.

RESULTADOS

Durante el periodo de monitoreo, se evaluó el comportamiento ambiental dentro de la cámara de germinación automatizada y su efecto sobre la germinación de semillas de lenteja (*Lens culinaris*), comparándolo con un método tradicional sin control automatizado.

Control ambiental

Figura 4. Grafica temperatura y humedad vs tiempo.



La Figura 4 presenta una lectura detallada de temperatura y humedad relativa durante un periodo continuo de 60 minutos, seleccionada para apreciar con mayor claridad la estabilidad del sistema en un intervalo de tiempo corto. Esta muestra es representativa del comportamiento observado a lo largo de los 15 días de monitoreo, donde los datos mostraron una tendencia constante con variaciones mínimas. Las leves fluctuaciones detectadas en los picos de temperatura o humedad se asociaron principalmente a cambios ambientales externos bruscos, los cuales

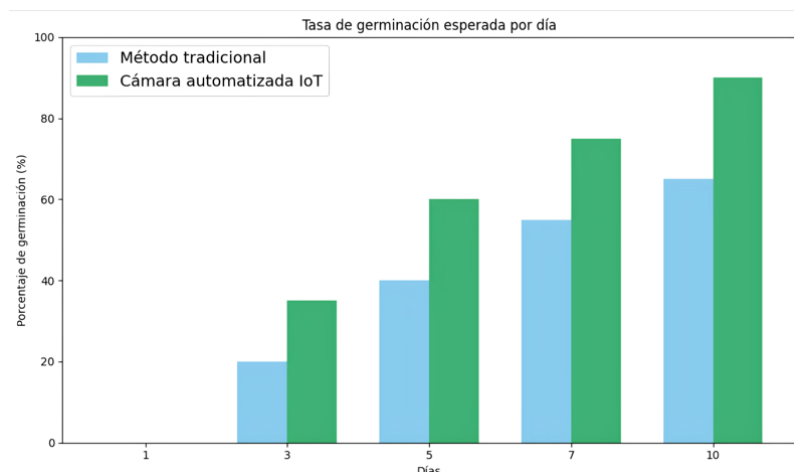
fueron corregidos por el sistema mediante la activación automática de los ventiladores.

Durante esta hora de análisis, la temperatura promedio se mantuvo en 23.0°C y la humedad relativa en 85.4%, dentro del rango óptimo definido para la germinación de semillas. Los picos de humedad observados en algunos momentos reflejan el encendido automático del sistema de ventilación, lo cual valida el correcto funcionamiento del algoritmo de control para mantener condiciones estables en la cámara.

Germinación

Para evaluar el impacto del control ambiental en la germinación, se llevó a cabo un experimento comparativo con dos grupos de semillas: uno germinado en condiciones tradicionales (sin automatización) y otro dentro de la cámara automatizada. La Figura 5 muestra la tasa de germinación acumulada por día durante un periodo de 10 días.

Los resultados indican que el grupo experimental (cámara IoT) presentó una mayor tasa de germinación en todos los puntos evaluados. A partir del día 5, el porcentaje de semillas germinadas en la cámara fue un 20% superior al del grupo tradicional. Al finalizar el proceso (día 10), el grupo automatizado alcanzó un 90% de germinación, en contraste con el 65% obtenido con el método tradicional.

Figura 5. Grafica tasa de germinación por día.

Funcionamiento del sistema de control

El análisis del comportamiento de los relés de control mostró que los ventiladores se activaron automáticamente en los momentos adecuados, de acuerdo con los umbrales de temperatura y humedad programados. Estos eventos garantizaron que el ambiente se mantuviera dentro de las condiciones óptimas para el desarrollo de las plántulas, demostrando que la lógica de control fue efectiva y funcional durante todo el periodo de prueba.

CONCLUSIONES

El desarrollo de una cámara de germinación automatizada demostró ser una solución viable y efectiva para mantener condiciones ambientales estables durante la etapa inicial del crecimiento de las semillas. Su implementación permitió reducir riesgos asociados al exceso de humedad,

Ciencia en escena: del dato al relato

como la aparición de hongos, y facilitó un entorno más controlado y favorable para la germinación.

Uno de los principales aportes del proyecto fue la validación de un sistema de bajo costo, construido con materiales reciclables, que puede ser adaptado fácilmente por pequeños productores, campesinos o usuarios domésticos. Esto refuerza el potencial del diseño no solo como una herramienta tecnológica, sino también como una propuesta socialmente accesible para mejorar prácticas agrícolas en contextos con recursos limitados.

Durante el proceso se identificó que, aunque existen rangos generales de temperatura y humedad para la germinación, estos deben ajustarse al entorno específico donde se instala la cámara. Esta observación plantea la posibilidad de desarrollar sistemas más adaptativos, capaces de responder a condiciones locales de forma inteligente.

Actualmente, se trabaja en un nuevo prototipo que incorpora mejoras tanto en el diseño físico como en los componentes tecnológicos. Se proyecta la integración de humidificadores para optimizar el riego, una cámara con inteligencia artificial para monitorear el crecimiento de las plántulas, y un sistema de envío de datos a un servidor en la nube, lo que permitirá hacer seguimiento remoto y recopilar información útil para futuros estudios. Esta evolución del proyecto refleja el compromiso por seguir innovando y aportando soluciones sostenibles y accesibles para el sector agrícola.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Este trabajo se ha llevado a cabo en virtud del contrato RC130-2024, correspondiente al código de proyecto 109922, titulado “Diversificación de fuentes de proteínas para uso alimentario mediante el uso de terrazas de cultivo aeropónico o hidropónico, integradas con sistemas automatizados, inteligencia artificial y energía renovable para la creación de comunidades autosuficientes”, dirigido por el Grupo de Sistemas de Control y Robótica COL0123701 del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín.

REFERENCIAS

- Islam, M. N., Jahan, M. R., Ali, A., & Hasan, M. (2019). Design and development of an intelligent seed germination system based on IoT. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/329102620>
- Velázquez-González, R. S., Sosa, J. C., & Ventura-Zapata, E. (2023). Small-scale precision agriculture: A case study applied to a seed germination chamber based on Raspberry Pi and fuzzy logic. SmartTech-IC 2022, CCIS, 1705, 270–283. <https://www.researchgate.net/publication/370930623>

Diseño de estrategias para el uso responsable del recurso hídrico en el corregimiento de La Junta - Guajira

Gina Paola Guerra Martínez
María Milagros Fonseca Guerra
Milagros Yínez Oñate Maury

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional INFOTEP



Resumen

El proyecto tuvo como propósito diseñar estrategias educativas que promovieran el uso responsable del recurso hídrico en el corregimiento de La Junta, La Guajira, una comunidad que enfrenta problemas estructurales de acceso, calidad y aprovechamiento del agua. La investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, encuestas aplicadas a 374 habitantes y revisión documental, lo que permitió comprender de manera integral las prácticas, percepciones y necesidades de la población frente al agua.

Los resultados evidenciaron una fuerte dependencia de fuentes hídricas superficiales, bajos niveles de participación en actividades de educación ambiental y escasa apropiación de prácticas sostenibles. Con base en estos hallazgos, se elaboró una guía comunitaria con recomendaciones prácticas adaptadas al contexto local. Se concluyó que el cambio en el manejo del recurso hídrico solo será posible si se articulan la educación ambiental, la participación de la comunidad y el fortalecimiento de capacidades locales, lo cual representa un aporte significativo hacia la sostenibilidad del agua en territorios rurales.

Palabras clave: *sostenibilidad hídrica, educación comunitaria, gestión ambiental, participación social*

INTRODUCCIÓN

El corregimiento de La Junta, en el departamento de La Guajira, enfrenta una situación crítica frente al acceso y uso del recurso hídrico. La escasez de agua, sumada a prácticas inadecuadas de consumo y a la limitada infraestructura para su aprovechamiento, ha generado impactos negativos en la salud, el ambiente y la calidad de vida de sus habitantes. Esta realidad motivó la necesidad de emprender un proyecto que permitiera comprender las dinámicas del uso del agua en la comunidad y plantear alternativas sostenibles acordes con su contexto.

La investigación surgió de la pregunta central: ¿qué estrategias pueden diseñarse para promover el uso responsable del recurso hídrico en La Junta? A partir de esta inquietud, se definió como objetivo general el diseño de estrategias educativas y de concientización ambiental que contribuyeran a una gestión más eficiente y participativa del agua en la región. Este trabajo cobra relevancia no solo por su impacto local, sino por su potencial replicabilidad en otras comunidades rurales que enfrentan desafíos similares.

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

Recurso hídrico: Según la biblioteca (Cepal, 2024) dice que los recursos hídricos consisten en agua dulce y salobre, independientemente de su calidad, en cuerpos de agua continentales, incluidas las aguas superficiales y subterráneas. Las estadísticas provienen de monitoreos,

Ciencia en escena: del dato al relato

mediciones y modelos hidrometeoro lógicos e hidrológicos.

Importancia del recurso hídrico: Según Correa, el recurso hídrico es de suma importancia para el desarrollo sostenible de los países, tanto por el gran potencial que tiene el agua para contribuir a los procesos industriales, mineros y agroalimentarios, como por la generación de fuentes de energía y una amplia diversidad de servicios ambientales.

Tipos de recurso hídrico: Según la página (Concepto, 2021) Los recursos hídricos de una nación o una región pueden hallarse en diferentes presentaciones, tales como:

- ▶ Ríos y lagos. Acumulaciones de agua dulce estancada o que fluye, y que irrigan la plataforma continental. Los ríos nacen en el hielo que se derrite en la cumbre de las montañas, y los lagos son estancamientos de dichas aguas.
- ▶ Aguas subterráneas. Depósitos de agua dulce bajo tierra, formados durante largos períodos de tiempo y con un mayor o menor grado de pureza, dependiendo del entorno subterráneo en el que se encuentren.
- ▶ Glaciares y nieves perpetuas. El agua a ciertas alturas o a ciertas altitudes está expuesta a niveles de temperatura que la llevan a cambiar físicamente, formándose así hielos, nieves perpetuas o icebergs.

Función de los recursos hídricos: Según la página (Concepto, 2021) Los recursos hídricos son aprovechables por el ser humano para un diverso conjunto de actividades, tales como:

- ▶ Agricultura: para el riego de plantaciones.

- ▶ Ganadería: para dar de tomar a las reses.
- ▶ Industria química: para obtener hidrógeno y oxígeno, o bien para alimentar otro tipo de reacciones químicas controladas.
- ▶ Consumo urbano: Es decir, para llevar a nuestros hogares agua dulce con la que cocinar, ducharnos o asearnos.
- ▶ Minería: para separar los componentes valiosos del resto de la tierra.
- ▶ Industria energética. En las centrales hidroeléctricas o eléctricas, en las que se emplea el vapor de agua para generar electricidad.

Importancia del recurso hídrico: La importancia de los recursos hídricos excede lo meramente económico, comercial o industrial. No es sólo un insumo aprovechable directamente, o sea, de algo que podemos tomar y transformar en otra cosa, sino que también es un recurso insustituible para perpetuar los distintos ciclos bioquímicos y biogeoquímicos del planeta. Los recursos hídricos de una región también son garantía de la fertilidad de sus tierras, de la estabilidad de sus climas y de su biodiversidad. (Concepto, 2021)

Educación ambiental: Según (EPA, 2023) La educación ambiental es un proceso que les permite a las personas investigar sobre temáticas ambientales, involucrarse en la resolución de problemas y tomar medidas para mejorar el medio ambiente.

Características de la educación ambiental: La educación ambiental se caracteriza por esa búsqueda de generar y/o formar ciudadanos conscientes que implica un nivel ético. Esto, al tener en cuenta que el ser humano es parte

Ciencia en escena: del dato al relato

de un sistema de la Biosfera y que no está aparte o fuera de este. (PUCP, 2019)

Ventajas de la educación ambiental: Según Vallejo (2022) la educación ambiental cimienta conocimiento, construye valores para que las actitudes y aptitudes humanas coadyuven a conservar y proteger el medioambiente, ayuda a mejorar como personas, desarrollando en él la conciencia ética respecto a todas las especies vivas con las que se convive en nuestro mundo.

Causas de la educación ambiental: La historia de la educación ambiental revela una estrecha relación entre los cambios en las preocupaciones sobre el medio ambiente y sus problemas asociados y la forma en que se define y promueve la educación ambiental. En este aspecto, la educación ambiental surgió cuando las teorías pedagógicas desarrollaron la idea de incluir a los niños en contacto con la naturaleza y el medio ambiente que les rodea. En concreto, su origen se remonta al año 1930, con el movimiento de la “Educación Progresiva” que tenía como finalidad el aprender haciendo.

Aunque se piensa que el término “educación ambiental” apareció por primera vez en 1958, el punto de partida que conmovió al mundo acerca de la fragilidad de nuestro medio ambiente y la necesidad del desarrollo sostenible para conservarlo para las generaciones venideras fue la visión del planeta desde el espacio por los astronautas (Aguera, 2018)

El acceso solo a agua contaminada también implica una menor calidad de vida. No tener acceso a agua potable y tener que caminar varias horas cada día para traer agua, aunque está no sea realmente limpia, no permite progresar a las familias ni a las sociedades en general. Esto es algo que ocurre, principalmente, en muchos lugares de África y Asia. (Juste, 2024)

Causas de la contaminación agua dulce: Causas naturales de la contaminación del agua Con respecto a las causas naturales, podemos citar el aumento de las temperaturas, pudiéndose considerar como tal solo la parte que pertenece al proceso natural del planeta y no el calentamiento global acelerado, como es bien sabido, tiene un origen antropogénico, es decir, derivado de las acciones humanas. (Juste, 2024).

La contaminación relacionada con su ciclo natural puede deberse al contacto con ciertos contaminantes que pueden ser desde sustancias minerales u orgánicas que existen en la naturaleza, por ejemplo, en la corteza terrestre, la atmósfera o la misma agua. En ocasiones se introduce por raros fenómenos naturales, como inundaciones o deslizamientos, pongamos por caso, y es al hacerlo cuando se produce la contaminación. (Juste, 2024)

Causas de la contaminación del agua producidas por los humanos, la contaminación más importante y dañina es la producida por el ser humano por distintas causas, entre ellas el vertido de sustancias tóxicas arrojadas a las aguas de forma regular o puntual, como es el caso de los

vertidos industriales en el agua. Es así como el agua se contamina de forma acumulativa. (Juste, 2024)

Los plaguicidas, fertilizantes químicos, hidrocarburos, aguas residuales, detergentes, plásticos y otros desechos sólidos acaban en los ríos y en los mares, donde además de su impacto a nivel ambiental, tras ser ingeridos por pequeños organismos marinos acaban por introducirse en la cadena alimentaria.

Sin olvidar, asimismo, que la contaminación de los ríos acrecienta también la polución marina, además de las filtraciones subterráneas contaminadas por vertidos tóxicos de cualquier tipo. (Juste, 2024)

Agua salobre: El agua salobre es agua con una salinidad entre el agua dulce y el agua de mar. La salinidad del agua salobre no es condición definida con precisión y se considera que puede abarcar una gran variedad de regímenes de salinidad. El agua salobre puede contener entre 0,5 y 30 gramos de sal por litro. (Rivas, 2022)

Características del agua salobre:

El agua salobre es un ecosistema de suma importancia para la fauna y flora del planeta. Las aguas salobres contienen entre un 0,05% y un 3% de sal: valores inferiores o superiores a estos se consideran agua dulce o agua salada. Por lo general cuerpos de agua dulce o salada fluyen hacia el agua salobre. Las aguas salobres son especialmente ricas en minerales como el sodio, el potasio, el calcio, el magnesio, el cloruro, el sulfato, el bicarbonato, el carbonato y el nitrato. La cantidad de sal que posee

un agua se mide a través de la conductividad, a mayor cantidad de sales disueltas, mayor será su conductividad. Se pueden localizar tanto en tierra (cuerpos de agua), como subterráneos (acuíferos). La vida puede desarrollarse en su interior sin ningún problema. Son una alternativa a la escasez de agua dulce en el mundo. Pueden utilizarse con diferentes fines industriales (extracción de minerales, refrigerante de centrales nucleares, estudio). (Rivas, 2022)

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo proyectiva que según (Hurtado, 2010) consiste en la elaboración de una propuesta, un programa, un procedimiento, un aparato, como una solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, de una institución, o de una región geográfica en un área particular de conocimiento a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento.

En este caso, se diseñarán estrategias para el uso responsable del recurso hídrico en el corregimiento de La Junta, La Guajira, Colombia.

Diseño de investigación

De acuerdo con las características de este estudio, se puede decir que corresponde a un diseño de fuente mixta ya que los datos son obtenidos de fuentes directas y documentales, para Creswell y Plano Clark (2006), los

Ciencia en escena: del dato al relato

métodos mixtos son una estrategia de investigación o metodología con la cual el investigador recolecta, analiza y mezcla datos cualitativos y cuantitativos en un único estudio o un programa multifase de indagación.

Según la perspectiva temporal, la investigación emplea un diseño transaccional contemporáneo ya que la información se recolecta en un solo momento del tiempo, constituida por el presente.

Población / muestra

El municipio de San Juan del Cesar está ubicado entre las estribaciones de la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta a lo largo de los ríos Cesar y Ranchería. Su posición astronómica está entre los 10° 69' y 11° 02' latitud norte y entre los 72° 31' y 73° 34' de longitud oeste, a 213 msnm.

Es uno de los 15 municipios del departamento de La Guajira, Colombia. De acuerdo con las proyecciones del DANE, en 2024 San Juan del Cesar tiene 55,912 habitantes: 28,354 mujeres (50.7%) y 27,558 hombres (49.3%). Los habitantes de San Juan del Cesar representan el 5.3% de la población total de La Guajira en 2024.

El municipio cuenta con 35 barrios, 10 corregimientos y 14 centros poblados, los cuales son: Barrios: 6 de Julio, 20 de Julio, Alpes, Buenos Aires, Chapinero, Chiquinquirá, El Carmen, El Centro, El Chumbulum, El Forero, El Prado, Enrique Brito (Las Casitas), Gran Colombia, Juan Antonio Araujo, Juan Bautista Forero, La Esperanza, La Floresta,

Las Delicias, Las Tunas I, Las Tunas II, Loma Fresca, Los Ángeles, Los Olivos, Manuel Antonio Dávila, Manzanares (Rincón Guapo), Manzanillo, Norte Félix Arias, Paraíso de Betel, Rafael de Armas, Regional (La Victoria), San Francisco, San Juan Bautista, San Rafael, Villa Corelca, Villa Hermosa.

Corregimientos: Cañaverales, Caracolí. Corral de Piedras, El Totumo, Guaya canal, La Junta, La Peña, Los Haticos, Los Pondores, Villa del Río.

Centros poblados: Boca del Monte, Corralejas, Curazao, El Hatico de los Indios, El Placer, El Tablazo, La Peña de los Indios, La Sierrita, Lagunita, Los Cardones, Los Pozos, Pondorito, Potrerito, Zambran

Muestra

La muestra de estudio son los habitantes del Corregimiento de La Junta, el cual Está conformado por 3.500 aproximadamente de habitantes que equivale a una muestra de 374 de los habitantes del Corregimiento de La junta, se utilizó la técnica de question pro, está muestra fue seleccionada con el método estadístico probabilístico estratificado, Según Cada elemento del universo tiene una probabilidad conocida y no nula de figurar en la muestra, es decir, todos los elementos del universo pueden formar parte de la muestra.

Procedimiento de investigación

Para el desarrollo de esta investigación fue necesario realizar las siguientes actividades:

Objetivo 1: Identificar la utilidad del uso que se le da al recurso hídrico en el corregimiento de La junta - Municipio san Juan del Cesar –La Guajira.

Para llevar a cabo este objetivo se realizó una investigación in situ para recopilar datos sobre el uso del recurso hídrico en el corregimiento. La metodología escogida es una encuesta conformada por diez (10) preguntas dicotómicas.

Diseño de la encuesta: Esta encuesta define el objetivo de identificar la utilidad del uso que se le da al recurso hídrico en el corregimiento de La junta – Municipio san Juan del Cesar –La Guajira. La encuesta está estructurada con preguntas claras y concisas para obtener la información necesaria. Se utiliza una combinación de preguntas cualitativas y de frecuencia.

Capacitación y entrega de la encuesta: Se llevó a cabo una sesión de capacitación exhaustiva con los participantes, con el objetivo de explicarles detalladamente como realizar la encuesta de una manera efectiva, resolver dudas y proporcionar orientación para la realización de esta.

Se llevó a cabo en una encuesta a través de la aplicación WhatsApp, la cual se distribuyó entres 374 personas del corregimiento de La Junta, en el municipio de San Juan, La Guajira, Colombia.

Selección de la muestra: Este cuestionario se administró a una muestra de 374 personas elegidas de manera aleatoria.

Reclutamiento de participantes: Se abordó a los residentes del corregimiento de La Junta para explicarles los objetivos del estudio y solicitar su participación voluntaria en la encuesta, con el fin de recopilar información precisa sobre la gestión del agua en sus hogares.

Aplicación de la encuesta: Se garantizó que los participantes comprendieran claramente las preguntas y registraran sus respuestas de manera precisa y coherente, asegurando la calidad y la confiabilidad de los datos recopilados.

Recopilación de datos: Las encuestas completadas por los participantes fueron recogidas y revisadas minuciosamente para asegurarse de que tuvieran correctamente diligenciadas y no presentaran preguntas sin contestar.

RESULTADOS

Para alcanzar el objetivo de identificar la utilidad del uso que se le da al recurso hídrico en el corregimiento de La Junta, municipio de San Juan de Cesar, La Guajira, se implementó una metodología que combinó la aplicación de encuestas a los habitantes y la observación directa en la zona.

Las encuestas permitieron recopilar información valiosa sobre los usos y costumbres relacionados con el agua en los hogares, mientras que la observación proporcionó un

Ciencia en escena: del dato al relato

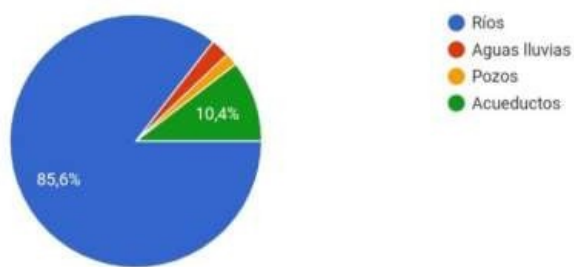
análisis detallado de los patrones de consumo y manejo del recurso hídrico en la comunidad.

Este enfoque integral facilitó una comprensión precisa y completa de la utilidad del uso del recurso hídrico en el corregimiento, lo que permitirá desarrollar estrategias efectivas para su manejo y conservación sostenible.

¿Cuál es la principal fuente de agua en su comunidad?

Grafica 1. Principal fuente de agua en el corregimiento de La Junta.

374 respuestas



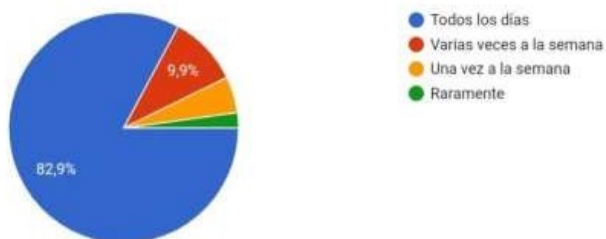
Los resultados muestran que el 85.6% de los 374 encuestados indican que la principal fuente de agua en su comunidad son los ríos. Un 10.4% menciona los pozos, mientras que las aguas lluvias y los acueductos representan una porción mucho menor.

Estos resultados muestran una clara dependencia de los ríos como fuente principal de agua en la comunidad, lo que resalta la necesidad urgente de gestionar este recurso de manera sostenible. Diversificar las fuentes podría ser crucial para asegurar el acceso al agua en el futuro.

¿Con qué frecuencia utiliza el agua para actividades domésticas (como lavar ropa, cocinar, limpiar)?

Grafica 2. Frecuencia con la que utiliza el agua para actividades domésticas (como lavar ropa, cocinar, limpiar)

374 respuestas



Los resultados muestran que el 82,9% de los encuestados utilizan agua para actividades domésticas todos los días. Un pequeño porcentaje (aproximadamente 10%) lo hace varias veces por semana, un porcentaje aún menor una vez a la semana, y un porcentaje mínimo lo hace raramente. La mayoría de los encuestados usan el agua diariamente para tareas domésticas.

El uso diario del agua es la norma para la mayoría, lo que destaca su importancia esencial en las actividades domésticas cotidianas. Este patrón resalta la necesidad de un suministro continuo de agua. Sin embargo, los pequeños porcentajes que utilizan agua de manera menos frecuente sugieren prácticas o circunstancias particulares que podrían necesitar una mayor atención para entender mejor las diferencias en el consumo.

¿Para qué utiliza principalmente el agua en su hogar?

Grafica 3. Utilización principal del agua en el hogar

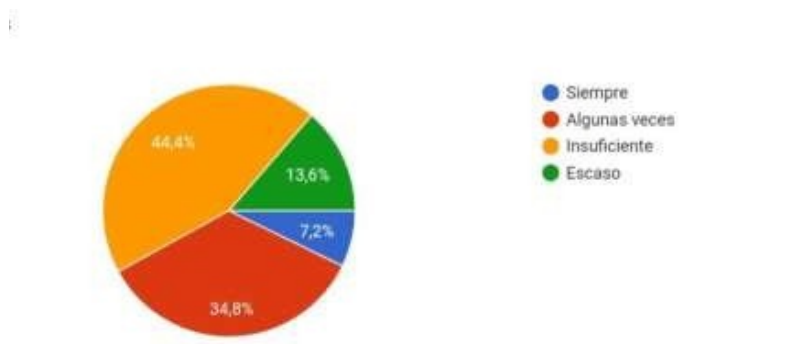
374 respuestas



Los resultados muestran que el agua en los hogares se utiliza principalmente para el consumo humano, representando el 98.7% del total. Esto indica que actividades como el riego de cultivos, la ganadería o la industria artesanal tienen una presencia mínima o prácticamente nula.

Este comportamiento puede deberse a que la prioridad de las familias es asegurar agua para cubrir sus necesidades básicas diarias, lo que es comprensible. Las demás actividades mencionadas podrían ser poco comunes en los hogares encuestados o realizadas en espacios distintos, como áreas rurales o industriales.

¿Considera que el acceso al agua en su comunidad es suficiente?

Grafica 4. Accesibilidad del agua en la comunidad

Los resultados muestran que el 44.6% de las 374 personas encuestadas considera que el acceso al agua en su comunidad es suficiente siempre. El 34.8% lo considera suficiente algunas veces. Un 13.6% lo califica como insuficiente, y el 7.2% restante como escaso.

Los resultados ponen de manifiesto la necesidad de un enfoque integral para gestionar los recursos hídricos en la comunidad, considerando tanto a quienes se sienten satisfechos como a aquellos que enfrentan dificultades. La educación sobre el uso responsable del agua y la inversión en infraestructura son claves para mejorar esta situación

¿Cuál es la calidad del agua que utilizan en su hogar?

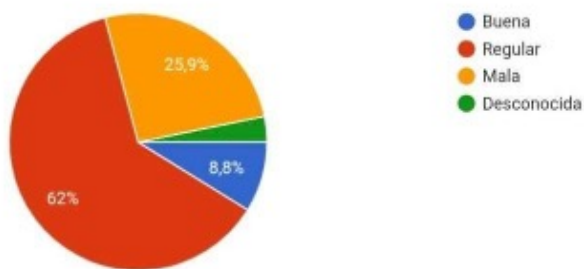
Los resultados muestran que el 62% de los encuestados (374 personas) reportan que la calidad del agua que utilizan en sus hogares es buena. El 25.9% la describe como regular, mientras que solo el 8.8% la considera mala. Un porcentaje pequeño (no especificado numéricamente en

Ciencia en escena: del dato al relato

la gráfica, pero visiblemente pequeño) respondió que la calidad del agua es desconocida.

Grafica 5. *Calidad del agua que se utiliza en el hogar*

374 respuestas



La mayoría de los encuestados percibe la calidad del agua como buena, lo que es alentador. Sin embargo, el 34.7% (sumando quienes califican la calidad como regular o mala) indica áreas de mejora. Esto subraya la importancia de continuar monitoreando la calidad del agua, y promoviendo la educación sobre este recurso vital para reducir la proporción de personas con percepciones desconocidas o negativas.

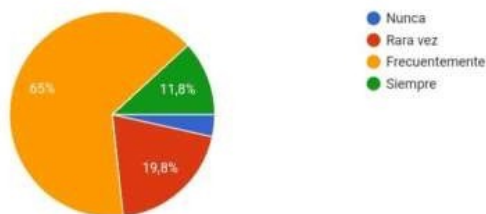
¿Con que frecuencia se presentan problemas de escasez de agua en su comunidad?

Los resultados muestran que la mayoría de las 374 personas encuestadas (68.7%) reportaron que en su comunidad nunca o rara vez se presentan problemas de escasez de agua. Un porcentaje menor (19.5%) indicó que estos pro-

blemas ocurren frecuentemente, y solo el 11.8% respondió que ocurren siempre.

Grafica 6. Frecuencia en que se presentan problemas de escasez de agua en la comunidad

374 respuestas



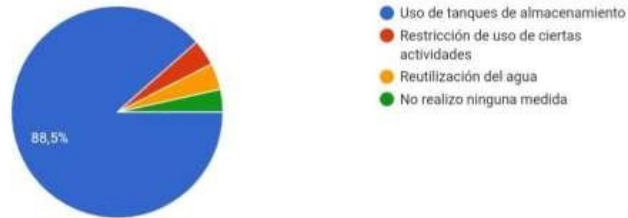
La mayoría de la población no experimenta problemas significativos de escasez de agua, lo que denota una situación generalizada de estabilidad. Sin embargo, es crucial atender al 31.3% de las personas (frecuentemente y siempre) que reportan dificultades, priorizando las zonas con problemas crónicos. Esto podría implicar optimizar la infraestructura hídrica, desarrollar estrategias de conservación y fomentar el uso sostenible del agua para garantizar su disponibilidad a largo plazo.

¿Qué medidas tomas para ahorrar agua en su hogar?

- Uso de tanques de almacenamiento
- Restricción de uso de ciertas actividades
- Reutilización del agua
- No realizo ninguna medida

Grafica 7. Medidas que toman para ahorrar agua en el hogar

374 respuestas



Los resultados muestran que la mayoría de las personas encuestadas (88.5%) usan tanques de almacenamiento para ahorrar agua en sus hogares. Un porcentaje mucho menor utiliza restricciones en ciertas actividades (4.3%), la reutilización del agua (4.0%) o no toma ninguna medida (3.2%). Esto indica que el uso de tanques de almacenamiento es la medida más popular para el ahorro de agua en los hogares de la muestra estudiada.

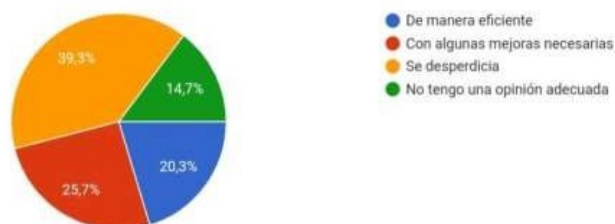
El uso de tanques de almacenamiento domina como la medida más popular para ahorrar agua, evidenciando su eficacia y practicidad. Sin embargo, hay margen para fomentar otras prácticas complementarias como la reutilización del agua y las restricciones en actividades específicas, especialmente en esta comunidad donde la escasez podría ser un desafío futuro. Programas de educación y acceso a tecnologías accesibles podrían ampliar el impacto de estas medidas alternativas.

¿Cree que el recurso hídrico en su comunidad se utiliza de forma adecuada?

- a) De manera eficiente
- b) Con algunas mejoras necesarias
- c) Se desperdicia mucho
- d) No tengo una opinión adecuada

Grafica 8. Percepción sobre el uso del recurso hídrico en la comunidad.

374 respuestas



Los resultados muestran la percepción de 374 personas sobre el uso del recurso hídrico en su comunidad. El 39.3% considera que se utiliza de manera eficiente. Un 25.7% opina que se desperdicia mucho. El 14.7% cree que necesita algunas mejoras, y el 20.3% no tiene una opinión adecuada al respecto.

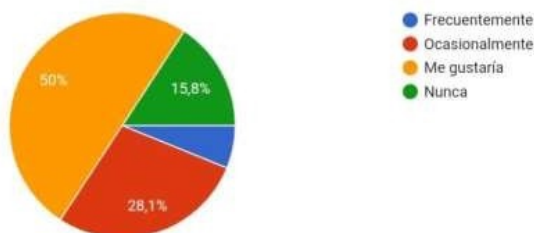
Aunque una proporción importante (39.3%) percibe una gestión eficiente del agua, la mayoría (60.7%) tiene percepciones críticas o no definidas. Es esencial abordar los problemas relacionados con el desperdicio, promover mejores prácticas en el uso del agua y aumentar la sen-

sibilización de la comunidad para garantizar una gestión sostenible del recurso hídrico a largo plazo.

¿Participa en actividades o programas de educación sobre el uso responsable del agua?

Grafica 9. Participación de los encuestados en actividades de educación sobre uso responsable del agua.

374 respuestas



Los resultados muestran la percepción de 374 personas sobre el uso del recurso hídrico en la comunidad de la junta, el 56% respondió que nunca participa en este tipo de actividades. Un 28.1% respondió ocasionalmente, un 15.8% frecuentemente, y un porcentaje muy pequeño (no especificado en la gráfica, pero menor al 1%) respondió que le gustaría participar.

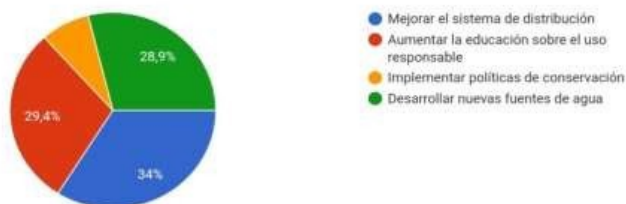
La participación comunitaria en La Junta enfrenta importantes desafíos, con una mayoría que no está involucrada (56%). Es fundamental trabajar en estrategias que transformen el interés ocasional y el potencial de quienes desean participar en acciones concretas. Esto se puede lograr a través de campañas educativas, actividades inclusivas y

una mayor difusión sobre la importancia del manejo del recurso hídrico. Promover la colaboración comunitaria será clave para mejorar la sostenibilidad y la gestión del agua en el pueblo.

¿Qué considera que es más importante para mejorar el uso de agua en su comunidad?

Grafica 10. Acción más importante para mejorar el uso del agua en la comunidad.

374 respuestas



Los resultados muestran que, de 374 respuestas, la opción más popular para mejorar el uso del agua en la comunidad fue Implementar políticas de conservación, con un 34% de los votos. Le sigue de cerca Mejorar el sistema de distribución, con un 30%. En tercer lugar, se encuentra Aumentar la educación sobre el uso responsable con un 28.9%, y finalmente, Desarrollar nuevas fuentes de agua obtuvo el menor porcentaje con un 7.1%.

La comunidad da mayor importancia a estrategias inmediatas y prácticas, como las políticas de conservación y la mejora de la infraestructura de distribución, mientras que la educación también es vista como una herramienta clave para fomentar un uso responsable. Aunque el desarrollo

Ciencia en escena: del dato al relato

de nuevas fuentes es menos prioritario, sigue siendo una opción valiosa en contextos específicos. Estos resultados resaltan la necesidad de adoptar un enfoque integral que combine normativas, mejoras técnicas y educación para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico.

Análisis de la matriz de registro

El análisis de la matriz revela cómo las estrategias planteadas se interrelacionan y contribuyen a la gestión del agua. Cada estrategia está diseñada con un propósito claro, y al combinarse, crean un enfoque integral para abordar los desafíos actuales. Por ejemplo, al implementar sistemas de riego más eficientes y promover la reutilización de aguas grises, no solo se busca reducir el consumo de agua, sino también disminuir costos asociados a este recurso vital.

Además, hay un enfoque importante en mejorar la calidad del agua. Implementar un plan de mantenimiento para el acueducto asegura que el agua que llega a la comunidad de La Junta sea limpia y segura, lo que es fundamental para la salud pública. También se está considerando la protección de las fuentes naturales de agua, lo que no solo ayuda a conservar la biodiversidad, sino que garantiza que haya suficientes recursos hídricos para el futuro.

Por último, la promoción del uso responsable del agua es clave. A través de campañas educativas, se busca generar conciencia en la población sobre la importancia de cuidar este recurso y fomentar hábitos que reduzcan el consumo innecesario.

GUIA PARA EL USO RESPONSABLE DEL RECURSO HIDRICO EN BENE- FICIOS DE LOS HABITANTES DEL CORREGIMIENTO DE LA JUNTA

Introducción

El agua es un recurso fundamental para la vida humana, la agricultura, la ganadería y el desarrollo económico de nuestra comunidad de La Junta. Sin embargo, la disponibilidad de este recurso es limitada y su uso responsable es crucial para garantizar su sostenibilidad.

En nuestra comunidad, enfrentamos desafíos como la escasez de agua en épocas de sequía, la contaminación de fuentes de agua y la falta de infraestructura para el almacenamiento y tratamiento del agua. Por lo tanto, es fundamental que adoptemos prácticas de uso responsable del agua para proteger nuestro recurso hídrico.

Objetivo

El objetivo de esta guía es promover prácticas responsables para asegurar el acceso del agua a futuras generaciones de la comunidad.

Diagnóstico

En el corregimiento de La Junta, en La Guajira, hemos notado que el uso del agua no es el adecuado. La gente suele lavar vehículos y ropa directamente en el río, lo cual no solo contamina el agua, sino que también representa

Ciencia en escena: del dato al relato

un riesgo para la salud. Además, hay una falta de conciencia sobre la importancia de cerrar las llaves cuando no se están utilizando, lo que provoca un desperdicio considerable.

La situación es preocupante porque muchas personas están tomando agua del río y de pozos sin ninguna precaución, compartiendo estas fuentes con animales. Esto crea focos de infección y enfermedades que podrían afectar a toda la comunidad. Si seguimos así, podríamos enfrentar serias consecuencias.

Aquí te presentamos algunas prácticas sencillas y efectivas para ahorrar agua, reutilizarla y proteger nuestras fuentes de agua:

Cerrar las llaves mientras se cepillan los dientes o se enjabonan las manos

Recolectar aguas lluvias para actividades de limpieza

Reutilizar el agua para reducir su consumo

Almacenar el agua de manera adecuada

Proteger las fuentes de agua de la contaminación

Capítulo 1: prácticas de uso responsable del agua

- ▶ Ahorrar agua en actividades diarias
- ▶ Reutilizar el agua para reducir su consumo
- ▶ Almacenar el agua de manera adecuada
- ▶ Proteger las fuentes de agua de la contaminación

Capítulo 2: educación y sensibilización

- ▶ Educar a la comunidad de La Junta sobre la importancia del uso responsable del agua.
- ▶ Sensibilizar a la comunidad sobre la necesidad de proteger las fuentes de agua
- ▶ Promover la participación comunitaria en la protección del recurso hídrico
- ▶ Realizar campañas comunitarias, diseñando carteles, folletos y programas radiales que promuevan hábitos responsables
- ▶ Realizar jornadas de limpieza de fuentes de agua con la participación de la escuela, familias y líderes locales

CONCLUSIONES

Los resultados del proyecto evidencian que el problema del uso inadecuado del recurso hídrico en La Junta no responde únicamente a la escasez del agua, sino a una profunda desconexión entre la comunidad y su rol como gestora de ese bien común. La falta de participación en procesos educativos, sumada a una cultura de uso poco sostenible, ha limitado la adopción de prácticas responsables. En este sentido, la educación ambiental se consolida como un eje fundamental para transformar la relación de las personas con el agua y fortalecer la conciencia colectiva sobre su cuidado.

La guía elaborada representa un primer paso hacia la generación de una cultura hídrica comunitaria, pero su implementación requiere del compromiso conjunto de instituciones educativas, líderes sociales y entes territoriales. Se recomienda continuar con procesos formativos que vinculen saberes locales y científicos, así como pro-

mover espacios de diálogo donde la comunidad pueda apropiarse de las estrategias propuestas. Finalmente, se proyecta que este modelo puede ser replicado y ajustado a otros contextos rurales con problemáticas similares, contribuyendo así a una gestión del recurso hídrico más justa, participativa y sostenible.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Nosotras, Gina Guerra y María Fonseca, agradecemos profundamente al INFOTEP de San Juan del Cesar por brindarnos el acompañamiento, los espacios de formación y las herramientas necesarias para desarrollar este proyecto. Esta institución ha sido clave en nuestro crecimiento como investigadoras y en nuestra motivación por aportar soluciones a las problemáticas ambientales de nuestro territorio.

De manera especial, queremos expresar nuestro reconocimiento y gratitud a nuestra asesora Milagros Oñate, por su guía constante, su paciencia y por creer en nuestro proceso desde el inicio. Gracias por orientarnos con compromiso y por impulsarnos a dar lo mejor de nosotras en cada etapa del trabajo. También agradecemos sinceramente a la comunidad del corregimiento de La Junta, por su apertura, su colaboración y por permitirnos acercarnos a su realidad. Este proyecto nace del territorio y es para el territorio.

REFERENCIAS

- Aguera, F. O. (2018). [Título del artículo]. Eumet.net. <https://www.eumed.net/rev/delos/31/francisco-orgaz.html>
- Briceño, B. E. (2014). Propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en grado octavo en la institución educativa Distrital Manuelita Sáenz. Universidad Nacional de Colombia.
- Calderón, M. C. (2023). Multiverso Journal, volumen, [páginas]. <https://multiversojournal.org/index.php/multiverso/article/view/31>
- CEPAL. (2024). Los recursos hídricos consisten en... <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=934230&p=6736670>
- Concepto. (2021, 16 de julio). Recursos hídricos. <https://concepto.de/recursos-hidricos/>
- Correa, A. (s.f.). [Título del artículo]. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7788/NR40090.pdf>
- Díaz. (2023, 7 de junio). Estudio de la Universidad ECCI revela que Colombia atraviesa una crisis por la escasez de agua en ciertas regiones. Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/estudio-de-la-universidad-ecci-revela-que-colombia-atraviesa-una-crisis-por-la-escases-de-agua-en-ciertas-regiones-584017>
- Ecofiltro. (2023, 25 de abril). Diferencia entre agua dulce y salada. <https://ecofiltro.mx/blogs/news/diferencia-entre-agua-dulce-y-salada>
- Elvis Vallejo, & Marcelino Callao. (2022, 18 de julio). [Título del artículo]. Portal Amelica. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/580/5803520016/html/>
- EPA. (2023, 18 de marzo). La importancia de la educación ambiental. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. <https://espanol.epa.gov/espanol/la-importancia-de-la-educacion-ambiental>

Ciencia en escena: del dato al relato

- González, Carrasco, & Cavero. (2021, 1 de junio). [Título del artículo]. Portal Amelica. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/390/3902197011/html/>
- González. (2022). Modelo pedagógico. En Oñate, Modelo pedagógico institucional (pp. 103-106). Montes.
- Gte.Red.Luis. (2022, 5 de junio). ¿Qué pasa si bebes agua salada? <https://www.oohowater.com/que-pasa-si-bebes-agua-salada/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación.
- Javeriana, Universidad Pontificia. (2020, 24 de marzo). El agua en Colombia: retos y desafíos para la gestión integral. <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/el-agua-en-colombia-retos-y-desafios-para-la-gestion-integral-conservacion-y-usos-del-recurso-hidrico/>
- Jiménez, & Marín. (2007). [Título del artículo]. Repositorio UTP. <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/3c4b8dc9-7d2c-463a-bc3c-499b21a10c43/download>
- Portillo, G. (2023). Recursos hídricos: qué son, ejemplos e importancia. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/recursos-hidricos-que-son-ejemplos-e-importancia-4462.html>
- PUCP. (2019, 26 de octubre). La educación ambiental en nuestro contexto actual. Clima de Cambios. <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/entrevistas/la-educacion-ambiental-en-nuestro-contexto-actual/>
- Pulido. (2024, 31 de enero). SOS en La Guajira por falta de agua. W Radio. <https://www.wradio.com.co/2024/01/31/sos-en-la-guajira-por-falta-de-agua/>
- Rincón, & Ardila. (2020). [Título del artículo]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2883&context=ing_ambiental_sanitaria
- Rivas, J. (2022, 7 de octubre). Aguas salobres. <https://escasezdeagua.com/agua-salobre/>

Ruiz. (2012, 31 de mayo). La deforestación según Ruiz Zafón. Contado Estrellas. <https://www.outono.net/elentir/2012/05/31/la-deforestacion-segun-ruiz-zafon/>

Sacaria. (2021). [Título del artículo]. Intelecia. <https://www.outono.net/elentir/2012/05/31/la-deforestacion-segun-ruiz-zafon/>

Ciencias sociales



Cuando la educación habla en señas, la inclusión hace ruido: MOOC para población sorda en Colombia

Sebastián Cardona-Acevedo
Alejandro Valencia-Arias

Institución Universitaria ITM



Resumen

El proyecto tuvo como objetivo diseñar un curso virtual accesible (MOOC) orientado al fortalecimiento de habilidades laborales en personas sordas de Medellín, respondiendo a las barreras educativas y comunicativas que limitan su inserción en el mercado laboral. Se desarrolló bajo un enfoque cualitativo e interpretativo, a partir de entrevistas semiestructuradas con personas sordas, expertos en inclusión y profesionales del diseño educativo. La información recolectada se analizó temáticamente y sirvió como base para la construcción de un currículo por competencias. Los principales hallazgos evidenciaron vacíos en comprensión lectora, argumentación, liderazgo y preparación para entrevistas laborales. El MOOC resultante fue estructurado en siete semanas, con contenidos en lengua de señas, subtitulación y recursos visuales, enfocados en competencias blandas como la comunicación asertiva, el trabajo en equipo y la inteligencia emocional. Se concluyó que los MOOC accesibles permiten reducir brechas formativas y fomentar la autogestión del aprendizaje en población sorda, constituyéndose en una alternativa pedagógica viable, replicable y transformadora en el camino hacia una educación y un empleo más inclusivos.

Palabras clave: *inclusión laboral, población sorda, competencias blandas, educación virtual, accesibilidad educativa*

INTRODUCCIÓN

En el contexto colombiano, las personas sordas han enfrentado históricamente múltiples obstáculos que han limitado su acceso equitativo a oportunidades educativas y laborales. A pesar de los avances normativos orientados a promover la inclusión de personas con discapacidad, persisten barreras estructurales y culturales que restringen el pleno ejercicio de sus derechos. Entre las principales dificultades se encuentran la escasa disponibilidad de intérpretes de lengua de señas en instituciones educativas y empresas, la débil comprensión lectora en lengua escrita, producto, en parte, de metodologías inadecuadas, y la falta de adaptación pedagógica en los materiales y entornos de enseñanza (Hoyos, 2025; Martínez et al., 2025). Estas condiciones afectan no solo el rendimiento académico, sino también la apropiación del conocimiento, la continuidad en los procesos formativos y la posterior vinculación a empleos dignos (Izquierdo Martínez et al., 2024; Dalal et al., 2025).

La ausencia de modelos pedagógicos inclusivos y de rutas claras de inserción laboral ha llevado a que muchas personas sordas, a pesar de contar con títulos técnicos o profesionales, enfrenten altos niveles de desempleo o subempleo (Perdomo, Bonilla & Galeano, 2023). Esta situación se ve agravada por prácticas institucionales que no reconocen las particularidades lingüísticas y culturales de esta población. La lengua de señas colombiana, reconocida como lengua oficial de las personas sordas en el país, no siempre es utilizada de forma efectiva en

los procesos de enseñanza-aprendizaje, lo cual genera brechas significativas entre las expectativas educativas y los resultados reales alcanzados (Rodríguez-Correa et al., 2023).

Ante este panorama, se identifican los cursos en línea masivos y abiertos (MOOC, por sus siglas en inglés) como una alternativa educativa con potencial para reducir desigualdades. Al tratarse de formatos flexibles, escalables y de bajo costo, los MOOC pueden adaptarse a las condiciones de accesibilidad necesarias para personas sordas, mediante el uso de recursos visuales, intérpretes de lengua de señas, subtitulación y diseño didáctico ajustado (Rodríguez-Ascaso et al., 2024; Mohd Ashril et al., 2024). Además, estos entornos virtuales fomentan la autogestión del aprendizaje, promueven el desarrollo de habilidades transversales, como la organización del tiempo, la resolución de problemas o la toma de decisiones, y permiten acceder a contenidos contextualizados y culturalmente pertinentes (Patiño-Toro et al., 2023; Patiño-Toro et al., 2023).

El marco legal colombiano reconoce el derecho a la educación inclusiva y al trabajo en condiciones de igualdad para las personas con discapacidad. Sin embargo, la implementación de estas normas presenta importantes desafíos, debido a factores como la falta de formación del personal docente, la ausencia de mecanismos de seguimiento efectivos y la débil articulación entre las políticas públicas y las estrategias institucionales (Mosquera et al., 2023). Las entrevistas realizadas a jóvenes

sordos, actores educativos y expertos en inclusión laboral evidencian que, pese a los esfuerzos existentes, la equidad real aún está lejos de alcanzarse (Patiño Toro et al., 2023; Rodríguez-Correa et al., 2023). Se requiere, por tanto, de propuestas pedagógicas innovadoras que integren tecnología, accesibilidad comunicativa y pertinencia cultural (Patiño-Toro et al., 2023; Pereira-Montiel et al., 2022).

En respuesta a esta problemática, el presente proyecto se propuso diseñar un curso MOOC accesible dirigido a personas sordas, enfocado en el fortalecimiento de competencias laborales clave. La propuesta parte del reconocimiento de las particularidades lingüísticas, cognitivas y culturales de esta población, y busca ofrecer un entorno formativo inclusivo que facilite la preparación para el mundo del trabajo. La iniciativa integra principios del diseño universal para el aprendizaje, metodologías participativas y recursos adaptados en lengua de señas colombiana.

La pregunta orientadora que guio este trabajo fue: ¿Cómo puede un MOOC contribuir a la formación laboral de personas sordas en contextos de inclusión educativa y tecnológica? Esta interrogante permitió centrar la atención en las condiciones necesarias para que un curso en línea accesible no solo transmita contenidos, sino que también potencie capacidades individuales, promueva la autonomía y facilite la articulación con oportunidades laborales reales.

El objetivo general del estudio consistió en diseñar una propuesta de MOOC accesible para el fortalecimiento

de habilidades laborales en personas sordas residentes en Medellín. De manera específica, se buscó: (i) identificar y analizar las principales barreras y oportunidades que afectan la inserción laboral de esta población; y (ii) promover el desarrollo de competencias como liderazgo, trabajo en equipo, comunicación asertiva y autogestión, consideradas fundamentales para mejorar la empleabilidad y la permanencia en entornos laborales inclusivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente sección describe el enfoque metodológico, los participantes, las técnicas de recolección y análisis de información, así como los fundamentos pedagógicos que orientaron el diseño del curso. Se expone el proceso seguido para estructurar una propuesta educativa accesible, basada en la experiencia directa de personas sordas, el conocimiento técnico de expertos en inclusión y los principios del diseño instruccional por competencias. Cada subsección detalla los elementos que sustentaron la construcción del MOOC, garantizando la coherencia metodológica del proyecto.

Enfoque metodológico

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque de investigación aplicada, con carácter cualitativo e interpretativo. Su propósito consistió en comprender las experiencias formativas y laborales de personas sordas en Medellín, identificar barreras estructurales y diseñar una propuesta formativa accesible, basada en evidencia contextuali-

zada. La estrategia metodológica combinó entrevistas semiestructuradas, revisión de literatura especializada en inclusión laboral y discapacidad, y un proceso de co-diseño pedagógico orientado al desarrollo de un curso virtual en formato MOOC.

La naturaleza interpretativa de la investigación permitió captar matices comunicativos, culturales y pedagógicos que no suelen visibilizarse en estudios cuantitativos. Asimismo, la triangulación metodológica facilitó la integración de perspectivas de los propios actores sordos, expertos en inclusión sociolaboral y profesionales del diseño educativo digital.

Participantes

El proyecto contó con la participación de tres grupos de actores clave. En primer lugar, se incluyó a personas sordas adultas con experiencias diversas en los ámbitos educativo y laboral. Adrián Giraldo, licenciado en matemáticas y física, y Sebastián Arenas, actor y estudiante de derecho, ofrecieron relatos detallados sobre sus trayectorias, intereses, obstáculos y estrategias de adaptación en contextos formativos y laborales. En segundo lugar, se entrevistó a Lina Clemencia Zuluaga, coordinadora local del programa Pacto de Productividad, con amplia experiencia en procesos de formación e intermediación laboral para población con discapacidad. Finalmente, se integraron al proceso diseñadores pedagógicos responsables de la estructuración curricular del curso.

Ciencia en escena: del dato al relato

La selección de los participantes se realizó por criterio, considerando su capacidad para aportar información pertinente, desde una perspectiva experiencial, técnica o pedagógica.

Instrumentos y técnicas

Para la recolección de información se emplearon entrevistas semiestructuradas en profundidad, realizadas de manera presencial o remota, con mediación de intérpretes certificados en lengua de señas colombiana. Estas entrevistas abordaron dimensiones como acceso educativo, habilidades para el trabajo, manejo de tecnologías, discriminación, proyectos personales y valoración de competencias.

La información obtenida se sometió a un análisis de contenido temático. Este procedimiento permitió codificar y agrupar las respuestas según categorías emergentes, como autogestión, liderazgo, preparación para entrevistas, resolución de conflictos, percepción institucional, y uso de tecnologías. El análisis se complementó con una revisión bibliográfica sobre inclusión digital, competencias laborales y diseño instruccional para personas sordas.

A partir de los hallazgos, se elaboró un diseño curricular estructurado por competencias, orientado a fortalecer habilidades blandas y laborales en la población sorda. Las competencias seleccionadas incluyeron liderazgo, trabajo en equipo, comunicación asertiva, resolución de conflictos, empatía y productividad personal. Cada una de estas competencias se asoció a una unidad temática del

curso, con objetivos, contenidos, recursos y actividades específicas.

Duración y escenario

El proyecto se desarrolló en la ciudad de Medellín durante un periodo de siete semanas, que correspondieron a las etapas de diagnóstico, diseño instruccional, producción de recursos y validación del MOOC. Esta duración se basó en la propuesta pedagógica de Elizabeth Quintana Henao, psicóloga y diseñadora del curso. El proceso se implementó en modalidad mixta, combinando sesiones presenciales de co-creación con encuentros virtuales sincrónicos y asincrónicos.

La ciudad de Medellín fue seleccionada como escenario piloto por su trayectoria en procesos de inclusión laboral y disponibilidad de actores institucionales aliados. Además, la concentración urbana permitió convocar participantes con perfiles diversos en un entorno de conectividad digital.

Bases del curso MOOC

El curso se diseñó con fundamento en principios psicológicos y pedagógicos centrados en el fortalecimiento humano. Su objetivo consistió en brindar a personas sordas herramientas cognitivas, sociales y comunicativas para enfrentar procesos de empleabilidad y adaptarse a entornos laborales inclusivos. La lengua de señas colombiana se adoptó como eje transversal de accesibilidad, y todos

Ciencia en escena: del dato al relato

los contenidos se adaptaron con apoyo de intérpretes, subtitulación en español y recursos visuales dinámicos.

El curso se concibió en formato asincrónico, lo que permite al participante acceder a los contenidos según su disponibilidad de tiempo, garantizando autonomía y flexibilidad. Cada módulo incluyó videoclases, actividades prácticas de asimilación, guías visuales, evaluaciones formativas, foros de discusión y mecanismos de retroalimentación comprensibles en lengua de señas.

La estrategia didáctica incorporó principios del diseño universal para el aprendizaje, promoviendo un entorno accesible, motivador y culturalmente relevante. El storyboard del curso fue revisado por profesionales sordos y oyentes para asegurar su pertinencia lingüística, pedagógica y comunicativa.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del proceso investigativo, las entrevistas realizadas y el diseño instruccional participativo permitieron identificar diversas dimensiones críticas para la comprensión de las necesidades formativas de la población sorda y la formulación de una propuesta pedagógica pertinente. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes, agrupados en tres apartados: demandas y brechas formativas, características del MOOC diseñado, y aprendizajes y retos derivados del proceso.

Demandas formativas y brechas en la preparación laboral

El análisis cualitativo de las entrevistas reveló múltiples carencias que afectan el tránsito de las personas sordas por los sistemas educativos y su posterior acceso al mercado laboral. Entre las principales demandas expresadas se identificó la necesidad urgente de fortalecer la lectura crítica y la comprensión de textos en español escrito. Esta dificultad repercute en la capacidad para interpretar instrucciones, comprender contratos, acceder a información institucional y seguir procesos de formación académica formal. Las personas sordas entrevistadas expresaron además la falta de oportunidades para desarrollar la argumentación, formular discursos con estructura clara y responder de manera adecuada en escenarios evaluativos como entrevistas laborales.

En cuanto a las habilidades específicas para la empleabilidad, los participantes señalaron debilidades en competencias como el liderazgo, la autonomía, la toma de decisiones, la gestión emocional y la resolución de conflictos. Asimismo, se identificaron vacíos formativos relacionados con el acceso al conocimiento jurídico. Temas como los derechos laborales, la normatividad vigente sobre inclusión, los incentivos para la contratación de personas con discapacidad o los procedimientos de denuncia ante situaciones de discriminación no son conocidos por gran parte de la población sorda, en gran medida por la inaccesibilidad del lenguaje jurídico.

Ciencia en escena: del dato al relato

También se evidenció una preparación deficiente frente a los procesos de selección. Las entrevistas laborales representan un escenario particularmente adverso para muchas personas sordas, debido a la falta de formación previa, la ausencia de entrenamiento en el discurso personal y profesional, y las barreras comunicativas persistentes en las instituciones empleadoras. Las respuestas tienden a ser planas, poco estructuradas o alejadas de los requerimientos del cargo, lo que reduce las posibilidades de éxito en dichos procesos.

Características del MOOC diseñado

Con base en las demandas identificadas y en la revisión de literatura, se diseñó un MOOC con una duración total de siete semanas, contemplando una dedicación estimada de cuatro horas semanales por parte de cada participante. El curso se concibió como una herramienta formativa que fortalece habilidades laborales clave y ofrece contenidos adaptados a la realidad de las personas sordas. La estructura del curso se organizó en siete unidades, distribuidas de la siguiente manera (ver Tabla 1)

Cada unidad combinó contenidos teóricos en lengua de señas, recursos visuales explicativos, ejercicios prácticos, actividades de asimilación (como videoforos y cuestionarios), y una autoevaluación formativa. Para el diseño del curso se elaboró un storyboard detallado y un guion técnico para la grabación de videoclases, validado por personas sordas y profesionales del área educativa.

Tabla 1. Estructura general del MOOC “Habilidades para el empleo”.

Semana	Tema principal	Competencia trabajada
1	Introducción al mundo laboral	Comprensión del entorno de empleo
2	Identificación de intereses y oportunidades laborales	Autoconocimiento y planificación personal
3	Elaboración de hoja de vida y perfil profesional	Organización y presentación de información
4	Preparación para entrevistas laborales	Comunicación asertiva y argumentación
5	Habilidades socioemocionales	Inteligencia emocional y resiliencia
6	Liderazgo y trabajo en equipo	Relacionamiento colaborativo
7	Resolución de conflictos y cierre formativo	Toma de decisiones y autonomía

Fuente. Elaboración propia.

Los formatos del curso se ajustaron al principio de accesibilidad comunicativa. Todos los contenidos se produjeron con intérpretes de lengua de señas colombiana, subtítulos en español, recursos gráficos animados y ejemplos visuales contextualizados. Asimismo, el curso se desarrolló en una plataforma de fácil navegación, con botones de acceso directo, glosario visual y materiales descargables.

Aprendizajes derivados del proceso

La experiencia de diseño y validación del MOOC permitió reconocer que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) constituyen herramientas pedagógicas altamente efectivas para personas sordas, debido a su carácter visual, su flexibilidad y su capacidad de representar contenidos mediante múltiples formatos (Rodríguez-Ascaso et al., 2024; Mohd Ashril et al., 2024). Las personas sordas interactúan de manera activa con recursos

digitales, especialmente aquellos que integran lenguaje visual, animaciones, videos explicativos y herramientas asincrónicas. En este sentido, los MOOC accesibles emergen como una estrategia válida para democratizar el acceso a la formación laboral, promover la autogestión del aprendizaje y generar trayectorias formativas inclusivas (Patiño-Toro et al., 2023).

También se confirmó la pertinencia de estructurar contenidos basados en competencias blandas y no únicamente en contenidos técnicos o disciplinarios. La adquisición de habilidades como la comunicación efectiva, la empatía, la regulación emocional y el liderazgo se reconoció como un factor determinante para mejorar las oportunidades de inserción laboral de la población sorda (Rodríguez-Correa et al., 2023; Perdomo, Bonilla & Galeano, 2023).

Retos identificados

A pesar de los avances logrados con la propuesta formativa, se identificaron diversos desafíos pendientes. Uno de los principales corresponde a la necesidad de reforzar la formación en inteligencia emocional, resolución de conflictos, negociación y resiliencia, competencias que resultan críticas en entornos laborales que frecuentemente reproducen prácticas excluyentes (Patiño-Toro et al., 2023).

Además, se constató que la mayoría de las personas sordas carecen de formación específica para enfrentar entrevistas de trabajo, lo cual se refleja en respuestas poco estructuradas, falta de claridad sobre los objetivos

profesionales y escasa argumentación sobre sus logros o competencias (Perdomo, Bonilla & Galeano, 2023).

Otro reto central está relacionado con la baja participación de las empresas en procesos de inclusión más allá del aprovechamiento de incentivos tributarios. Aunque la normatividad colombiana contempla beneficios económicos para quienes contratan personas con discapacidad, muchos empleadores no han desarrollado políticas organizacionales sostenibles ni programas de sensibilización interna que garanticen la permanencia y el desarrollo profesional de las personas sordas en sus entornos (Mosquera et al., 2023; Martínez et al., 2025).

CONCLUSIONES

La implementación de un MOOC accesible, orientado al fortalecimiento de habilidades laborales en personas sordas, evidencia el potencial transformador que tienen las tecnologías educativas inclusivas cuando se articulan con enfoques pedagógicos pertinentes y una comprensión profunda de las necesidades de los grupos históricamente excluidos. Este proyecto permitió identificar brechas formativas significativas, así como oportunidades concretas para la mejora de los procesos de inserción laboral desde la virtualidad.

Una de las principales implicaciones de esta experiencia es la capacidad de los MOOC accesibles para responder de forma efectiva a demandas específicas de formación, al tiempo que garantizan el derecho a la educación en igualdad de condiciones. El diseño didáctico adaptado, el

Ciencia en escena: del dato al relato

uso de lengua de señas como eje transversal y la disposición de contenidos visuales y estructurados, contribuyen a cerrar barreras de acceso que suelen presentarse en los formatos educativos tradicionales. Esta modalidad formativa permite avanzar hacia una educación más equitativa, flexible y autónoma, que reconoce la diversidad lingüística y comunicativa de la población sorda.

Asimismo, los hallazgos obtenidos resaltan la importancia de fortalecer las denominadas habilidades blandas, como la comunicación asertiva, el liderazgo, el trabajo en equipo, la resiliencia y la inteligencia emocional, como dimensiones tan relevantes como la formación técnica en el proceso de preparación para el empleo. Estas competencias, frecuentemente invisibilizadas en los programas formativos convencionales, resultan fundamentales para que las personas sordas logren insertarse, mantenerse y desarrollarse en contextos laborales que aún presentan múltiples obstáculos estructurales y actitudinales.

A partir de los aprendizajes derivados del proyecto, se plantean algunas recomendaciones orientadas a mejorar la efectividad y el alcance de este tipo de iniciativas. En primer lugar, se sugiere escalar el modelo de MOOC accesible a otras ciudades y regiones de Colombia, con el fin de ampliar su cobertura geográfica y llegar a comunidades sordas con menor acceso a procesos de formación formal. Esta expansión debe contemplar adecuaciones culturales y lingüísticas según los contextos locales, así como alianzas institucionales para su implementación.

En segundo lugar, se considera pertinente incorporar módulos específicos sobre derechos laborales, normatividad vigente en materia de discapacidad y mecanismos de protección jurídica, presentados íntegramente en lengua de señas colombiana. El conocimiento de los marcos legales y de los canales institucionales fortalece la capacidad de defensa, empoderamiento y participación de las personas sordas en la vida laboral y ciudadana.

En tercer lugar, se recomienda acompañar el desarrollo del curso con una estrategia de tutoría permanente, conformada por equipos sordo-oyentes. Esta dupla permite mediar en los procesos de orientación, resolver dudas académicas o técnicas, y generar una experiencia de aprendizaje más horizontal y accesible. La participación de personas sordas como tutores o mentores constituye, además, una estrategia de representación positiva y liderazgo dentro de la comunidad.

De cara a los próximos pasos, se plantea como proyección ampliar la cobertura del curso a través de su incorporación en plataformas nacionales de formación para el trabajo, como las ofrecidas por el SENA u otras entidades públicas o privadas comprometidas con la inclusión. Esta estrategia facilitaría el acceso masivo y gratuito, y permitiría articular el curso con otras rutas de certificación o empleabilidad.

Asimismo, se propone la creación de una red de mentores sordos, capacitados para acompañar procesos de orientación vocacional, preparación para entrevistas, elaboración de hojas de vida, y seguimiento laboral. Esta red no solo potenciaría el impacto del MOOC, sino que también

Ciencia en escena: del dato al relato

fortalecería los vínculos comunitarios y el liderazgo interno de la población sorda.

Finalmente, se plantea la inclusión de este tipo de cursos como parte de las estrategias de responsabilidad social empresarial, especialmente en aquellas organizaciones que han manifestado interés en contratar personas con discapacidad. Al adoptar estos cursos como parte de sus programas de formación interna, las empresas pueden contribuir a la creación de entornos laborales más accesibles, equitativos y diversos.

Cuando la educación habla en señas, la inclusión deja de ser un discurso abstracto para convertirse en acción concreta y transformadora. El ruido que hace la inclusión es el sonido de una sociedad que aprende a escuchar con los ojos y a construir oportunidades desde la diferencia. Esta propuesta demuestra que es posible diseñar entornos formativos accesibles, pertinentes y sostenibles, que respondan con rigor y sensibilidad a las realidades de las personas sordas, y que contribuyan a una transformación social más amplia basada en la equidad, el reconocimiento y la justicia.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Se agradece a Orfa Nidia Patiño Toro, Paula Andrea Rodríguez-Correa, Andrés Camilo Fernández Toro, Elizabeth Quintana Henao y Alexander Jiménez Guzmán. Gracias a la Fundación Enseñas, a las personas sordas que participaron generosamente en el proyecto, y a las instituciones que lo hicieron posible: el Instituto Tecnológico

Metropolitano, la Corporación Universitaria Americana y la Fundación Universitaria Católica del Norte.

REFERENCIAS

- Dalal, J., Martínez, L. C. I., Martínez-R, A., Cuculick, J., Groce, N., & Velarde, M. R. (2025). Health disparities among Deaf communities from Colombia: assessing communication, technology and healthcare access. *BMJ global health*, 10(5).
- Hoyos, A. P. V. (2025). Bilingual Literacy Among Deaf and Hard-of-Hearing Students: A Literature Review in the USA, Canada, and Colombia. *Colombian Applied Linguistics Journal*, 27(1), 141-154.
- Izquierdo Martínez, L. C., Martínez-R, A., Strasly, I., & Rivas Velarde, M. (2024). Linguistic and cultural adaptation of the National Quality of Life Survey in Colombia for the deaf population. *Translation and Interpreting Studies*, 19(2), 302-322.
- Martínez, L. C. I., Groce, N. E., Hurst, S., Martínez-R, A., Cuculick, J., & Velarde, M. C. R. (2025). Key components in the professional ethics of sign language interpreters in healthcare contexts: a qualitative study in Colombia. *BMJ open*, 15(2), e086490.
- Mohd Ashril, N. A. N., Chee, K. N., Yahaya, N., & Abdul Razak, R. (2024). Barriers, Strategies and Accessibility: Enhancing Engagement and Retention of Learners with Disabilities in MOOCs—A Systematic Literature Review (SLR). *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1-12.
- Mosquera, P. D., Vega, A. C., Angel, V. G., Gil, S. P., Durango, M. Á. S., Contreras, A. L. T., & Gallego, S. V. (2023). Procesos comunicativos en la atención odontológica: vivencias de personas Sordas. Medellín, Colombia. *Gerencia y Políticas de Salud*, 22, 1-27.
- Patiño Toro, O. N., Tapia, K. C. H., Toro, A. C. F., & Arias, A. V. (2023). Inclusión y formación en competencias laborales para la

Ciencia en escena: del dato al relato

comunidad sorda de la ciudad de Medellín, Colombia. *Revista de ciencias sociales*, 29(4), 312-326.

Patiño-Toro, O. N., Valencia-Arias, A., Fernández-Toro, A., Jiménez-Guzmán, A., & Gil, C. A. P. (2023). Proposed methodology for designing and developing MOOCs for the deaf community. *Heliyon*, 9(10).

Perdomo, R. O., Bonilla, W. A. S., & Galeano, E. R. (2023). Percepción de las personas sordas frente a su no inclusión laboral en las organizaciones de Villavicencio. *Perspectivas de las Ciencias Económicas y Jurídicas*, 13(1).

Pereira-Montiel, E., Pérez-Giraldo, E., Mazo, J., Orrego-Metaute, D., Delgado-Trejos, E., Cuesta-Frau, D., & Murillo-Escobar, J. (2022). Automatic sign language recognition based on accelerometer and surface electromyography signals: A study for Colombian sign language. *Biomedical Signal Processing and Control*, 71, 103201.

Rodríguez-Ascaso, A., Molanes-López, E. M., Pérez-Martín, J., & Letón, E. (2024). Performance of students with different accessibility needs and preferences in "Design for All" MOOCs. *Plos one*, 19(3), e0299090.

Rodríguez-Correa, P. A., Patiño-Toro, O. N., Escorcía-González, J. J., & Valencia-Arias, A. (2023). Necesidades de formación para la inserción laboral y la alfabetización digital de la comunidad sorda de Medellín (Colombia). *Formación universitaria*, 16(3), 51-62.

Importancia de la lectoescritura en la básica primaria: estrategias de enseñanza y dificultades en la de Instituciones Educativas de Barranquilla

Zharick Saray Gallardo Chávez
Andrés Felipe Egea Cera
Karina Patricia Rodríguez Marulanda

Institución Universitaria de Barranquilla



Resumen

El proyecto tuvo como objetivo analizar las estrategias pedagógicas empleadas en la enseñanza de la lectoescritura en instituciones oficiales de Barranquilla, con el fin de identificar su eficacia y los factores que dificultan el desarrollo lector y escritor en estudiantes de educación básica primaria. Desde un enfoque cualitativo y mediante un estudio de caso múltiple, se aplicaron entrevistas, observaciones en aula, revisión documental y grupos focales con docentes y estudiantes de grados 1° a 5°. El estudio se sustentó en el constructivismo social, destacando la mediación pedagógica y el aprendizaje contextualizado.

Los hallazgos revelaron el uso predominante de métodos tradicionales, escasa contextualización, falta de recursos y limitada formación docente, lo que ha generado bajos niveles de comprensión lectora, producción textual y ortografía. También se identificaron prácticas exitosas en entornos que promovieron la lectura y escritura de forma lúdica e innovadora. Se concluyó que es necesario un enfoque integral que fortalezca la formación docente, fomente la participación familiar, incorpore recursos digitales y cree espacios permanentes de lectura y escritura para mejorar la enseñanza de la lectoescritura y formar estudiantes con pensamiento crítico y habilidades comunicativas sólidas.

Palabras clave: *alfabetización inicial, educación pública, estrategias pedagógicas, desarrollo cognitivo, comprensión lectora*

INTRODUCCIÓN

En las instituciones educativas oficiales de Barranquilla, se han evidenciado serias dificultades en la enseñanza y aprendizaje de la lectoescritura en la educación básica primaria. A pesar de los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional, los niveles de comprensión lectora, producción escrita y ortografía de muchos estudiantes no cumplen con los estándares esperados. Esta situación refleja una desconexión entre las prácticas pedagógicas actuales y las necesidades reales del estudiantado, influenciada por el predominio de métodos tradicionales, la escasa contextualización de los contenidos, la falta de formación docente y la limitada infraestructura escolar.

Motivados por esta problemática, el presente proyecto tuvo como objetivo analizar las estrategias pedagógicas implementadas para la enseñanza de la lectoescritura en instituciones de Barranquilla, con el fin de identificar su eficacia y los factores que dificultan su desarrollo. Además, se buscó generar recomendaciones prácticas e innovadoras que contribuyan al fortalecimiento de las competencias comunicativas de los estudiantes, reconociendo la lectura y la escritura como herramientas clave para el pensamiento crítico, la inclusión social y el desarrollo integral en el contexto educativo local.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación adoptó un enfoque cualitativo de tipo descriptivo-interpretativo, orientado a comprender las experiencias, percepciones y prácticas pedagógicas relacionadas con la enseñanza de la lectoescritura en educación básica primaria. Se utilizó el diseño de estudio de caso múltiple, tomando como unidades de análisis entre tres y cinco instituciones educativas oficiales de Barranquilla que reportaban bajo rendimiento en lectura y escritura, de acuerdo con datos institucionales.

La población incluyó docentes de los grados 1° a 5°, estudiantes agrupados en grupos focales, y coordinadores académicos cuando fue pertinente. Para la recolección de información se aplicaron entrevistas semiestructuradas a docentes, observaciones participantes en el aula, revisión documental de planes de área, clases y evaluaciones, así como grupos focales con estudiantes. Estas técnicas permitieron identificar tanto las prácticas comunes como las dificultades y experiencias exitosas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la lectoescritura.

El proceso investigativo se desarrolló durante un semestre académico y estuvo fundamentado en el enfoque constructivista social, considerando que el aprendizaje ocurre mediante la interacción entre el estudiante, el docente y su entorno sociocultural. La triangulación de datos fortaleció la validez de los hallazgos y permitió elaborar recomendaciones contextualizadas para mejorar la enseñanza de la lectoescritura.

RESULTADOS

El análisis de los datos recolectados evidenció que las estrategias pedagógicas predominantes en las instituciones oficiales de Barranquilla siguen basándose en métodos tradicionales, centrados en la repetición mecánica, la copia y la memorización. Estas prácticas limitan el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión lectora profunda. Asimismo, se identificó una escasa contextualización de los textos y actividades, lo cual reduce la conexión entre los contenidos escolares y la vida cotidiana del estudiante.

Entre las principales dificultades observadas en los estudiantes se destacan: bajo nivel de comprensión de textos, errores ortográficos frecuentes, dificultad para estructurar ideas en la escritura y falta de motivación hacia la lectura. Muchos alumnos transcribían sin entender el contenido, lo cual generaba una relación negativa con la lectoescritura.

No obstante, también se hallaron experiencias exitosas en aulas donde se aplicaron estrategias activas como lecturas dramatizadas, juegos interactivos, uso de TIC y actividades vinculadas al contexto del estudiante. Estas prácticas lograron mejorar el interés por la lectura y la calidad de los textos producidos. Finalmente, se evidenció la necesidad urgente de fortalecer la formación docente y fomentar la participación de las familias en el proceso lector y escritor.

CONCLUSIONES

La enseñanza de la lectoescritura en las instituciones educativas oficiales de Barranquilla enfrenta múltiples desafíos que requieren una intervención profunda y contextualizada. Las prácticas tradicionales, junto con la falta de recursos didácticos actualizados y la limitada formación docente, continúan afectando negativamente el desarrollo de habilidades lectoras y escritoras en estudiantes de educación básica primaria. Las dificultades más frecuentes incluyen la comprensión limitada de textos, la desorganización de ideas al escribir, y una ortografía deficiente que impacta tanto en el rendimiento académico como en la autoestima del alumnado.

La investigación permitió confirmar que el uso de estrategias pedagógicas innovadoras, el aprovechamiento de herramientas digitales, y la contextualización de las actividades generan mejoras significativas en la motivación, participación y desempeño de los estudiantes. Por tanto, se hace indispensable replantear los modelos de enseñanza, fomentar espacios permanentes de lectura y escritura, fortalecer el acompañamiento familiar y ofrecer formación continua al profesorado. Estas acciones permitirán avanzar hacia una educación más inclusiva y de calidad, en la que la lectoescritura no solo sea una competencia básica, sino también un medio para formar ciudadanos críticos, creativos y comprometidos con su entorno.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

De manera especial, Andrés Felipe Egea Cera agradece a los docentes tutores como Karina Rodríguez Marulanda, directivos y comunidad educativa de la I.E.D. Juan Acosta Solera por su valiosa disposición y acompañamiento durante el desarrollo de este proceso formativo.

Asimismo, Zharick Carolina Gallardo expresa su agradecimiento a los formadores como Karina Rodríguez Marulanda, compañeros y actores escolares que, con sus aportes y colaboración, enriquecieron el desarrollo de esta experiencia pedagógica.

Este proyecto se desarrolló en el marco de las prácticas pedagógicas e investigativas de la Licenciatura en Educación Básica, de la institución universitaria de Barranquilla. Agradecemos al Colegio I.E.D. Juan Acosta Solera y a las demás instituciones participantes por permitir el acceso a sus espacios académicos y brindar su colaboración durante el proceso de observación y recolección de información.

Extendemos nuestro reconocimiento a los docentes y estudiantes que compartieron sus experiencias, saberes y reflexiones, aportando de manera significativa al análisis.

Este proyecto se presenta como una propuesta comprometida con la mejora de los procesos de lectoescritura en contextos escolares, y con el objetivo de generar impacto real en la calidad educativa del distrito de Barranquilla.

REFERENCIAS

- Cuenca Garcés, C. (2019). Dificultades en los procesos de lectura y escritura en estudiantes de primaria [Tesis de pregrado, Universidad del Tolima].
- Gómez, A., & Medina, C. (2021). Lectoescritura en contextos vulnerables: análisis de estrategias en colegios oficiales de Barranquilla [Tesis de pregrado, Universidad del Atlántico].
- González, M., & Maki, A. (2020). Motivación lectora y comprensión en primaria. Universidad de Salamanca.
- Ramírez, J., & Villalba, L. (2023). Estrategias de mediación pedagógica para el fortalecimiento de la lectoescritura en primaria. Editorial Educativa Nacional.
- Rosemberg, C. (2021). La escritura como práctica sociocultural: aportes desde la psicogénesis. *Revista Iberoamericana de Educación*, 85(1), 21–34.
- Sánchez, L., & Rincón, J. (2022). TIC y lectoescritura en educación básica primaria [Informe de investigación, Universidad Pedagógica Nacional].
- Secretaría de Educación Distrital de Barranquilla. (2023). Informe de gestión del programa Barranquilla Lee (2020–2023). <https://www.barranquilla.gov.co>

Conocimiento especializado del profesor que enseña patrones y secuencias: La planeación enriquecida con IA para educación básica primaria

Carol Juliana Meneses Angarita

Luisa Fernanda Gelvez

Jenny Patricia Acevedo Rincón

Universidad Industrial de Santander



Resumen

Este trabajo propuso una experiencia de innovación en la planeación docente, al incorporar la inteligencia artificial como una herramienta de apoyo en el diseño de clases. El propósito fue comprender qué tipo de conocimiento se pone en juego a la hora de planear sobre patrones y secuencias en educación básica primaria, bajo el modelo MTSK. La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo con elementos fenomenológicos. Para esto, el estudio se centró en tres dimensiones fundamentales del modelo: lo que el profesor sabe sobre el contenido matemático, cómo lo adapta para enseñarlo y cómo interpreta lo que sus estudiantes aprenden. El proceso se desarrolló en varias etapas. En un primer taller, los participantes exploraron diferentes inteligencias artificiales; luego, se seleccionaron algunos docentes según su participación y resultados. Finalmente, se realiza un análisis sobre estas experiencias con el fin de analizar el conocimiento utilizado por el profesor de matemáticas a la hora de planear.

Al integrara la IA en la planeación docente, esta fortaleció tanto el saber disciplinar como las estrategias de enseñanza, promoviendo un enfoque más interdisciplinar y adaptado a las necesidades de los estudiantes.

Palabras clave: *MTSK, inteligencia artificial generativa, pensamiento variacional*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las tecnologías han venido integrándose en el ámbito educativo permitiendo tener avances en el mismo. Una de estas tecnologías es la Inteligencia Artificial (IA), la cual ha resaltado y tomado gran relevancia en la educación, permitiendo la facilitación de trabajos escolares, acceso instantáneo a información y reducción de tiempo en la búsqueda y elaboración de tareas. Del mismo modo, la IA se ha incluido en la práctica docente permitiendo enriquecer distintos aspectos como lo es la planeación de clases (Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C., 2019).

La inteligencia artificial se ha ido abriendo camino como una herramienta útil para los profesores. Una de sus grandes ventajas es que puede procesar mucha información en poco tiempo, proponer ideas ajustadas a lo que se necesita en cada caso y dar una mano en tareas que suelen ser demandantes, como planificar clases o crear materiales (Miao, F., & Cukurova, M. 2024). Y lejos de reemplazar al docente, la IA puede convertirse en una herramienta de apoyo para complementar su labor. Cuando se usa con criterio, puede enriquecer el juicio profesional, abrir nuevas ideas para enseñar y apoyar procesos de reflexión sobre la práctica (Luckin et al., 2016; UNESCO, 2021).

Su incorporación, sin embargo, no está exenta de preguntas importantes como: ¿qué decisiones toma el profesor cuando planifica con IA? ¿qué tipo de conocimientos se

movilizan? ¿cómo se transforma su mirada sobre el rol docente en este nuevo escenario? Por ello, este trabajo nace del interés por entender, cómo cambia la forma de planear cuando los docentes cuentan con el apoyo de la inteligencia artificial. Para ello, se diseñó e implementó un taller en el cual participaron 30 docentes de instituciones rurales y urbanas de Piedecuesta, Santander. Este taller se realizó con el fin de darles a conocer a los profesores algunas IAS, mostrar los riesgos que con lleva el mal uso de la IA y partes prácticas relacionadas con momentos específicos de la clase, como el planteamiento de objetivos o incluso la evaluación a la hora de planear.

El objetivo de este trabajo es comprender qué tipo de conocimientos se movilizan al preparar clases sobre patrones y secuencias en el área de matemáticas, utilizando como base el modelo MTSK (Mathematics Teacher's Specialized Knowledge), desarrollado por Carrillo y colaboradores (2018). Este modelo ofrece una mirada detallada sobre los conocimientos que un profesor activa durante su práctica, enfocándonos en dimensiones como: el conocimiento de los temas, conocimiento de la enseñanza de las matemáticas y el conocimiento de los estándares de Aprendizaje de las matemáticas. Además, la investigación se sustenta en un enfoque cualitativo con características fenomenológicas. Esta elección metodológica responde a la necesidad de comprender el fenómeno desde la experiencia vivida por los participantes, más allá de los resultados instrumentales.

La relevancia de este estudio se relaciona con los desafíos contemporáneos que enfrentan los docentes al incorporar tecnologías emergentes: el uso ético de las herramientas, la selección crítica de fuentes generadas por IA, la tensión entre eficiencia y profundidad pedagógica, y la necesidad de mantener el protagonismo del juicio profesional. Así, más que centrado en la herramienta, el proyecto busca abrir espacios de reflexión sobre el rol docente en contextos cada vez más mediados por la tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, centrado en el análisis de la planificación docente mediada por inteligencia artificial, con el fin de comprender cómo se activa el conocimiento del profesor bajo los subdominios del modelo MTSK al integrar una herramienta de IA en el proceso de planeación. La experiencia se llevó a cabo con un grupo de profesores de educación básica primaria de escuelas rurales y urbanas de Piedecuesta de Santander. La población estudio estuvo conformada por 30 participantes, los cuales se dividieron en dos secciones cada una de dos horas con 15 participantes. Cada sección incluyó momentos de exploración guiados por una herramienta IA, espacios de planeación conjunta y momentos de reflexión sobre las decisiones tomadas durante la planificación. Se utilizaron distintas técnicas de recolección de información entre ellas: observación participativa del trabajo en grupo e individual, registros

escritos de las planeaciones realizadas con IA y las participaciones orales durante la sección.

RESULTADOS

Planear clases con ayuda de la inteligencia artificial fue una experiencia muy enriquecedora, tanto para los docentes como para quienes acompañamos el proceso. Más allá de ser solo una herramienta, la IA le invita a pensar distinto. A medida que los profesores la usaban, no solo encontraban apoyo para organizar sus clases, sino la gran cantidad de recursos y formas de poder prepararla, además de eso, la variedad de información que se puede obtener sobre determinado tema.

Por otro lado, se encontraron algunas dificultades durante las secciones pues para muchos, era la primera vez que se enfrentaban a herramientas de IA, y eso generó demoras en las consideraciones de tiempo que se estipularon y en algunos casos una explicación más detallada sobre el cómo utilizarla para obtener una respuesta lo más adecuada posible. Uno de los logros más significativos fue el interés y motivación de los participantes a medida que conocían más sobre IAs, permitiendo observar una mejora en las indicaciones y, por ende, resultados que concordaban con lo que se quería lograr en cada ejercicio propuesto.

Al final, esta experiencia dejó algo muy claro: la inteligencia artificial puede ser mucho más que una herramienta. Cuando se integra con sentido y se acompaña adecuadamente, se convierte en una aliada poderosa

para que los docentes puedan mirar su práctica con otros ojos, compartir sus saberes y fortalecer el conocimiento profesional que los acompaña en cada clase.

CONCLUSIONES

Gracias a esta experiencia, al incluir la inteligencia artificial en la planeación docente entendimos que no es solo cuestión de incorporar una herramienta nueva o seguir una tendencia tecnológica. Fue, más bien, una invitación a detenernos a reflexionar sobre nuestro papel como maestros, sobre las decisiones que tomamos cada día sin pensar demasiado. Más que darnos soluciones inmediatas, la IA nos abrió la puerta a ver lo que puede pasar en el aula desde otra perspectiva, con más intención o curiosidad.

Lo más valioso fue ver lo que puede pasar cuando un docente se siente guiado. Donde hay un espacio donde es válido equivocarse, volver a intentar, explorar sin miedo. En ese ambiente de confianza, mucho se animaron a probar con la inteligencia artificial. Incorporando todos sus conocimientos a la hora de interactuar con la IA, obteniendo así resultados relevantes para el área. Sin embargo, también aparecieron desafíos importantes. Muchos profesores necesitaron tiempo para familiarizarse con la herramienta, acompañamiento para atreverse a explorarla y un entorno de confianza donde podrían equivocarse sin miedo. Esto nos lleva a pensar que no basta con poner la tecnología sobre la mesa: es fundamental crear espacios donde los docentes se sientan seguros

para aprender juntos, compartir dudas y construir nuevos saberes. Pensando en lo que viene, creemos que este tipo de experiencias deben seguir desarrollándose, pero siempre desde una mirada pedagógica, ética y crítica. La IA puede ser una gran aliada para el crecimiento profesional del docente, siempre que partamos del reconocimiento de su experiencia, su conocimiento y su voz como el verdadero centro del proceso

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Este proyecto no habría sido posible sin quienes caminaron a nuestro lado desde el inicio. Gracias, de corazón, a nuestras familias, por estar siempre ahí: con palabras de aliento, con su cariño incondicional y con esa confianza silenciosa que nos dio fuerza en los momentos difíciles. Su compañía, aunque a veces estemos lejos, fue fundamental en todo este recorrido.

Un agradecimiento muy especial a nuestra profesora, directora del proyecto, Jenny Patricia Acevedo, por su generosidad al compartir su conocimiento, por escucharnos, orientarnos y creer en nosotras. Más allá de su rol como docente, ha sido una guía que nos inspiró a mirar la educación con otros ojos. Por ser esa persona de la cual se aprende día a día, permitiéndonos crecer como estudiantes, y en un futuro, como profesionales. Mil gracias.

También queremos reconocer el lugar donde todo esto empezó: el semillero STEAM+H de la Universidad Industrial de Santander. Ser parte de este grupo ha sido

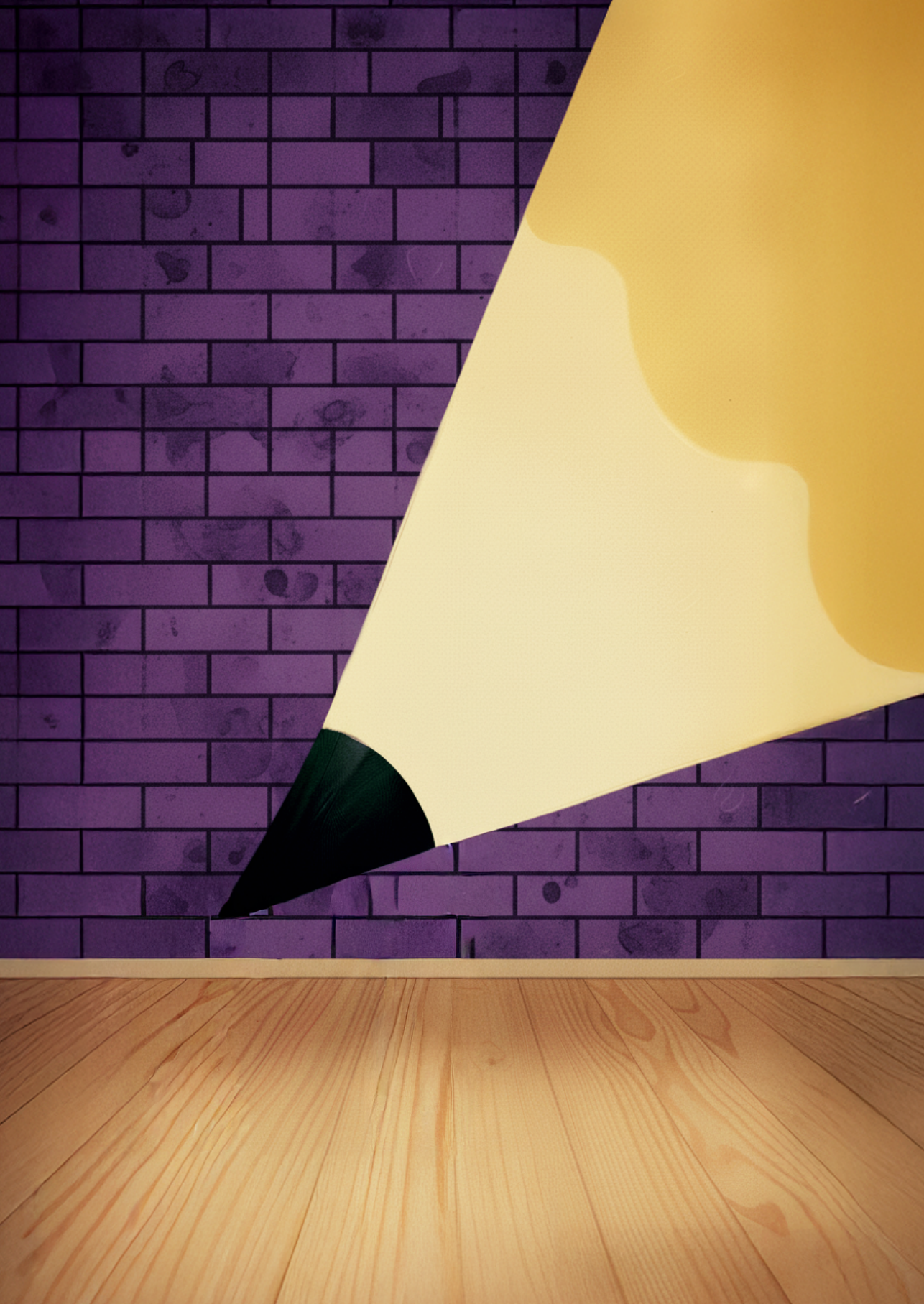
una experiencia enriquecedora que nos ha permitido crecer, aprender y descubrir nuevas formas de pensar la educación, siempre desde el trabajo en equipo y la pasión por transformar.

REFERENCIAS

- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C., & Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialized knowledge (MTSK) model. In *The Mathematics Teacher's Specialized Knowledge*. Springer.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *Guidance for generative AI in education: A competency framework for teachers*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1998). *Lineamientos curriculares: Matemáticas*.
- UNESCO (2021). *AI and Education: Guidance for Policymakers*. París: UNESCO.

The image features a purple brick wall background with a wooden floor at the bottom. The text 'Ingeniería y tecnología' is centered in the middle of the image.

Ingeniería y tecnología



Algoritmo atenuador de consonantes oclusivas

Nicolás David Vanegas Moreno
Andrés Pita Romero
Mateo Daniel Torres Verdooren

Universidad de San Buenaventura



Resumen

Este proyecto tuvo como objetivo desarrollar un plugin en formato VST3 que facilitara la atenuación de consonantes oclusivas en grabaciones de voz, mediante el uso de compresión multibanda enfocada en el espectro de frecuencias medias. Para ello, se diseñó una interfaz gráfica en Pure Data, complementada inicialmente con un protocolo de calibración en Python que permitía ajustar parámetros de compresión de forma automática según la función de transferencia del micrófono y el análisis de audio en tiempo real o pregrabado. La metodología se enmarcó en un enfoque empírico-analítico, combinando procesos cuantitativos con criterios auditivos cualitativos, y estableciendo una comunicación entre lenguajes mediante el protocolo Open Sound Control.

Entre los principales resultados se destaca la implementación funcional del plugin en estaciones de audio digital como Ableton Live y Reaper, así como el registro exitoso de cambios en la señal que orientaron decisiones sobre tratamiento acústico. A pesar de que la biblioteca Camomile obligó a desvincular el soporte en Python por limitaciones de compatibilidad, se consolidó una herramienta de baja latencia con potencial de aplicación en entornos de producción sonora. El proyecto aportó una solución accesible e inteligente para mejorar la inteligibilidad vocal, especialmente útil para creadores de contenido en plataformas digitales.

Palabras clave: *compresión, audio, filtros, calibración, oclusiva*

INTRODUCCIÓN

Podcast es una palabra que se acuñó en 2004 a partir de la fusión de los términos *pod* —personal on demand/ personal bajo demanda— y *broadcast* —transmisión—. Se define como un formato de contenidos principalmente audible, que se publica de forma serial en sitios web como Youtube o Spotify. Las antedichas plataformas han traído grandes beneficios a la industria del entretenimiento, como la posibilidad de acceder al contenido en cualquier momento y la democratización de la creación de contenido, ya que cualquier individuo con una idea y los recursos de producción de audio más elementales puede empezar a difundir (Radio Televisión Nacional de Colombia, 2024).

Ahora bien; el hecho de que generar contenido audible se esté convirtiendo en una tarea cada vez más sencilla, no quiere decir que la ciencia del sonido haya adquirido trivialidad. Ya que hay un problema en el momento de la transducción cuando en la grabación o transmisión de voces no se usa adecuadamente, o es directamente ausente, el filtro antipop el cual consiste en una tela o malla física que protege la membrana del micrófono de suciedad, saliva y consonantes oclusivas como lo son la P o la T que se caracterizan por cortar el paso de aire para después expulsarlo súbitamente (Indiana University, 2025). No obstante, los creadores de podcasts y broadcasting poseen ciertas nociones de acústica y un buen manejo de programas computacionales especializados para la edición del audio. En segundo lugar; se tiene la

respuesta en frecuencia del micrófono, que depende de variables como el sitio de grabación, la forma física del propio dispositivo y la distancia fuente-receptor (Eargle, 2005). Un ajuste deficiente de este par de pormenores puede afectar considerablemente la inteligibilidad del producto final.

A pesar de los avances tecnológicos en posproducción de audio; sigue siendo muy difícil, e incluso contraproducente aplacar la aparición de ambos fenómenos mediante recorte de fragmentos o procesamiento estático de señales. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es facilitar el trabajo de los creadores de contenido, mediante el desarrollo de una herramienta digital dinámica, fácil de usar, y que tome en consideración los parámetros anteriormente enunciados.

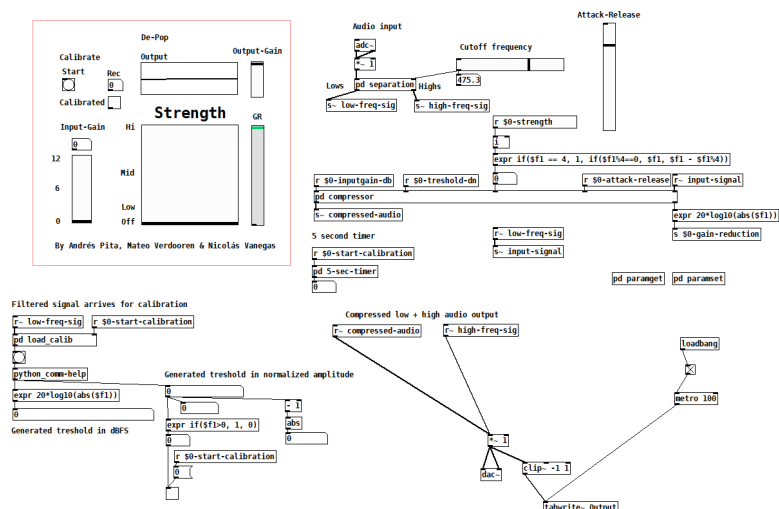
MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, siguiendo el modelo empírico-analítico, con alcance descriptivo y correlacional. Se recopilaban variables relacionadas con la captura, registro y procesamiento de señales acústicas generadas por consonantes oclusivas, interrelacionándolas mediante codificación estructurada. Aunque los datos se modelaron objetivamente, el éxito del proyecto dependió en gran medida de la valoración cualitativa basada en la experiencia auditiva del usuario final.

El núcleo del algoritmo y su interfaz gráfica se desarrollaron en Pure Data, un lenguaje visual y de código abierto

enfocado en multimedia (Puckette, 2025). El protocolo de calibración se programó en Python (van Rossum, 2025), y se estableció comunicación entre ambos entornos mediante el protocolo Open Sound Control (CNMAT, UC Berkeley, 2011), facilitando el procesamiento en tiempo real.

Figura 1. Entorno de trabajo en Pure Data.



Fuente. Elaboración propia

Para el diseño del plugin D Poper, se partió de una necesidad concreta en la producción de audio: atenuar consonantes oclusivas como la “P” y la “T”, que generan picos de presión acústica abruptos y afectan la inteligibilidad vocal. Se optó por una estrategia de compresión multibanda, enfocada en el rango de frecuencias graves —entre 100 y 400 Hz—, donde se identificó experimentalmente la mayor presencia de estos fenómenos. Las pruebas se

Ciencia en escena: del dato al relato

realizaron con estudiantes vinculados a la música electrónica, utilizando un micrófono SM58 sin filtro antipop, y se analizaron espectros de señal para determinar la frecuencia central, duración de las consonantes y posibles variaciones según el sexo del hablante.

Tabla 1. Encuesta para definición de estrecho de banda por consonante oclusiva.

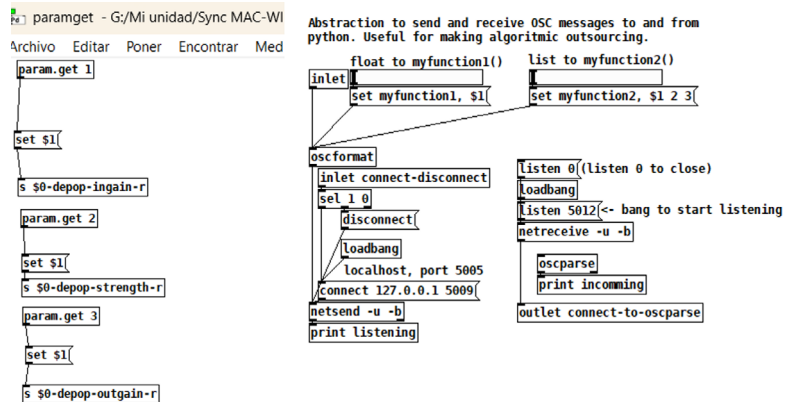
Sujeto No.	Sexo	Frecuencia pico en medición plausiva (Hz)	Duración medición plausiva (ms)
1	M	220	85
2	M	310	91
3	M	180	76
4	M	250	88
5	F	190	80
6	F	270	95
7	M	200	83
8	F	290	90
9	F	260	78
10	F	300	92

Fuente. Elaboración propia

El sistema se desarrolló en Pure Data, utilizando fragmentos de audio en formato WAV con frases breves que enfatizaban fonemas oclusivos. Este formato permitió evitar distorsiones como el aliasing y adaptarse a las limitaciones del buffer de procesamiento. Para lograr una compresión eficaz sin comprometer la naturalidad de la voz, se definieron parámetros como un ataque rápido, liberación media (~30 ms), reducción de hasta 9 dB y un filtro low-shelf con corte en 300 Hz. El umbral (threshold) se calculó automáticamente a partir de un audio de

calibración, donde el usuario pronuncia frases con alta presencia de consonantes oclusivas. Este enfoque evita el uso de buffers dinámicos que podrían generar latencia, sobrecarga de CPU o resultados inconsistentes.

Figura 2. Abstracción de mensajes OSC desde Python para ser interpretados por Pure Data.



Fuente. Elaboración propia

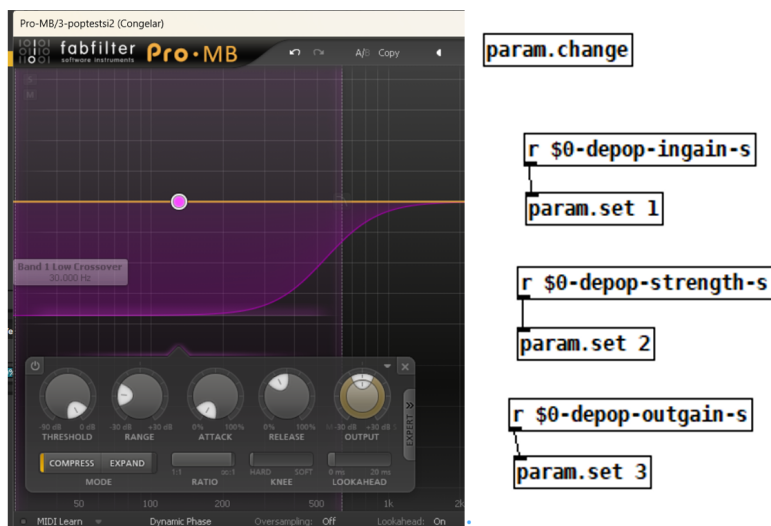
Dado que Pure Data no permite realizar cálculos matemáticos complejos de forma eficiente, se desarrolló un algoritmo en Python que filtra el audio de calibración, aplica una ventana rectangular corta y determina el valor RMS más alto para establecer el threshold. La comunicación entre Python y Pure Data se realizó mediante mensajes OSC en red local, garantizando eficiencia y autonomía del sistema.

Finalmente, para convertir el código en un plugin VST3 compatible con estaciones de audio digital (DAWs) como Ableton Live y Reaper, se utilizó la biblioteca Camomile, desarrollada por Pierre Guillot. Camomile actúa como un

Ciencia en escena: del dato al relato

meta-plugin que permite incrustar parches de Pure Data dentro de un contenedor VST3.

Figura 3. Compresor PRO MB Multibanda y sus parámetros equivalentes en Pure Data.



Fuente. Elaboración propia

El proceso consiste en estructurar los archivos del proyecto siguiendo una jerarquía específica, renombrar el meta-plugin según el parche principal, y empaquetar todo en un bundle que puede ser reconocido por el DAW como un plugin nativo. Esta herramienta permitió que D Popper fuera exportado como un plugin funcional, accesible y adaptable para entornos profesionales de edición de audio.

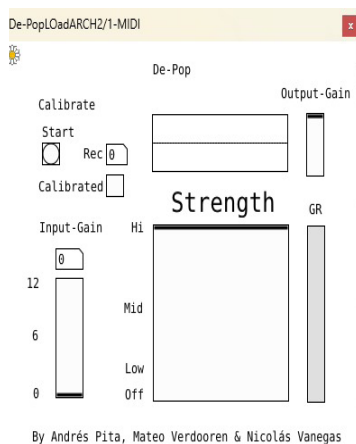
RESULTADOS

Durante el proceso de desarrollo se obtuvieron avances significativos en la estructuración funcional del sistema, evidenciando una evolución continua en la optimización de procesos y depuración de errores. Como todo software en fase de creación, el proyecto permanece en constante iteración, lo que implica que no existe aún una versión definitiva; sin embargo, ya se ha consolidado una base operativa robusta.

Uno de los logros más relevantes fue la exitosa integración entre los lenguajes de programación Python y Pure Data, lo cual permitió establecer una comunicación eficaz entre módulos. Esta vinculación facilitó la ejecución de operaciones matemáticas complejas, como la segmentación de muestras de audio, lo que resultó fundamental para el ajuste dinámico de los parámetros de calibración. Esta sinergia entre plataformas favorece una mayor precisión en el procesamiento acústico, especialmente en la identificación de patrones generados por consonantes oclusivas. Asimismo, se ha logrado implementar el plugin en formato VST3, alcanzando una versión funcional apta para su integración en estaciones de audio digital (DAWs).

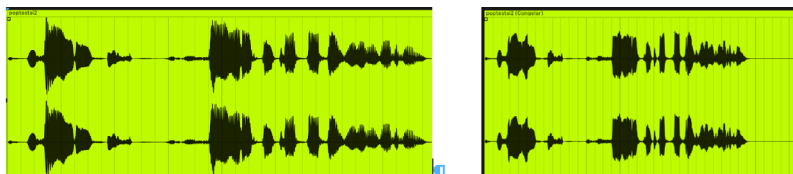
El plugin se encuentra en fase de corrección de errores menores, y ha demostrado compatibilidad operativa con entornos como Ableton Live y Reaper. Este avance constituye un hito hacia la consolidación de una herramienta de baja latencia, orientada a la mejora de la inteligibilidad en entornos de grabación profesional.

Figura 4. Interfaz gráfica Dpopper en formato VST3.



Fuente. Elaboración propia

Figura 5. Prueba visual del funcionamiento del plugin con la imagen de arriba sin procesar y la de abajo, procesada por el DPOPER.



Fuente. Elaboración propia

CONCLUSIONES

La creación del plugin en formato VST3 marca un avance en el diseño de herramientas orientadas a mejorar la calidad de grabación vocal, especialmente en contextos de producción ágil como el podcasting. La desvinculación de Python durante la implementación técnica revela una limitación significativa que podría abordarse en futuras

versiones mediante exploración de nuevas bibliotecas de interoperabilidad. Asimismo, el enfoque en frecuencias medias desde la lógica de compresión multibanda abre la puerta a desarrollos más precisos y adaptativos, lo que proyecta este trabajo como base para herramientas inteligentes de tratamiento de voz que combinen rendimiento técnico y sensibilidad acústica.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Andrés: Quiero agradecer especialmente al profesor Raúl Flores y a Mateo Bejarano, quienes con su enseñanza y dedicación me brindaron las bases en procesamiento digital de señales que hicieron posible el desarrollo técnico de este proyecto. Sus clases no solo me dieron herramientas concretas, sino que despertaron en mí el interés profundo por entender y crear a partir del sonido. Agradezco también al *Semillero de investigación en salud, discapacidad e ingeniería* por abrirnos el espacio para materializar una idea que venía rondando en nuestras cabezas desde hace tiempo, así como a Juan David Cruz y Alejandro Moreno, cuyo apoyo en distintas etapas del proceso, aunque desde roles secundarios, fue clave para llevar esta propuesta a buen puerto.

Nicolás: Este Proyecto doy el agradecimiento a mis compañeros de trabajo Andrés, Mateo y Alejandro ya que sin ellos este proyecto no hubiera sido posible. También agradezco a mi familia por proveerme de las herramientas necesarias. Para la edición del video y programación del plugin.

Mateo: Este proyecto fue desarrollado dentro del Semillero de Investigación en Salud, Discapacidad e Ingeniería; adscrito al Grupo de Investigación de Acústica Aplicada (categoría A otorgada por el Ministerio de Ciencias). A su vez, quiero agradecer al programa de Ingeniería de Sonido por su tamaña fe y paciencia, y a Alejandro Moreno por colaborar desinteresadamente con la filmación del vídeo inicial.

REFERENCIAS

- Eargle, J. (2005). *The Microphone Book*. Burlington: Elsevier.
- Holden, S. (n.d.). Rane Note 155 – Dynamics processors: Technology & applications. ResearchGate. https://www.researchgate.net/profile/Scott-Holden-2/publication/292784420_Rane_Note_155_-_Dynamics_Processors_-_Technology_Applications/links/56b1318908ae56d7b069fd6a/Rane-Note-155-Dynamics-Processors--Technology-Applications.pdf
- Indiana University. (2025). *Oclusivas sonoras*. Obtenido de Analizando los fonos del español: <https://iu.pressbooks.pub/fonosdelesp/chapter/occlusivas-sonoras/>
- MathWorks. (n.d.). Audio I/O buffering latency and throughput. MathWorks. <https://www.mathworks.com/help/audio/gs/audio-io-buffering-latency-and-throughput.html>
- Puckette, M. (2025). *Pure Data*. Obtenido de Pure Data: <https://puredata.info/>
- Radio Televisión Nacional de Colombia. (2024). ¿Qué es un podcast y por qué son importantes?
- van Rossum, G. (2025). *Python*. Obtenido de Python: <https://www.python.org/>

Conoce a P.E.T.E.R

Sebastián Grajales Pulgarín
Daniel Santiago Sánchez Rodríguez
David Fernando Ramírez Moreno

Universidad Autónoma de Occidente



Resumen

Este proyecto tuvo como objetivo desarrollar una red neuronal biológicamente inspirada capaz de adaptar de manera automática la locomoción de un robot teleoperado según el tipo de terreno. La propuesta se centró en el diseño, entrenamiento e implementación de una red tipo MLP, construida a partir de principios neuronales funcionales y sensoriales, para identificar en tiempo real si el entorno era plano, inclinado o irregular. A partir de esa clasificación, la red ajustaba el modo de desplazamiento sin intervención humana.

La red se entrenó con datos recolectados mediante sensores inerciales y de contacto, y optimizada para ejecutarse embebida en un microcontrolador de bajo consumo (ESP32-S3). Su salida se integró directamente al sistema de locomoción del robot, permitiendo una transición autónoma entre modos de marcha. Los resultados demostraron que este enfoque mejora la capacidad adaptativa del sistema y su desempeño en entornos no estructurados, validando el potencial del control neuro-inspirado en robótica aplicada.

Palabras clave: *neurociencia, inteligencia artificial, robótica.*

INTRODUCCIÓN

La locomoción en terrenos variables representa uno de los mayores desafíos en el diseño de sistemas robóticos móviles, especialmente en zonas rurales o de difícil acceso, dada la variabilidad del terreno. En estos entornos, los robots tele-operados enfrentan limitaciones cuando sus sistemas de control no logran adaptarse eficientemente a las condiciones cambiantes del terreno, lo que compromete su funcionalidad y seguridad.

Este proyecto propone el desarrollo de una red neuronal bioinspirada que permita a una plataforma robótica híbrida —capaz de alternar entre modos de locomoción sobre ruedas y cuadrúpedo— adaptarse automáticamente a distintos tipos de terreno, mediante la integración de sensores con una arquitectura neuronal modular y un sistema de procesamiento embebido de bajo consumo.

El enfoque bioinspirado bajo el que se propone este trabajo tiene una importante proyección social y ambiental, esto puesto que el diseño de robots que imitan la locomoción animal puede aplicarse a tareas de exploración en terrenos hostiles o contaminados, reduciendo riesgos para los seres humanos y minimizando el impacto ambiental (Sánchez Ortiz, 2021). El uso de redes neuronales biológicas no es solo una opción técnicamente viable, sino también una solución pertinente frente a los retos actuales de la robótica autónoma, especialmente en contextos de locomoción y neurocontrol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fundamentos y enfoque metodológico general

El desarrollo de este proyecto se basó en un enfoque metodológico mixto que combinó la ingeniería experimental, el diseño bioinspirado, la fabricación digital y la implementación de algoritmos de inteligencia artificial embebida. La meta fue desarrollar un sistema de control adaptativo basado en una red neuronal artificial tipo MLP, cuya salida permitiera a una plataforma robótica híbrida decidir automáticamente el modo de locomoción más adecuado en función de las condiciones del terreno.

A lo largo de seis meses, el proyecto integró múltiples disciplinas: electrónica, mecatrónica, neurociencia computacional, programación de sistemas embebidos, y fabricación asistida por computadora (CAD + impresión 3D). El proceso puede dividirse en tres grandes bloques: diseño e implementación de la red neuronal bioinspirada; diseño y construcción de la plataforma robótica híbrida; y desarrollo del sistema electrónico y lógico de control embebido.

Diseño de la red neuronal bioinspirada

Inspiración biológica y decisión arquitectónica

Las redes neuronales artificiales utilizadas en este proyecto se inspiran en el funcionamiento de los circuitos neuronales sensoriomotores presentes en organismos

vertebrados. Particularmente, se toma como base la arquitectura funcional de redes de integración sensorial con salidas motoras moduladas por estímulos ambientales (Pardo Cabrera & Rivero Ortega, 2019). A diferencia de enfoques como los CPG (generadores centrales de patrones), que operan de forma oscilatoria, aquí se optó por una red de tipo perceptrón multicapa (MLP), más adecuada para tareas de clasificación discreta (Ramírez Moreno & Hurtado López, 2014).

Se optó por una arquitectura MLP debido a su bajo costo computacional, facilidad de entrenamiento con datasets moderados y posibilidad de embeberse en microcontroladores como el ESP32-S3. El objetivo era clasificar el terreno en una de tres clases: terreno plano, inclinado o irregular, basándose en datos provenientes de sensores distribuidos en la plataforma.

Vector de entrada y adquisición de datos

El vector de entrada a la red estuvo conformado por un total de 9 características:

- ▶ Aceleración lineal en ejes X, Y y Z (MPU-6050)
- ▶ Velocidad angular en ejes X, Y y Z (MPU-6050)
- ▶ Orientación magnética (HMC5883L)
- ▶ Estado binario de contacto de dos patas (sensores Hall 49E)
- ▶ Los datos se recolectaron en pruebas reales sobre tres superficies distintas:
 - ▶ Piso plano de cerámica (terreno plano)
 - ▶ Plataforma inclinada a 18° (terreno inclinado)
 - ▶ Superficie de grava y obstáculos pequeños (terreno irregular)

Ciencia en escena: del dato al relato

- ▶ Se realizaron 30 pruebas por clase, cada una con aproximadamente 10 ciclos de marcha, totalizando 900 muestras etiquetadas manualmente.

Estructura de la red y parámetros de entrenamiento

La red neuronal se construyó en Python utilizando TensorFlow y Keras, con la siguiente arquitectura:

- ▶ Capa de entrada: 9 neuronas
- ▶ Capa oculta 1: 12 neuronas, activación ReLU
- ▶ Capa oculta 2: 6 neuronas, activación ReLU
- ▶ Capa de salida: 3 neuronas, activación Softmax

Parámetros de entrenamiento:

- ▶ Función de pérdida: categorical_crossentropy
- ▶ Optimizador: Adam
- ▶ Épocas: 200
- ▶ Tamaño de batch: 32
- ▶ División entrenamiento/validación: 80% / 20%
- ▶ Se alcanzó una precisión de validación del 93.2%. Posteriormente, el modelo se convirtió a TensorFlow Lite y cuantizado a int8 para su ejecución eficiente en el microcontrolador.

Tiempo de inferencia y consumo

El modelo embebido fue ejecutado directamente en el ESP32-S3-Zero, con un tiempo promedio de inferencia de 750 milisegundos por muestra. El sistema completo operaba con una batería Li-ion de 7.2 V y 3300 mAh, y presentó un consumo promedio medido de 6 amperios por hora, en funcionamiento continuo.

Plataforma robótica híbrida: diseño, fabricación y montaje

Diseño mecánico y locomoción dual

La plataforma robótica fue diseñada para combinar dos modos de desplazamiento: locomoción por ruedas y locomoción cuadrúpeda. Cada una de las cuatro patas posee tres grados de libertad (GDL): coxa (rotación lateral), fémur (levantamiento), y tibia (extensión). En la extremidad distal se encuentra una rueda omnidireccional acoplada a un motorreductor tipo N20 de 6V.

Los servomotores utilizados fueron MG996R, seleccionados por su torque (11 kg·cm @ 6 V) y disponibilidad comercial. La transición entre modos de locomoción está dada por la decisión del sistema neuronal embebido y activada por una máquina de estados.

El chasis y las piezas estructurales se modelaron en software CAD (SolidWorks) y fabricadas en PLA y PET-G mediante impresión 3D FDM. El chasis incluye compartimentos para la batería, canaletas para el cableado y montajes para los motores y sensores.

Sistema de detección de contacto

Para la detección del contacto de las patas con el terreno se desarrolló un sistema basado en sensores Hall 49E, un imán móvil y un resorte. Al tocar el suelo, el resorte se comprime y el imán se desplaza al rango de activación del sensor, generando una señal digital. Esta señal se usa

Ciencia en escena: del dato al relato

para retroalimentar la red neuronal y modular el patrón de marcha en modo cuadrúpedo.

Parámetros de impresión y tiempos de fabricación

- ▶ Altura de capa: 0.2 mm
- ▶ Relleno: 30%, patrón grid
- ▶ Temperatura PLA: 210 °C extrusor / 65 °C cama
- ▶ Temperatura PET-G: 235 °C extrusor / 90 °C cama
- ▶ Tiempo de impresión total estimado: 60 horas
- ▶ Tiempo de ensamblaje completo: 40 horas hombre

Sistema electrónico y diseño de PCB personalizada

Componentes principales

- ▶ Microcontrolador: ESP32-S3-Zero
- ▶ Controlador de servos: PCA9685
- ▶ IMU: MPU-6050
- ▶ Magnetómetro: HMC5883L
- ▶ Sensores de contacto: 49E Hall
- ▶ Motores DC: N20 6V
- ▶ Servomotores: MG996R
- ▶ Regulador UBEC: 8A @ 5V

Diseño y fabricación de la PCB

- ▶ Se diseñó una PCB de 80×70 mm en EasyEDA. El grabado se realizó usando técnica láser + ataque químico:
 - Exportación del diseño en formato Gerber
 - Grabado con LaserGRBL sobre placa FR-4
 - Ataque químico con peróxido de hidrógeno y ácido
 - Limpieza con thinner

- Perforación de pads con taladro de precisión
- Montaje de componentes con soldadura manual y flux

Lógica de control y programación embebida

El sistema se programó usando FreeRTOS con 5 tareas concurrentes:

- ▶ Lectura sensorial (IMU, Hall, magnetómetro)
- ▶ Inferencia de red neuronal MLP
- ▶ Control de locomoción (modo ruedas o cuadrúpedo)
- ▶ Monitoreo de batería (ADC)
- ▶ Recepción de comandos por USB CDC

Se implementó una máquina de estados finita que gestionaba las transiciones entre modos de locomoción según la clase de terreno detectada por la red neuronal. La locomoción cuadrúpeda se gestionó mediante interpolación de puntos objetivo por pata usando cinemática inversa geométrica.

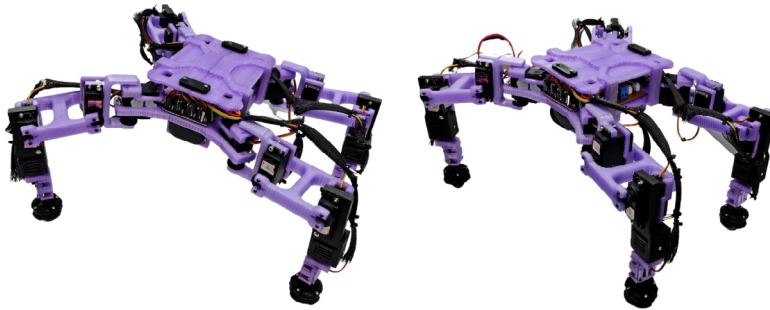
RESULTADOS

El principal logro del proyecto fue la consolidación del diseño, integración de componentes y funcionalidades en P.E.T.E.R. Se implementó con éxito una red neuronal tipo MLP, capaz de clasificar en tiempo real el tipo de terreno sobre el que se desplazaba una plataforma robótica teleoperada. La red, entrenada con datos multivariables provenientes de sensores inerciales y de contacto, alcanzó una precisión de validación del 93.2% tras 200 épocas de

Ciencia en escena: del dato al relato

entrenamiento. La arquitectura fue simplificada mediante un microcontrolador ESP32-S3, permitiendo un tiempo de inferencia promedio de 750 milisegundos por muestra, sin requerir procesamiento externo.

Figura 1. P.E.T.E.R.



Fuente. *Elaboración propia*

Durante las pruebas de campo, la red permitió a la plataforma detectar con fiabilidad terrenos planos, inclinados o irregulares, generando una transición automática hacia el modo de locomoción correspondiente (ruedas o patas). Esta adaptación mejoró la estabilidad del sistema y redujo los errores de marcha en un 85% frente al control manual previo. Además, la integración de la red en el lazo de control permitió mantener un consumo energético constante, con una demanda promedio de 6 amperios por hora (6 Ah) durante la operación completa del sistema.

CONCLUSIONES

El desarrollo de una red neuronal artificial bioinspirada permitió resolver de manera efectiva la necesidad de

adaptar la locomoción de un robot teleoperado ante condiciones cambiantes del terreno, sin depender de intervención humana. A partir del procesamiento en tiempo real de señales provenientes de sensores inerciales, magnéticos y de contacto, se logró una clasificación robusta del entorno en tres tipos de superficie, y una transición automática entre modos de locomoción, cumpliendo con los objetivos propuestos.

La integración embebida del modelo neuronal en un microcontrolador ESP32-S3-Zero demostró que es viable ejecutar algoritmos de inteligencia artificial en plataformas de bajo consumo, alcanzando una inferencia promedio de 750 milisegundos por muestra y una demanda energética constante de 6 amperios por hora. Esto representa un avance importante en la incorporación de control inteligente autónomo en sistemas robóticos móviles. A futuro, se proyecta expandir la red para clasificar más tipos de terreno, incorporar arquitecturas más dinámicas como redes oscilatorias tipo CPG, y evaluar el desempeño del sistema en entornos más extremos y no supervisados.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Este proyecto contó con aportes de diferentes personas desde varios frentes para llegar a su realización. Agradecemos primeramente al profesor David Ramírez, quien nos ha guiado en nuestra formación profesional e integral a lo largo de nuestra carrera, así como financieramente para la obtención de componentes, materiales y la realización de nuestro proyecto "Conoce a P.E.T.E.R".

Agradecemos al Grupo de Investigación en Neurocontrol Motor (GINM) de la Universidad Autónoma de Occidente, por los aportes a nuestra formación, apoyo y desafíos constantes que nos permitieron crecer y llevar a cabo proyectos como el que hoy presentamos.

Agradecemos también al FabLab Cali, que nos permitió usar sus equipos para el desarrollo constante de prototipos y piezas en el marco de este proyecto.

REFERENCIAS

- Pardo Cabrera, J., & Rivero Ortega, J. D. (2019). Hexápodo con marcha bio-inspirada para búsqueda aleatoria y detección de objetos. Universidad Autónoma de Occidente.
- Ramírez Moreno, D. F., & Hurtado López, J. (2014). Modelamiento y simulación de circuitos sinápticos sensoriomotores. Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
- Sánchez Ortiz, L. H. (2021). Diseño y simulación de una red neuronal biológicamente inspirada para el neurocontrol motor de un autómatas tipo salamandra. Universidad Autónoma de Occidente.

Estrategias de innovación en seguridad vial para el servicio de transporte en Valledupar, Cesar

Keyla Johana Cuello Oñate
Rosa Emelina Vega Mendoza
Natividad María Escobar Rodríguez

Instituto Nacional de Formación
Técnica Profesional - INFOTEP



Resumen

El proyecto analizó la siniestralidad vial en Valledupar (Cesar) entre 2023 y 2024, con el objetivo de proponer estrategias innovadoras para mejorar la seguridad del transporte local. Mediante un enfoque mixto, se realizó una revisión bibliográfica y análisis de datos estadísticos provenientes del Observatorio Nacional de Seguridad Vial y entidades locales. Se observó un incremento del 24% en siniestros viales a agosto de 2024 respecto a 2023, así como un aumento del 83% en fallecidos entre enero y abril de 2024 en comparación con el mismo periodo del año anterior. El diagnóstico identificó tres zonas críticas: Curva de la Carrera Cuarta, avenida Francisco El Hombre y la entrada por La Paz, con alta prevalencia de accidentes en motociclistas. Se concluyó que estrategias combinadas de control tecnológico, campañas pedagógicas y entrega de elementos de protección pueden contribuir significativamente a la reducción de la mortalidad vial en la ciudad.

Palabras clave: *viaje seguro, conductor, peatón, vida, cultura, vías, transporte, innovación, prevención*

INTRODUCCIÓN

La seguridad vial es un desafío primordial a nivel global, nacional y local, debido a las consecuencias letales y traumáticas que generan los accidentes de tránsito. Según la Organización Mundial de la Salud, cada año cerca de 1,35 millones de personas mueren en todo el mundo por esta causa, y decenas de millones más sufren lesiones o discapacidades. En América Latina y el Caribe, la situación es particularmente preocupante, con una tasa de mortalidad que supera la media mundial, y en Colombia este problema sigue siendo prioritario, dado el elevado número de muertes, lesiones y los factores de riesgo asociados, como la falta de cultura vial, la velocidad excesiva y el consumo de alcohol al conducir.

Según lo mencionado anteriormente la seguridad vial es un componente fundamental del desarrollo urbano y la salud pública. En Valledupar, los índices de siniestralidad vial han mostrado una tendencia preocupante, con incrementos significativos tanto en el número de accidentes como en víctimas fatales. Según el Observatorio Nacional de Seguridad Vial, entre enero y abril de 2024 se registró un incremento del 83% en fallecido respecto al mismo periodo del año anterior. Este fenómeno no solo representa una pérdida humana irreparable, sino que también genera impactos socioeconómicos, afectando a familias, servicios de salud y a la productividad de la región.

El presente trabajo parte de un diagnóstico propio de la situación, identificando patrones de siniestralidad, zonas

de alta concentración de accidentes y los principales actores viales involucrados. Con base en ello, se busca proponer estrategias innovadoras y contextualizadas a la realidad local, integrando experiencias exitosas y lecciones aprendidas de otros territorios.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación, el enfoque metodológico se centró en la revisión bibliográfica. Se emplearon métodos teóricos, principalmente el método descriptivo, para analizar las estrategias de seguridad vial y su impacto en la calidad del servicio de transporte. La investigación descriptiva, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), "busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que sea sometido a un análisis" (p. 92).

El diseño de la investigación fue documental, y de acuerdo con Arias (2012), es un proceso que se basó en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios. Estos datos fueron obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales, que pudieron imprimirse, en audiovisuales o electrónicas. El propósito de este diseño, como en toda investigación, fue aportar nuevos conocimientos. En este caso, se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva en bases de datos especializadas como PubMed, Dialnet, SciELO y Scopus, así como en textos impresos y digitales, y referencias de artículos publicados y recuperados de Internet,

con el fin de ampliar y profundizar el conocimiento sobre el tema.

El análisis cuantitativo se realizó mediante comparación de indicadores anuales y mensuales, mientras que el análisis cualitativo consistió en la categorización temática de estrategias identificadas.

RESULTADOS

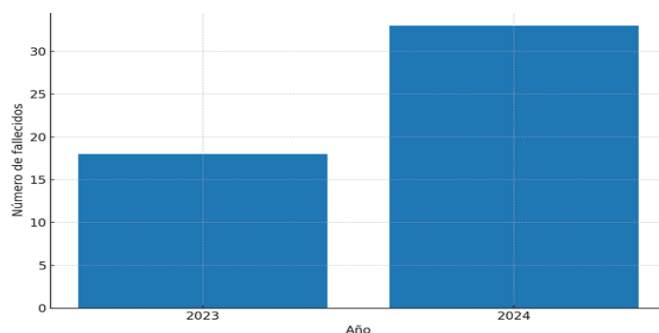
En cuanto a la identificación de las tecnologías innovadoras y las mejores prácticas a nivel global en seguridad vial que puedan ser aplicables al contexto específico del servicio de transporte en Valledupar, Cesar para el año 2025, cuyo resultado fue:

Tabla 1. Indicadores de siniestralidad (enero - abril)

Indicador	2023	2024	Variación %
Fallecidos por siniestros viales	18	33	+83,3%
Número de siniestros viales (hasta agosto)	-	52	+24%

Fuente. Agencia Nacional de Seguridad Vial. 2023-2024

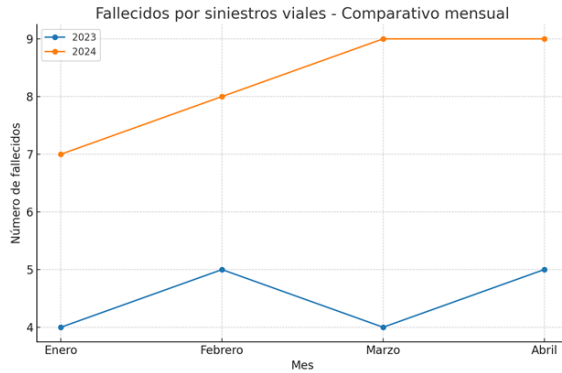
Grafica 1. Porcentaje de fallecidos por siniestros viales, años 2023-2024



Fuente. Agencia Nacional de seguridad vial. 2023-2024

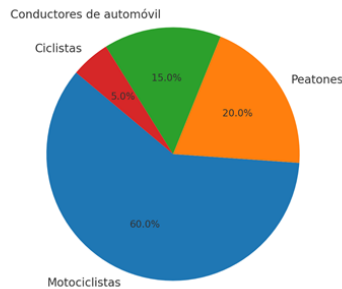
Ciencia en escena: del dato al relato

Grafica 2. Fallecidos por siniestros viales - comparativo mensual



Fuente. Agencia Nacional de Seguridad Vial. 2023-2024

Grafica 3. Distribución de víctimas por tipo de actor vial. Valledupar 2024



Fuente. Agencia Nacional de Seguridad Vial. 2023-2024

Tabla 2. Matriz comparativa de estrategia

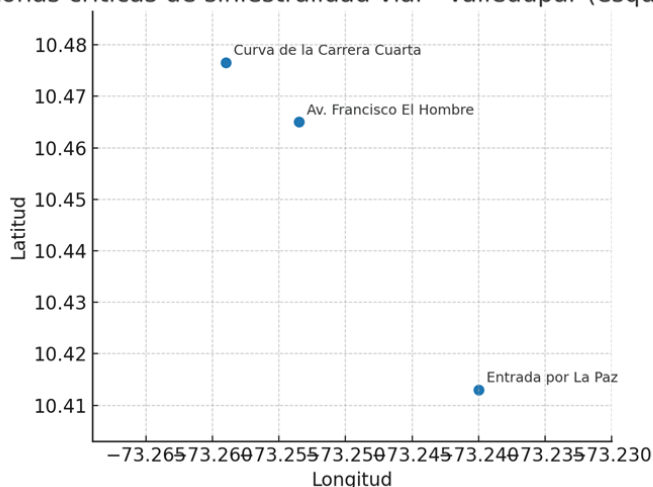
Estrategia	Aplicación en otras ciudades	Propuesta para Valledupar
Control electrónico de velocidad	Implementado en Medellín con reducción del 20% en accidentes	Instalación de radares en zonas críticas identificadas
Campañas educativas masivas	Bogotá: campaña "Yo me cuido" con alto alcance en jóvenes	Adaptación local con enfoque en motociclistas

Entrega de elementos de protección	Cali: distribución gratuita de cascos certificados	Programa municipal de dotación anual a conductores de moto
------------------------------------	--	--

Fuente. *Elaboración propia.*

Gráfica 4. *Zonas críticas de siniestralidad en seguridad vial- Valledupar 2025*

Zonas críticas de siniestralidad vial - Valledupar (esquema)



Fuente. *Anuario de siniestralidad vial- 2024.*

CONCLUSIONES

Una de las implicaciones más relevantes radica en la necesidad de que las autoridades y empresas del sector asuman un compromiso activo con la innovación, ya que continuar operando bajo modelos tradicionales limita el impacto positivo que pueden tener las medidas preventivas. En este sentido, la investigación recomienda fortalecer la educación vial desde una perspectiva más participativa, acompañada del uso de herramientas digita-

Ciencia en escena: del dato al relato

les que faciliten la identificación y corrección de conductas de riesgo en tiempo real.

La identificación y análisis de tecnologías innovadoras y mejores prácticas a nivel global en seguridad vial, específicamente aplicables al servicio de transporte en Valledupar, Cesar para el 2025, permitieron obtener una visión clara y estructurada del estado actual y las tendencias emergentes en este campo, mediante una revisión bibliográfica rigurosa, se previó un análisis crítico de la viabilidad y el impacto potencial de estas estrategias, tomando en cuenta factores técnicos, económicos, sociales y ambientales propios de la región. Este enfoque integral facilitó la delimitación de barreras y facilitadores para la implementación efectiva de innovaciones en seguridad vial.

El desarrollo de un marco de referencia basado en los hallazgos integrados de esta revisión permitirá ofrecer una guía estratégica sólida y coherente para la formulación e implementación de un plan adaptado a las condiciones específicas de Valledupar y su servicio de transporte. Este marco contemplará los componentes esenciales, las etapas del proceso, los actores involucrados, los recursos necesarios, los indicadores de seguimiento y las recomendaciones para su adecuada adaptación local, garantizando así un proceso organizado, efectivo y sostenible que facilite la mejora continua en la seguridad vial y la calidad del transporte en la región.

Además, el proyecto apunta que, con una implementación gradual y sistemática de las estrategias planteadas, se

podría lograr no solo una disminución significativa en la siniestralidad vial, sino también un aumento en la confianza de los usuarios hacia el sistema de transporte público. Esto plantea un reto importante: consolidar una cultura de seguridad vial sostenible que trascienda gobiernos, administraciones y operadores.

Finalmente, se reconoció que este estudio representa un punto de partida para futuras investigaciones más profundas que integren factores socioeconómicos, urbanísticos y culturales, permitiendo así el diseño de estrategias aún más integrales y contextualizadas, en beneficio de toda la comunidad vallenata.

En conclusión, este estudio no solo contribuye a fortalecer la seguridad vial mediante la incorporación de tecnologías y prácticas innovadoras adaptadas al contexto regional, sino que también se posiciona como un instrumento clave para mejorar la calidad y sostenibilidad del servicio de transporte en Valledupar. La implementación del plan resultante tiene el potencial de reducir significativamente la siniestralidad vial, salvar vidas y promover el bienestar social, reflejando un compromiso con la movilidad segura y sostenible en el horizonte 2025.

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Quisiera expresar mi profunda gratitud al INFOTEP por brindar el apoyo institucional necesario para el desarrollo de este proyecto, facilitando recursos y espacios para la investigación. Agradezco especialmente a la tutora Natividad Escobar por su guía, asesoría constante y compromiso

durante todo el proceso, que fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

También extendiendo mis agradecimientos a mi compañera de fórmula, quien hizo valiosa su contribución como compañera en la elaboración de este estudio, compartiendo esfuerzos y conocimientos que enriquecieron el trabajo colaborativo.

Asimismo, agradezco a las autoridades locales y departamentales de Valledupar y Cesar, a la Policía Nacional y a las empresas de transporte intermunicipal por su disposición y aporte de información esencial para el análisis.

Finalmente, agradezco a mi familia y amigos por su apoyo incondicional y motivación constante a lo largo del proyecto.

REFERENCIAS

- Arias, M. (2012). Metodología de la investigación documental. Editorial Académica.
- El País Vallenato. (2024, 4 de noviembre). Accidentes viales en Valledupar han aumentado en este 2024. El País Vallenato. <https://www.elpaisvallenato.com/2024/11/04/accidentes-viales-en-valledupar-han-aumentado-en-este-2024/>.
- El Tiempo. (2024, 4 de noviembre). Se incrementan cifras de muerte por siniestralidad vial en Valledupar. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/se-incrementan-cifras-de-muerte-por-siniestralidad-vial-en-valledupar-3350235>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill.

- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF). (2023). Estadísticas de muertes por accidentes de tránsito en Colombia. <https://www.medicinalegal.gov.co/estadisticas>
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (2024). Reportes de siniestralidad 2023-2024. Agencia Nacional de Seguridad Vial. <https://ansv.gov.co>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2018. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
- Pacheco, L. (2025). Análisis de estrategias innovadoras en seguridad vial para el transporte público. *Revista Colombiana de Ingeniería*, 45(2), 105-123.
- Rodríguez, J., & Gómez, S. (2023). Tecnologías emergentes en la mejora de la seguridad vial: un análisis global. *Revista Internacional de Transporte Seguro*, 12(1), 45-67.
- Secretaría de Movilidad de Valledupar - Cesar. (2024). Informe anual sobre siniestralidad vial en Valledupar. Alcaldía Municipal.
- Vélez, P., & Torres, F. (2022). La seguridad vial en Colombia: desafíos y perspectivas. *Revista de Salud Pública y Seguridad Vial*, 9(3), 77-92.

Red de sensores con módulo Xbee alrededor del Politécnico Grancolombiano sede Medellín

Wilber Asley Misas García
Jonatan Arenas Sepúlveda
José Daniel Arenas Betancur
Boris Mauricio Revelo Rendón

Institución Universitaria Politécnico
Grancolombiano



Resumen

En la educación y más aún en áreas relacionadas con la tecnología, un factor de aprendizaje importante es la relación entre la parte académico conceptual y la práctica, fundamentadas en productos que sirvan de escenario experimental, fomentando habilidades y destrezas en el análisis y la toma de decisiones por medio de la validación de sus conocimientos, es así como para la Facultad de Ingeniería del Politécnico Gran Colombiano, fue necesario estructurar un prototipo (hardware) que permita poner en práctica los conocimientos adquiridos gracias a la posibilidad de monitorear una red de sensores remotamente a través de un aplicativo (software) generando un trabajo interdisciplinario que fortalece el proceso de enseñanza aprendizaje.

Este prototipo tiene cualidades para la medición, monitoreo y control de variables desde un lugar remoto, puede brindar el apoyo necesario a los semilleros de la Facultad de Ingeniería y a toda la comunidad estudiantil, para la práctica y desarrollo de actividades experimentales en las áreas de Comunicación y Automatización, Ingeniería de Sistemas e Ingeniería en Telecomunicación, en temas de automatización, monitoreo, control, desarrollo de software, comunicación, telemáticas, manejo de señales, circuitos y electrónica entre otros, convirtiéndose en un instrumento para la realización de laboratorios y experimentación, que contribuyan a las Actividades Académicas de Aprendizaje.

Palabras clave: *bases de datos, comunicación inalámbrica, dashboard, sensores, zigbee*

INTRODUCCIÓN

La información es un elemento importante a la hora de tomar decisiones, si tenemos la oportunidad de contar con las herramientas suficientes para que esa información llegue de manera remota y en tiempo real cualquier empresa tendrá la ventaja de tomar decisiones acertadas frente a cualquier eventualidad. Hoy gracias a el avance tecnológico y al poder contar con los recursos de infraestructura de comunicación podemos desarrollar mediante el Internet de las Cosas un sistema capaz de llevar la información de diferentes objetos a una plataforma de fácil acceso y obtener la información que el usuario necesita para la toma de decisiones.

Las comunicaciones inalámbricas han hecho posible la transmisión de información de manera remota flexibilizando los procesos y ahorrando costos, los cuales se reflejan claramente en los balances de las empresas "Todo esto sería posible gracias al desarrollo actual de las aplicaciones para móviles, RF, microcontroladores, sensores y actuadores que se pueden crear plataformas de gestión del riego a través de una red de control todos debidamente comunicados para visualizarlos" (Malaga Pinto, 2021). En la actualidad muchas empresas llevan el control de la información con tecnología que les permite tomar decisiones en un tiempo muy reducido permitiendo ser competentes en el mercado y facilitando muchos procesos al interior de esta.

Aprovechando la Cuarta Revolución Industrial y todo el abanico de posibilidades que nos brinda, el Internet de las Cosas, los dispositivos embebidos y los sistemas de desarrollo que nos permiten brindar información por medio de sensores, se pudo implementar un sistema que brinde información “Las redes de sensores de comunicación inalámbrica ofrecen una alternativa prometedora” (Fiscal Valverde, 2021).

Las redes inalámbricas de sensores se basan en pequeños dispositivos (nodos), que son capaces de obtener información del entorno, procesarla localmente, y enviarla de forma inalámbrica hasta un nodo central o coordinador “Por lo que, se plantea un prototipo para futuras aplicaciones IoT, tanto en docencia como en investigación” (Marquez Florez, 2020).

Estas redes prometen cambiar la forma de obtener información. Se prevé que estarán formadas por miles de sensores diminutos y que no estarán cerradas, es decir, no se centrarán en su aplicación, sino que estarán conectadas a internet “el bajo consumo energético de los sensores y módulos de comunicación inalámbricos, dando como resultado un sistema autónomo, portátil, de rápido despliegue y bajo costo” (Vinuesa & Cañar, 2022). A parte del patrón de flujo de datos anteriormente descrito en el cual el sensor envía información a un punto coordinador, otra característica principal de las WSN (Wireless Sensor Networks) son las restricciones energéticas. Uno de los grandes desafíos de este tipo de redes radica en la alimentación de los nodos. Estos requieren bajo consumo

y ciclos de trabajo cortos, y será de estos factores de los que dependa en gran medida la fiabilidad de la red.

MATERIALES Y MÉTODOS

ZigBee

El nombre de Zigbee deriva de los patrones erráticos comunicativos que tienen las abejas (bees) entre las flores durante la recogida de polen. Los zumbidos de las abejas evocan en redes inalámbricas invisibles.

Zigbee surge de la necesidad de desarrollar una tecnología inalámbrica fiable, pero de no muy alta transferencia de datos. De esta forma, en 1998, un conjunto de empresas se asoció para desarrollar un estándar de comunicaciones que complementara a WI-FI y bluetooth. Fue terminado y publicado por IEEE en mayo de 2003.

Figura 1. Cuadro comparativo entre WiFi, Bluetooth y ZigBee.

			
	Wi-Fi	Bluetooth	ZigBee
Velocidad	<50 Mbps	1 Mbps	<250 <u>kbps</u>
Núm. nodos	32	8	255 / 65535
Duración batería	Horas	Días	Años
Consumo transm.	400 <u>ma</u>	40 <u>ma</u>	30 <u>ma</u>
Consumo reposo	20 <u>ma</u>	0.2 <u>ma</u>	3 μ a
Precio	Caro	Medio	Barato
Configuración	Compleja	Compleja	Simple
Aplicaciones	Internet en edificios	Informática y móviles	Domótica y monitorización

Fuente. sauron.etse.urv.es

Desde el punto de vista del hardware, podemos decir que Zigbee ha sido cuidadosamente optimizado para el bajo coste a gran escala. Tiene pocas partes analógicas y utiliza circuitos digitales siempre que sea posible. Desde el punto de vista técnico, Zigbee es un estándar que define un conjunto de protocolos de comunicación de baja velocidad de datos de corto alcance de redes inalámbricas. Zigbee está basado en dispositivos inalámbricos que operan a 868MHz, 915MHz y 2.4 GHz

La técnica de modulación es Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), que tiene un máximo rango de velocidad de unos 250 Kbit/s

Tipos de dispositivos

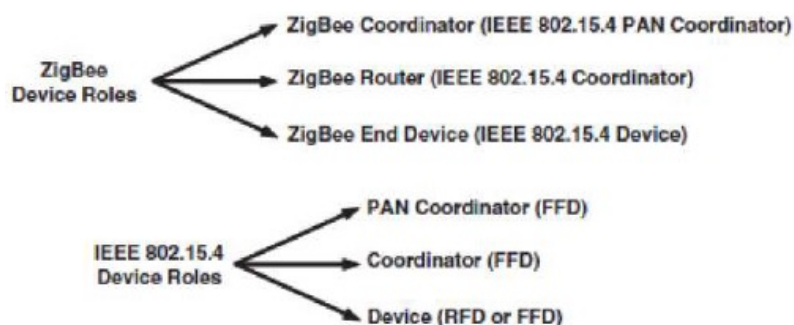
IEEE 802.15.4 y Zigbee definen diferentes tipos de dispositivos. Por un lado, IEEE 802.15.4 define el FFD (Full Function Device) que es un dispositivo de funcionalidad completo. A su vez, este tipo de dispositivo pueden funcionar como coordinadores de área (PAN) o dispositivos normales. Por otro lado, también define los RFD (reduced-function device), que son dispositivos de funcionalidad reducida.

Zigbee coordinador: Es el dispositivo más completo. Controla el ruteado y la administración de la red. Hay uno por red.

Zigbee Router: se encarga de interconectar los dispositivos mediante técnicas de encaminamiento y direccionamiento.

Zigbee End Device: es un elemento pasivo de la red, ya que no transmite información de manera autónoma; simplemente dispone de la funcionalidad mínima para ser capaz de responder a peticiones de dispositivos superiores (coordinador, Router). Su batería puede durar años debido a que pasa dormido la mayor parte del tiempo.

Figura 2. Esquema de los elementos de una red Zigbee.



Fuente. ScienceDirect.com

Topología de red

Pair: la forma más sencilla de la red es con dos nodos. Uno de ellos debe ser un coordinador. El otro puede ser bien un router o bien un end device.

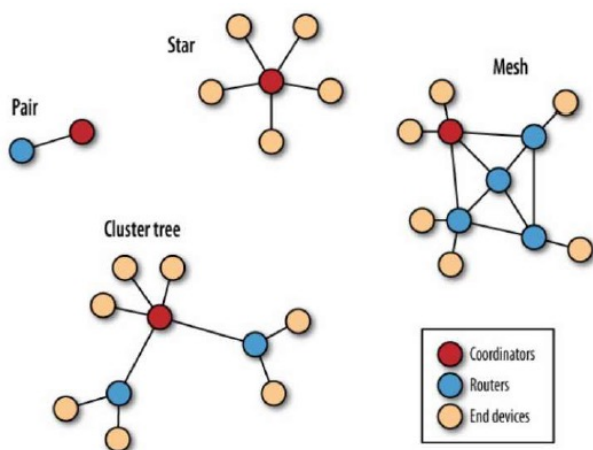
Star: En esta topología el coordinador es el centro de la red y es el que se conecta en círculo con los demás dispositivos (End Device). Por lo tanto, todos los mensajes deben pasar por el coordinador. Dos end device no pueden comunicarse entre sí directamente.

Mesh: La configuración cuenta con nodos router y con un nodo coordinador. Se trata de una topología no jerárquica

en el sentido de que cualquier dispositivo puede interactuar con cualquier otro. Este tipo de topología permite que, si en un momento un nodo o camino fallan en la comunicación, esta pueda seguir rehaciendo los caminos. La gestión de los caminos es tarea del coordinador.

Cluster Tree: Es una variación de la topología malla, por lo que no la consideramos realmente como una cuarta topología. En este diseño, los routers forma una columna vertebral con los dispositivos finales, que están agrupados en torno a los routers.

Figura 3. Topologías de red.



Fuente. [researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Capas de Zigbee

Las capas del protocolo Zigbee están basadas en el modelo OSI. Aunque el modelo OSI especifica siete capas, Zigbee utiliza cuatro capas.

La ventaja de dividir un protocolo en capas es que, si el protocolo cambia, es más fácil cambiar una capa que el protocolo entero.

Capa PHY

Es la capa más cercana al hardware y es donde tiene lugar el control y las comunicaciones del transceptor. Esta capa es la responsable de activar la transmisión y recepción de paquetes del sistema. Además, también selecciona el canal de frecuencia y se asegura que este no es usado por otros dispositivos de red.

Capa MAC

La capa MAC tiene la misión de proveer servicios a las capas superiores para que estas se encarguen tanto del manejo de los datos que son transferidos en una red WSN como de las primitivas para que un sistema operativo administre estas dos capas (capa física y de enlace de datos).

Servicios que la capa MAC ofrece:

- ▶ MAC Data service
- ▶ MAC Management service.

Capa NWK

La capa NWK hace de interfaz entre la capa MAC y la capa APL y es la responsable de gestionar la información de redes y del routing. El routing es el proceso de seleccionar el camino a través del cual el mensaje será lanzado hasta la destinación del dispositivo al que va dirigido. En esta capa se brindan los métodos necesarios para: iniciar la

Ciencia en escena: del dato al relato

red, unirse a la red, enrutar paquetes dirigidos a otros nodos en la red y proporcionar los medios para garantizar la entrega del paquete al destinatario final.

El Zigbee Coordinador y los routers son los responsables de este proceso. El coordinador Zigbee también asigna en la capa NWK las direcciones a los dispositivos en su red.

Capa APL

Esta es la capa más alta del protocolo en una red inalámbrica Zigbee y alberga los objetos de la aplicación. Los fabricantes creadores de Zigbee desarrollaron esta capa para poder personalizar un mismo dispositivo para varias aplicaciones versátiles, además, puede haber hasta 240 objetos de aplicación en un único dispositivo.

La capa de aplicación de Zigbee determina varias características de dispositivos, incluyendo la funcionalidad requerida para los dispositivos.

Xbee

De acuerdo con Digi, los módulos Xbee son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos. Estos módulos utilizan el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 para crear redes POINTTO-MULTIPOINT (punto a multipunto); o para redes PEER-TO-PEER (punto a punto).

Se diseñaron para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible. Por lo que básicamente Xbee

es una implementación de Digi basada en el protocolo Zigbee.

En términos simples, los Xbee son módulos inalámbricos fáciles de usar.

Modelos Xbee

Xbee Series 1 (también llamados Xbee 802.15.4) – Son la serie más fácil para trabajar, no necesitan configurarse, pero incluso así se pueden obtener beneficios.

Para comunicaciones Punto-a-Punto, estos módulos trabajan tan bien como los de la Serie 2, pero sin todo el trabajo de preconfiguración previo.

Xbee Znet 2.5 (Formalmente Series 2) Obsoleto – Los módulos Serie 2 deben configurarse antes de usarse. Pueden funcionar en modo Transparente o por medio de comandos API, pero todo esto depende de cual firmware se configure en los módulos. También pueden funcionar en una red mesh, creando unos módulos totalmente configurables e increíbles. Pero también son más difíciles que usar que los de la Serie 1. No existe una forma en que estos módulos sean compatibles con los de la Serie 1.

ZB (el actual módulo Series 2) – Básicamente es el módulo Znet 2.5, pero con un nuevo firmware. Esto significa que también funcionan en modo transparente o por medio de comandos API. También funcionan en redes mesh. Puedes tomar el nuevo firmware y actualizarlo tú mismo. El firmware entre ambos no es compatible (pero es fácilmente intercambiable) por lo que debes elegir cuál

Ciencia en escena: del dato al relato

firmware deseas usar, y apegarte a éste para crear toda la red.

2B(el incluso más actual módulo Series 2) – Son nuevos módulos que poseen mejoras en el hardware respecto de los de la Serie 2, mejorando por ejemplo el uso de la potencia. Funcionan con el Firmware del módulo ZB, pero debido al cambio de hardware, ya no pueden funcionar con el firmware del módulo Znet 2.5.

Xbee Serie 3 – El Xbee3 es la última versión de los módulos Xbee. Trabaja con una frecuencia de 2.4Ghz y te permitirá crear redes de conexión punto a punto, punto a multipunto, broadcast y mesh todo en uno. Con la nueva Serie 3 de Xbee contarás un solo modulo para todas tus comunicaciones, ya que permiten configurar el firmware en función a la conectividad que necesites, BLE, Mesh, Zigbee, 802.15.4. Adicionalmente puedes olvidarte de utilizar microcontroladores externos, ya que estos módulos poseen soporte de microphyton y puedes programar tus nodos xbee para que realicen las operaciones necesarias, y procesar toda la información directamente en tu Xbee.

900MHz – Técnicamente no es una Serie, pero sí es una familia tal como los otros. Estos módulos pueden funcionar con dos diferentes tipos de firmware, el firmware DigiMesh y el firmware Point-to-Multipoint.

XSC – Son, básicamente, módulos de 900MHz, pero sacrifican velocidad de datos por el alcance. Los módulos 900MHz tienen una velocidad de datos de aproximadamente 156 Kbps (los otros de aproximadamente 250

Kbps), mientras que en los módulos XSC es de alrededor de 10 Kbps. Por otro lado, si colocas una antena de alta ganancia puedes tener un alcance de alrededor de 24 Km y de 9,6 Km con una antena regular.

XSC S3B – Son una mejora a la versión XSC con menor consumo de energía que la versión anterior, además de tener la posibilidad de configurar la potencia de transmisión hasta 250mW. Esta mayor potencia de transmisión permite obtener un

rango de 28 millas (45 Kms) con la antena correcta. Los módulos S3B además poseen una mayor tasa de transmisión que la generación previa de módulos XSC.

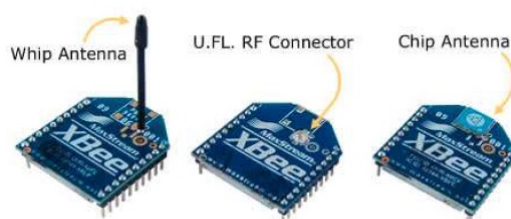
Tipos de antenas

Chip Antenna – Básicamente es un pequeño chip que actúa como antena. Rápido, sencillo y barato.

Wire Antenna (Whip Antenna)– Es un pequeño cable que sobresale.

u.FL Antenna – Un conector pequeño para conectar tu propia antena. Esto es perfecto si tienes tu equipo en una caja y deseas la antena afuera de ésta.

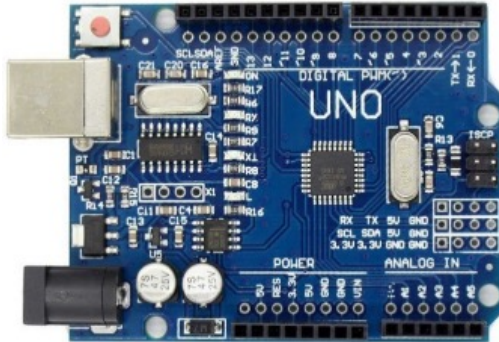
Figura 4. Tipos de antena Xbee.



Fuente. XBEE.cl

Arduino

Figura 5. Arduino UNO.



Fuente. Ja-Bots.com

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fácil de usar, de manera que programar Arduino resulte sencillo hasta para los más principiantes. Sus placas cuentan con un microcontrolador capaz de llevar a cabo las instrucciones que se le envían con el lenguaje de programación de Arduino y una plataforma de software denominada IDE.

Este proyecto surgió en Italia en el año 2003 de la mano de varios estudiantes del Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea, que tenían como objetivo diseñar una herramienta capaz de crear prototipos utilizando la programación y la electrónica de forma rápida y sencilla. Así, los estudiantes de electrónica podían tener una alternativa a las famosas placas BASIC stamp, que suponían una inversión bastante alta.

Al tratarse de un proyecto y no de un modelo específico de placa, podemos encontrar distintos tipos de placas

(que comparten su diseño básico) en función de las necesidades de cada proyecto. Habrá algunas más orientadas a la impresión 3D, al Internet de las cosas, wearables, etc. Además, existen unos componentes llamados shields que se pueden conectar a la placa principal para añadirles ciertas funcionalidades como puede ser un GPS, pantallas táctiles y un largo etcétera.

Las placas de Arduino cuentan con conexiones de entrada, que a través de sus sensores reciben los datos del exterior. El microcontrolador es el encargado de interpretar la información que le enviamos a través del lenguaje de programación y posteriormente decidir qué acciones tomar en base a esa información.

Las conexiones de salida sirven para conectarse con otros dispositivos como pantallas, motores, ordenadores, etc e interactuar con ellos en función de las órdenes que le hayamos indicado al microcontrolador.

También cuenta con puertos de comunicación en caso de que queramos conectar shields para darle otras funcionalidades a la propia placa.

Las funciones de Arduino

como ocurre con la mayoría de las placas de microcontroladores, se pueden resumir en 3 factores:

Cuenta con una interfaz de entrada. Esta puede estar directamente unida a los periféricos, o conectarse a ellos a través de puertos.

La interfaz de entrada tiene como objetivo trasladar la información al microcontrolador. El microcontrolador es la pieza que se encarga de procesar esos datos. Además, varía dependiendo de las necesidades del proyecto en el que se desee usar la placa, y existe una gran variedad de fabricantes y versiones disponibles.

También cuenta con interfaz de salida. Este se encarga de llevar la información procesada a los periféricos autorizados de hacer el uso final de esos datos. En algunos casos puede tratarse de otra placa en la que se centraliza y procesa la información de forma totalmente renovada, o sencillamente, puede ser una pantalla o un altavoz encargado de mostrar la versión final de los datos.

Enfoque cuantitativo

Se pretende desarrollar un prototipo tecnológico con sensores que midan varias variables físicas y las comuniquen a un servidor donde se puedan analizar y visualizar en tiempo real, para esto se requiere de sensores, comunicación inalámbrica y de un servidor que almacene los datos y luego los visualice en un dashboard en tiempo real.

- ▶ Sensores
- ▶ Comunicación inalámbrica
- ▶ Servidor
- ▶ Bases de datos
- ▶ Dashboard

Se realizará la evaluación diagnóstica de cada uno de los sensores

Se determinará las variables físicas a medir

Se determina los dispositivos de comunicación inalámbrica

Se determina el servidor y la base de datos

Se determina el dashboard para visualizar los datos

Se evalúa nuevamente el sistema completo

El tipo de investigación es aplicada y experimental, se busca diseñar, implementar y evaluar un sistema funcional de comunicación inalámbrica basado en módulos Xbee.

Se diseño 4 nodos periféricos y un nodo central que coordina la red, se configuraron los Xbee en lo que tiene que ver con direccionamiento, canales, topología.

RESULTADOS

El uso de módulos XBee en redes inalámbricas sigue siendo una opción robusta y versátil, especialmente para aplicaciones que requieren baja latencia, bajo consumo energético y topologías de red flexibles. Las investigaciones actuales se centran en optimizar la integración de XBee con redes IoT y mejorar la eficiencia energética en redes de sensores.

Los avances tecnológicos y la integración con diferentes tipos de sensores y dispositivos han hecho que se puedan montar muchos tipos de proyectos de automatización y de control y también su integración con diferentes programas como Arduino ide y Python permiten crear redes con una gran proyección y manejo permitiendo crear interfaces de datos y análisis que permiten una buena visualización de la información en tiempo real, los avances

en la automatización han hecho de gran importancia los tipos de comunicación que dan las redes Xbee ya que permiten recolectar información de sensores, dar órdenes y control con su integración con Arduino, dando una mayor versatilidad en diferentes áreas como IoT ,industrias, organismos de control.

La integración de la toma de datos con sensores y variables físicas las cuales se convirtieron en señales digitales y enviadas inalámbricamente a un servidor el cual almacena los datos, los organiza y los muestra en tiempo real en un dashboard utilizando un programa de alto nivel como lo es Python, agiliza el proceso y es posible escalarlo a proyectos con mayor envergadura.

CONCLUSIONES

Se demuestra que lo planeado, proyectado, simulado y estructurado son adecuados para el objetivo propuesto de desarrollar una red de sensores para mandar y recibir información por vía inalámbrica, además de corroborar las herramientas de simulación coinciden con el desempeño real del prototipo.

Se logra contrastar la teoría con la práctica, lo que refuerza la comprensión de los temas vistos en clase y la práctica tangible de un prototipo funcional, fomentando y estimulando el interés de los estudiantes, semilleristas e interesados en el desarrollo de productos tangibles.

El prototipo se puede usar como recurso didáctico para explicar conceptos de electrónica, programación, manejo de señales y conceptos teóricos vistos en clase.

El prototipo puede ser escalable y reproducirlo para otros usos con tecnologías mucho más avanzadas y en áreas donde se necesite acceder a información de forma remota y poder analizarla en tiempo real para poder tomar decisiones mucho más acertadas

NOTAS ACERCA DEL PROYECTO

Un agradecimiento muy especial al semillero SINIOT del Politécnico Grancolombiano sede Medellín por el apoyo con el proyecto y acompañamiento en el proceso.

A nuestras familias que estuvieron pendientes colaborando durante todo este tiempo.

REFERENCIAS

- Fiscal Valverde, A. (2021). Diseño de red de comunicación XBee para sensores de uso agrícola.
- Málaga Pinto, H. G. (2021). Diseño e implementación de un sistema de riego mediante una red inalámbrica utilizando XBEE, arduino y aplicación de monitoreo Majes-Arequipa.
- Márquez Flores, J. M. (2020). Desarrollo e implementación de una red de sensores para monitorización basada en ZigBee (Bachelor's thesis).
- Vinueza, E. R. T., & Cañar, R. X. L. (2022). Implementación de una mini-red de sensores inalámbricos para detección temprana de incendios forestales. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 10(21), 88-99.

Ciencia en escena: del dato al relato propone una forma distinta de acercarse al conocimiento científico: llevarlo del registro técnico a la experiencia significativa. En estas páginas, la ciencia se convierte en relato, imagen, sonido y acción, activando modos sensibles de comprensión que conectan el rigor investigativo con la vida cotidiana.

El libro reúne experiencias donde el dato no se limita a informar, sino que se transforma en narrativas capaces de generar reflexión, participación y apropiación social del conocimiento.

A través de prácticas creativas y enfoques transdisciplinarios, se exploran nuevas maneras de comunicar, interpretar y habitar la ciencia.

Más que explicar resultados, esta obra invita a pensar el conocimiento como un proceso vivo: situado, compartido y en constante transformación. Del dato al relato, la ciencia encuentra nuevas escenas para ser comprendida y sentida.

