

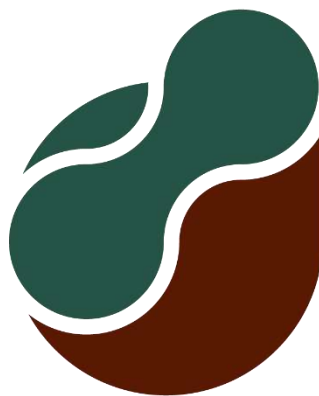


EDITORIAL
UNIÓN CIENTÍFICA

DESAFÍOS DE LA SOCIEDAD **CONTEMPORÁNEA**

MERCADO, TECNOLOGÍA Y CIUDADANÍA
e-ISSN:3103-117X

VOL 2(1) 2026
ENERO - ABRIL 2026



EDITORIAL UNIÓN CIENTÍFICA

Editorial Unión Científica, EUC

Copyright © Editorial Unión Científica, EUC

Copyright del texto © 2026 de los autores

<https://libros.editorialunioncientifica.com/>

info@editorialuc.com

WhatsApp +593 98 334 4363

Licencia no comercial



TÍTULO: Desafíos de la sociedad contemporánea.

Challenges of contemporary society.

- | | |
|------------|---|
| Capítulo 1 | Clasificación automatizada de residuos sólidos mediante visión por computador y el modelo YOLOv8 para gestión ambiental.
<i>Thomás Ricardo Borja Saltos*, Claudio Xavier Borja Saltos, Jorge Wilson Tamami Pachala, Cristhian Geovanny Villamarin Arroba</i> |
| Capítulo 2 | Estrategias de economía circular y gestión ambiental en maquilas textiles.
<i>Mercedes Anabel Monar Verdezoto*, Hernán Arturo Rojas Sánchez</i> |
| Capítulo 3 | Influencia del capital cultural en el rendimiento académico de los estudiantes.
<i>Simeón Ángel Zavala Verdezoto</i> |
| Capítulo 4 | Ascetismo y ética en comunidades evangélicas: influencia del ayuno y la vigilia.
<i>Alisson Daniela Ocampo Paño*, Mario Manuel Paredes López, Erika Anabel Duche Manobanda</i> |
| Capítulo 5 | Modelo de Inteligencia Artificial para la detección temprana del riesgo de diabetes usando algoritmos supervisados de aprendizaje automático.
<i>Jesús Ernesto González Torres*, Alexander Ufredo Alegria Chavez, Diana Magali Alegría Camino, Verónica Elizabeth Sánchez Aguiar</i> |

EDITOR JEFE: Carlos Luis Vásquez Freytez. Editorial Unión Científica, EUC.

ORCID EDITOR JEFE: <https://orcid.org/0000-0002-8214-3632>

CORRECCIÓN ESTILO: Gabriela Otilia Jácome Benavides. Fundación Río Verde Ecuador Emprende. Ecuador.

PÁGINAS: 113.

CIUDAD: Ambato

INSTITUCIÓN: Editorial Unión Científica, EUC.

PROCESO DE REVISIÓN: todos los capítulos han sido revisados por expertos externos bajo la modalidad *Double blind*.

ISBN: 978-9942-7391-7-9.

ISSN: 3103-117X.

DOI: <https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1>

PRIMERA VERSIÓN DISPONIBLE EN LÍNEA: febrero de 2026.

Clasificación Dewey Decimal (DDC):

- 300. Ciudadanía, sociedad, cultura.
- 303. Cambio social, cohesión social.
- 306. Cultura e instituciones sociales.

Clasificación THEMA:

- CAPÍTULO 1:** TQG — Gestión ambiental y sustentabilidad.
- CAPÍTULO 2:** TJS — Tecnología e impacto en la sociedad.
- CAPÍTULO 3:** XJH — Educación y rendimiento académico.
- CAPÍTULO 4:** VBF — Ética religiosa / Prácticas religiosas y espiritualidad.
- CAPÍTULO 5:** TJS — Salud y tecnologías en medicina.

COMITÉ CIENTÍFICO

[Cristian Vacacela Gómez](#), PhD. INFN-Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italia.

[Óscar Alí Corona Salazar](#), PhD. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, PUCMM. Campus Santiago. República Dominicana.

[Miguel Israel Bennasar García](#), PhD. Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, ISFODASU. República Dominicana.

[Helen Goitia Semeco](#), PhD. Universidad Nacional de La Plata, UNLP. Argentina.

[Diana Carolina Coello Fiallos](#), PhD. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH. Ecuador.

[Daniel Arias Toro](#), PhD. Universidad Técnica de Babahoyo, UTB. Ecuador.

[Ruth Mariela Álvarez Escalona](#), PhD. Universidad Experimental del Táchira, UNET. Venezuela. Profesor de Química, Bioquímica-Ingeniería Ambiental-Catálisis.

[Paúl Miño Armijos](#), MSc. Universidad Católica de Cuenca, UCACUE. Ecuador. Máster en Intervención Psicosocial y Comunitaria.

[María Raquel González Legendre](#), MSc. CEO Ciencia por la verdad. Ecuador.

Desafíos de la sociedad contemporánea

Colección Mercado, Tecnología y Ciudadanía | V2N1

¿Cómo converge la Inteligencia Artificial con la ética comunitaria? ¿Es posible transformar la industria mediante algoritmos sin perder de vista la sostenibilidad humana?

En este número, la colección Mercado, Tecnología y Ciudadanía (ISSN 3103-117X) explora la intersección entre el desarrollo técnico y la responsabilidad social. A través de cinco investigaciones, este volumen transita desde la automatización de residuos mediante visión por computador y la economía circular en el sector textil, hasta el impacto del capital cultural en la educación y el uso de aprendizaje automático para la prevención sanitaria.

Diseñado para académicos, profesionales y entes tomadores de decisiones, el Volumen 2, Número 1 ofrece una visión interdisciplinaria indispensable para comprender los procesos que configuran las ciudades y los mercados del mañana. No se trata solo de tecnología; se trata de cómo la tecnología redefine nuestra identidad como ciudadanos en un mundo en constante transformación.

Libro MTC V2N1 enero abril 2026

Desafíos de la sociedad contemporánea

RESUMEN DEL VOLUMEN

Este volumen de la serie Mercado, Tecnología y Ciudadanía ofrece una exploración interdisciplinaria sobre las dinámicas que definen la interacción entre el progreso técnico y la realidad social en el año 2026. A través de cinco capítulos seleccionados, la obra examina cómo la automatización y la inteligencia artificial pueden ponerse al servicio del desarrollo sostenible y el bienestar humano. El recorrido editorial inicia con soluciones tecnológicas aplicadas a la gestión ambiental, destacando el uso de visión por computador para el tratamiento de residuos y la implementación de modelos de economía circular en la industria textil, sectores importantes para la resiliencia urbana. Posteriormente, la obra se adentra en el análisis del capital cultural y la ética comunitaria, recordándonos que el éxito de cualquier sistema social depende de la comprensión de las raíces identitarias y educativas de sus ciudadanos. Finalmente, el libro aborda la frontera de la salud digital, aquí se muestra cómo los algoritmos de aprendizaje automático supervisado pueden transformar la prevención sanitaria al permitir una detección temprana de patologías crónicas basada en factores individuales. En su conjunto, esta entrega documenta avances científicos de vanguardia al tiempo que propone un marco reflexivo para académicos y responsables de políticas públicas, haciendo énfasis que la verdadera innovación tecnológica debe ser inclusiva, éticamente fundamentada y estar orientada a fortalecer los derechos y la calidad de vida de la ciudadanía contemporánea en un mercado globalizado y digitalmente transformado.

Palabras clave: economía circular; inteligencia artificial; medio ambiente; rendimiento escolar.

VOLUME ABSTRACT

This volume of the series Mercado, Tecnología y Ciudadanía offers an interdisciplinary exploration of the dynamics shaping the interaction between technological progress and social reality in 2026. Through five selected chapters, the work examines how automation and artificial intelligence can be placed at the service of sustainable development and human well-being. The editorial journey begins with technological solutions applied to environmental management, highlighting the use of computer vision for waste treatment and the implementation of circular economy models in the textile industry—key sectors for urban resilience. It then moves into an analysis of cultural capital and community ethics, reminding us that the success of any social system depends on understanding the identity-based and educational foundations of its citizens. Finally, the book addresses the frontier of digital health, demonstrating how supervised machine learning algorithms can transform preventive healthcare by enabling early detection of chronic diseases based on individual factors. Overall, this volume documents cutting-edge scientific advances while proposing a reflective framework for scholars and public policy decision-makers, emphasizing that true technological innovation must be inclusive, ethically grounded, and oriented toward strengthening the rights and quality of life of contemporary citizens in a globalized and digitally transformed market.

Keywords: circular economy; artificial intelligence; environment; academic performance.

ÍNDICE GENERAL

	Referencia
PRÓLOGO	
La interdisciplinariedad como eje de cambio	i
INTRODUCCIÓN	
Convergencias en el tejido social	iii
Sección I. INNOVACIÓN TÉCNICA Y SOSTENIBILIDAD URBANA	
Capítulo 1	
Clasificación automatizada de residuos sólidos mediante visión por computador y el modelo YOLOv8 para gestión ambiental.	e1
<i>Thomás Ricardo Borja Saltos*, Claudio Xavier Borja Saltos, Jorge Wilson Tamami Pachala, Cristhian Geovanny Villamarín Arroba</i>	
DOI: https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e1	
Capítulo 2	
Estrategias de economía circular y gestión ambiental en maquilas textiles.	e2
<i>Mercedes Anabel Monar Verdezoto*, Hernán Arturo Rojas Sánchez</i>	
DOI: https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e2	
Sección II. DIMENSIONES SOCIO-CULTURALES Y CIUDADANÍA	
Capítulo 3	
Influencia del capital cultural en el rendimiento académico de los estudiantes.	e3
<i>Simeón Ángel Zavala Verdezoto</i>	
DOI: https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e3	
Capítulo 4	
Ascetismo y ética en comunidades evangélicas: influencia del ayuno y la vigilia.	e4
<i>Alisson Daniela Ocampo Paño, Mario Manuel Paredes López, Erika Anabel Duche Manobanda</i>	
DOI: https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e4	
Sección III. TECNOLOGÍA APLICADA AL BIENESTAR HUMANO	
Capítulo 5	
Modelo de Inteligencia Artificial para la detección temprana del riesgo de diabetes usando algoritmos supervisados de aprendizaje automático.	e5
<i>Jesús Ernesto González Torres, Alexander Ufredo Alegria Chavez, Diana Magali Alegría Camino, Verónica Elizabeth Sánchez Aguiar</i>	
DOI: https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e5	
Sección IV. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	
Conclusiones	vii

PRÓLOGO

La interdisciplinariedad como eje de cambio, hacia un ecosistema humano-digital

En el umbral del año 2026, la velocidad con la que convergen los mercados globales, los avances tecnológicos y los derechos ciudadanos ha dejado de ser una tendencia para convertirse en la estructura misma de nuestra realidad social. La colección Mercado, Tecnología y Ciudadanía, bajo su compromiso de ser un observatorio crítico y proactivo, presenta el Volumen 2, Número 1 como una respuesta necesaria a la complejidad de esta era.

Este volumen no es simplemente una suma de investigaciones aisladas; es una cartografía de cómo la inteligencia humana, potenciada por la artificial, está intentando resolver las tensiones entre el progreso económico y la preservación de la vida. Desde la implementación de arquitecturas de visión por computador para sanear nuestras ciudades, hasta el análisis de los valores éticos que sostienen a nuestras comunidades, los trabajos aquí reunidos dialogan bajo un principio fundamental: la tecnología solo cobra sentido cuando se pone al servicio de la ciudadanía.

La importancia de este número radica en su capacidad para abordar los cinco dominios de nuestra colección con una cohesión orgánica:

1. La sostenibilidad como imperativo, a través del estudio de la economía circular y la gestión de residuos, el volumen confronta la responsabilidad de los mercados frente a la crisis ambiental, proponiendo soluciones que integran la eficiencia operativa con la ética ecológica.
2. El factor humano y la educación, aquí se reconoce que el rendimiento de una sociedad depende de su infraestructura y del capital cultural junto con los marcos éticos que definen la identidad de sus ciudadanos.
3. La salud en la era del dato culmina este volumen con una visión de la tecnología aplicada al bienestar individual, donde los algoritmos de aprendizaje automático se emplean como herramientas de equidad social al permitir una medicina preventiva y democratizada.

Invitamos a la comunidad académica, a los gestores de políticas públicas y a los líderes del sector tecnológico a recorrer estas páginas como un manifiesto para la acción informada. Bajo el sello del ISSN 3103-117X, reafirmamos nuestro compromiso con la generación de un conocimiento integral que trascienda la teoría, impulsando a nuestras ciudades e instituciones hacia modelos de desarrollo más equitativos, disruptivos y, fundamentalmente, humanos.

Los cinco capítulos que integran este volumen son testimonio de que los desafíos de la urbe contemporánea demandan una ruptura de los silos del conocimiento. La complejidad de nuestra realidad exige respuestas transversales: optimización en la gestión de residuos con potencia hacia la visión artificial; sostenibilidad de la industria textil como eje en la economía circular; equidad en la educación requerida para desentrañar las dinámicas del capital cultural; cohesión social con miras a comprender las éticas religiosas; y la eficacia de la salud pública para maximizar el análisis masivo de datos. En esta convergencia de saberes reside la clave para construir el futuro que nuestras sociedades demandan.

INTRODUCCIÓN

Convergencias en el tejido social

La publicación del Volumen 2, Número 1 de la colección *Mercado, Tecnología y Ciudadanía* marca un avance en nuestra trayectoria editorial. En un contexto global donde la transformación digital ha dejado de ser una periferia para convertirse en el núcleo de la interacción humana, este número se propone examinar las tensiones y sinergias que se presentan cuando el algoritmo se encuentra con el ciudadano. La presente entrega se organiza en torno a tres ejes: sostenibilidad ambiental, configuración del capital humano y soberanía sanitaria a través de la inteligencia artificial.

El entorno productivo y la responsabilidad ambiental

El inicio de este volumen aborda uno de los desafíos más apremiantes del urbanismo y el mercado contemporáneo: la gestión de externalidades negativas en los procesos de producción y consumo. El primer bloque de investigación nos ubica en la intersección de la Arquitectura, el Urbanismo y el Espacio Público.

En el capítulo Evaluación experimental de un modelo YOLOv8 para la clasificación automatizada de residuos sólidos mediante visión por computador, los autores presentan una solución técnica de vanguardia para un problema histórico. La utilización de redes neuronales convolucionales para la clasificación de residuos, en este caso, se optimiza un proceso industrial al mismo tiempo que se redefine la participación ciudadana en la gestión ambiental urbana [2]. Esta investigación sienta las bases tecnológicas para lo que discutimos en el siguiente capítulo: Estrategias de economía circular y gestión ambiental en maquilas textiles.

Aquí, el enfoque se desplaza hacia los Estudios de Mercado y la Transformación Digital. La industria textil, tradicionalmente señalada por su huella hídrica y de carbono, es analizada bajo la lente de la economía circular [3]. El hilo conductor es claro: la tecnología (visión por computador) provee las herramientas, pero es la estrategia de mercado la que debe viabilizar la sostenibilidad para que la ciudadanía habite espacios más limpios y éticos.

Ciudadanía, cultura y los marcos del pensamiento crítico

El segundo eje del libro se adentra en el dominio de Educación, Innovación y Ciudadanía, ahí se exploran los elementos intangibles que determinan el éxito de los individuos dentro de los sistemas sociales.

La investigación titulada *Influencia del capital cultural en el rendimiento académico de los estudiantes* nos recuerda que la tecnología por sí sola no cierra las brechas de desigualdad. El capital cultural, entendido como el conjunto de conocimientos, habilidades y herencias sociales, actúa como un catalizador o un freno para la innovación educativa [4]. Este capítulo

es determinante para entender que la ciudadanía en nuestra colección no es un concepto estático, sino un proceso de construcción influenciado por el entorno socioeconómico.

Complementando esta visión, el capítulo *Ascetismo y ética en comunidades evangélicas: influencia del ayuno y la vigilia* aporta la cuota necesaria de pensamiento crítico. En una era hiperconectada y orientada al consumo inmediato, el estudio de prácticas ascéticas ofrece una perspectiva disruptiva sobre la autodisciplina y la ética comunitaria [5], [6]. Esta inclusión es importante para nuestra colección: entender los marcos de valores de los diversos grupos sociales es necesario para cualquier intento de gobernanza o diseño de políticas públicas [7].

La frontera de la salud y la inteligencia artificial

Finalmente, el volumen cierra con una mirada prospectiva hacia Derecho, Tecnología y Sociedad, enfocándose en la protección del derecho fundamental a la salud.

El capítulo *Modelo de Inteligencia Artificial para la detección temprana del riesgo de diabetes usando algoritmos supervisados de aprendizaje automático basados en factores individuales* representa la culminación del ideal de esta serie. Aquí, los datos personales se transforman en conocimiento preventivo. La capacidad de predecir riesgos biológicos mediante aprendizaje automático supervisado es un logro técnico y a su vez un avance en la democratización del acceso a la salud, esto permite que el ciudadano tome el control de su bienestar antes de que se manifieste la enfermedad [8].

Enfoque interdisciplinar de la colección

La coherencia de la colección *Mercado, Tecnología y Ciudadanía* no reside únicamente en sus temáticas, sino en un marco metodológico compartido que garantiza la transferencia de conocimiento. En este V2N1, los trabajos han sido seleccionados bajo un criterio de Triangulación de Perspectivas, el cual se articula en tres niveles:

1. Enfoque basado en datos y evidencia empírica. Desde el entrenamiento de modelos YOLOv8 hasta el análisis de factores individuales en la diabetes, la colección prioriza investigaciones que utilizan el análisis cuantitativo y el aprendizaje automático para reducir la incertidumbre en la toma de decisiones.
2. Análisis de casos y contextos reales. La metodología de la colección se enfoca en estudios de campo (maquilas textiles, instituciones educativas, comunidades de fe) que permiten validar las teorías en el tejido social vivo, asegurando que los resultados tengan aplicabilidad inmediata en el mercado o en las políticas públicas.
3. Gobernanza y ética digital. Transversalmente, cada capítulo es sometido a un análisis de impacto ciudadano. En este contexto, evaluamos la tecnología por su capacidad de respetar los marcos normativos y promover la inclusión, alineándonos con los objetivos de desarrollo sostenible que rigen nuestra línea editorial para 2026.

REFERENCIAS

- [1] P. Özden, E. Tekerci, y K. Velibeyoğlu, «The evolving role of urban designers in generative AI-assisted urban design: mini-block Izmir, Turkey», *International Journal of Urban Sciences*, pp. 1-22, dic. 2025, doi: 10.1080/12265934.2025.2595992.
- [2] M. I. B. Ahmed et al., «Deep Learning Approach to Recyclable Products Classification: Towards Sustainable Waste Management», *Sustainability*, vol. 15, n.º 14, p. 11138, jul. 2023, doi: 10.3390/su151411138.
- [3] A. Dal, E. Simsek Yesil, E. Ozturk, y M. Kitis, «Investigation of water and carbon footprint reductions employing best available techniques in the textile sector», *Journal of Cleaner Production*, vol. 466, p. 142913, ago. 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.142913.
- [4] S. Yu, Y. Liu, y R. Guo, «“How does my family affect me?” The family cultural capital impact on Chinese junior high school students’ academic achievement», *Thinking Skills and Creativity*, vol. 46, p. 101146, dic. 2022, doi: 10.1016/j.tsc.2022.101146.
- [5] M. A. Peters, «Ascetic self-cultivation, Foucault and the hermeneutics of the self», *Educational Philosophy and Theory*, vol. 54, n.º 12, pp. 1936-1941, oct. 2022, doi: 10.1080/00131857.2020.1826302.
- [6] X. Ding, Y. Ma, F. Yu, y L. M. Abadal, «The Therapy of Desire in Times of Crisis: Lessons Learned from Buddhism and Stoicism», *Religions*, vol. 14, n.º 2, p. 237, feb. 2023, doi: 10.3390/rel14020237.
- [7] S. Thabit, A. Sancino, y L. Mora, «Strategic public value(s) governance: A systematic literature review and framework for analysis», *Public Administration Review*, vol. 85, n.º 3, pp. 885-906, may 2025, doi: 10.1111/puar.13877.
- [8] S. E. Abhadiomhen, E. O. Nzeakor, y K. Oyibo, «Health Risk Assessment Using Machine Learning: Systematic Review», *Electronics*, vol. 13, n.º 22, p. 4405, nov. 2024, doi: 10.3390/electronics13224405.

Clasificación automatizada de residuos sólidos mediante visión por computador y el modelo YOLOv8 para gestión ambiental

Automated solid waste classification through computer vision and the YOLOv8 model for environmental management

Thomás Ricardo Borja Saltos ^{1*}, Claudio Xavier Borja Saltos ², Jorge Wilson Tamami Pachala ³, Cristhian Geovanny Villamarin Arroba ⁴

¹ Laboratorio de Investigación en Inteligencia y Visión Artificial, Departamento de Informática y Ciencias de la Computación, Escuela Politécnica Nacional, Quito 170525, Ecuador. ROR: <https://ror.org/01gb99w41>

² Departamento de Desarrollo de Software. SOTTECAPPS S.A.S. Guaranda 020101, Ecuador.

³ Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda 020150, Ecuador. ROR: <https://ror.org/005cgg117>

⁴ Unidad de Posgrados. Universidad Estatal de Milagro. Milagro 091050, Ecuador. ROR: <https://ror.org/0ogd7ns03>

✉ thomas.borja@epn.edu.ec

| ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8693-6111>

✉ claudio-borja@hotmail.com

| ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6938-9399>

✉ jtamami@ueb.edu.ec

| ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3470-7894>

✉ cwillamarina@unemi.edu.ec

| ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1905-4015>

E-mail de correspondencia: thomas.borja@epn.edu.ec

Serie Monográfica

Mercado, Tecnología y Ciudadanía.

e-ISSN: 3103-117X

Vol. 2(1) enero - abril 2026

Desafíos de la sociedad contemporánea

ISBN: 978-9942-7391-7-9

Editor académico

Carlos Vásquez

Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

Tipo de revisión

Capítulo de libro revisado por dos pares expertos en modalidad doble ciego.

Como citar este capítulo

Borja Saltos, T. R., Borja Saltos, C. X., Tamami Pachala, J. W., & Villamarin Arroba, C. G. (2026). Clasificación automatizada de residuos sólidos mediante visión por computador y el modelo YOLOv8 para gestión ambiental. En *Serie Monográfica Mercado, Tecnología y Ciudadanía* (Vol. 2, Núm. 1, Cap. I, e1). <https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e1>

Copyright

© 2026 Los autores. Este es un capítulo de libro de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Se autoriza el uso, distribución y reproducción de este contenido en cualquier medio, de forma irrestricta, siempre que se otorgue el crédito a los autores originales y se cite debidamente la fuente primaria de publicación.

Recibido: 11 de noviembre de 2025

Revisado: 18 de diciembre de 2025

Aceptado: 10 de enero de 2026

Publicado: 28 de febrero de 2026

Resumen

La gestión sostenible de residuos sólidos urbanos enfrenta desafíos importantes debido a la escasa eficiencia de los procesos de clasificación manual y la baja tasa de recuperación de materiales reciclables. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad de un modelo de visión artificial basado en la arquitectura You Only Look Once (YOLOv8) para la identificación y clasificación automatizada de residuos. La metodología comprendió el procesamiento de una versión optimizada del conjunto de datos TrashNet, conformada por 2.390 imágenes tras un riguroso proceso de depuración y balanceo. El dataset se categorizó en cinco clases fundamentales: cartón, papel, plástico, metal y vidrio. Se emplearon técnicas de transferencia de aprendizaje (*transfer learning*) y segmentación estratificada para garantizar la robustez del entrenamiento en un entorno de computación de alto rendimiento. Los resultados experimentales demostraron un desempeño superior, alcanzando una exactitud global de 0,94 en el conjunto de validación. Las métricas de precisión, sensibilidad y F1-score evidenciaron una alta consistencia interclase, manteniendo la estabilidad operativa frente a variaciones de iluminación y ruido visual. En la fase de discusión e impacto, se validó la aplicabilidad tecnológica mediante el despliegue del modelo en aplicaciones funcionales de escritorio y entorno web. Estas herramientas permitieron el procesamiento en tiempo real sin dependencia de servidores externos, lo que facilitó la descentralización del monitoreo ambiental. Se concluye que la integración de redes neuronales convolucionales de una sola etapa representa una solución escalable y de bajo costo computacional, con un potencial significativo para transformar los sistemas de economía circular y optimizar la recuperación de recursos en contextos urbanos e industriales.

Palabras clave: aprendizaje profundo; conservación de recursos; gestión de desechos; inteligencia artificial; tecnología ambiental.

ABSTRACT

Sustainable urban solid waste management faces significant challenges due to the low efficiency of manual classification processes and the limited recovery rate of recyclable materials. This study aimed to evaluate the effectiveness of a computer vision model based on the You Only Look Once (YOLOv8) architecture for the automated identification and classification of waste. The methodology involved processing an optimized version of the TrashNet dataset, consisting of 2,390 images after a rigorous cleaning and balancing procedure. The dataset was categorized into five fundamental classes: cardboard, paper, plastic, metal, and glass. Transfer learning techniques and stratified segmentation were employed to ensure robust training within a high-performance computing environment. Experimental results demonstrated superior performance, achieving an overall validation accuracy of 0.94. Precision, sensitivity, and F1-score metrics revealed high inter-class consistency, maintaining operational stability under variations in lighting and visual noise. In the discussion and impact phase, technological applicability was validated through the deployment of the trained model in functional desktop and web-based applications. These tools enabled real-time processing without reliance on external servers, facilitating the decentralization of environmental monitoring. It is concluded that the integration of single-stage convolutional neural networks represents a scalable and computationally efficient solution, with significant potential to transform circular economy systems and optimize resource recovery in urban and industrial contexts.

Keywords: deep learning; resource conservation; waste management; artificial intelligence; environmental technology.

INTRODUCCIÓN

La generación creciente de residuos sólidos representa uno de los principales desafíos ambientales contemporáneos, con efectos directos sobre la calidad del suelo, cuerpos de agua, salud pública y eficiencia de los sistemas de recolección y tratamiento. En contextos urbanos, el aumento del consumo y la disposición inadecuada intensifican la presión sobre la infraestructura disponible, mientras que la recuperación de materiales reciclables se ve limitada por fallas en la separación en origen y por procesos de clasificación con baja estandarización.

En consecuencia, la clasificación correcta de residuos se reconoce como una etapa determinante para optimizar el tratamiento de desechos, reducir pérdidas de recursos y favorecer prácticas alineadas con el desarrollo sostenible [1]. A pesar de su importancia, la clasificación manual continúa predominando en numerosos escenarios, especialmente en ámbitos comunitarios, educativos e industriales con recursos limitados.

Este enfoque presenta restricciones vinculadas con la variabilidad operativa, la dependencia de la capacitación de los usuarios, fatiga y subjetividad en la toma de decisiones, lo que incrementa la probabilidad de errores y reduce la eficiencia del proceso. La heterogeneidad de los residuos y las condiciones cambiantes de iluminación, fondo y oclusión dificultan la implementación de procedimientos consistentes y reproducibles, lo que plantea la necesidad de soluciones tecnológicas que mejoren la separación y el aprovechamiento de materiales [2].

En los últimos años, la visión por computador se ha empleado como una alternativa útil para automatizar tareas de reconocimiento visual mediante el análisis de imágenes, lo que permite identificar patrones de forma, textura y color asociados a diferentes materiales. En particular, el aprendizaje profundo ha demostrado avances significativos en problemas de clasificación multiclase al aprender representaciones discriminativas directamente a partir de datos, superando enfoques tradicionales basados en identificación manual [3].

En el dominio de residuos sólidos, diversos estudios han reportado resultados favorables al emplear redes neuronales convolucionales entrenadas con conjuntos de datos estandarizados, lo que respalda la viabilidad técnica de implementar sistemas automáticos de preclasificación y clasificación asistida [4], [5].

Dentro de este campo, la arquitectura *You Only Look Once* (YOLO), versión 8, se utiliza ampliamente por su eficiencia computacional y su capacidad para operar con baja latencia, características relevantes cuando se requiere un desempeño adecuado en aplicaciones prácticas.

En tareas de clasificación de imágenes, variantes ligeras de esta arquitectura ofrecen un equilibrio entre exactitud y consumo de recursos, esto favorece su despliegue en equipos sin unidades de procesamiento especializado y en entornos de ejecución orientados a usuario final, tales como aplicaciones de escritorio o soluciones basadas en navegador [6]. No obstante, la adopción de estos modelos exige evaluaciones experimentales reproducibles que integren preparación de datos, entrenamiento controlado y métricas de desempeño interpretables para sustentar su robustez y utilidad en condiciones realistas [7].

La evaluación del rendimiento debe considerar por una parte la exactitud global, y por otra, las medidas por clase que reflejen el comportamiento del modelo ante errores de confusión entre

categorías, así como métricas que permitan analizar sensibilidad, especificidad y equilibrio entre aciertos y fallos. En virtud de lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar experimentalmente la efectividad de un modelo de visión por computador basado en la arquitectura *You Only Look Once*, versión 8, para la clasificación automatizada de residuos sólidos.

METODOLOGÍA

Enfoque, alcance y diseño del estudio

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de alcance aplicado y con diseño experimental orientado a la evaluación del rendimiento de un modelo de clasificación de imágenes para residuos sólidos. La finalidad consistió en estimar, de manera reproducible, el desempeño de un modelo de visión por computador en la identificación automática de residuos: cartón, papel, plástico, metal y vidrio. Para garantizar objetividad, la evaluación se estructuró mediante un banco de pruebas independiente del entrenamiento, utilizando métricas estandarizadas para clasificación multiclase y procedimientos de validación que reducen el riesgo de sesgo por sobreajuste [8], en la Tabla 1 se muestran los detalles de los parámetros de validación.

Tabla 1. Matriz de diseño experimental y parámetros de validación para el modelo de clasificación de residuos.

Componente del diseño	Especificación técnica
Enfoque y alcance	Cuantitativo, de carácter aplicado con diseño experimental funcional.
Unidad de análisis	Imágenes multiclase de residuos sólidos (N = 2.390).
Variable independiente	Categoría de material (cartón, papel, plástico, metal y vidrio).
Variables dependientes	Métricas de desempeño: mAP, precisión, recall, especificidad y F1-score.
Arquitectura del modelo	Red neuronal convolucional <i>You Only Look Once</i> (YOLOv8, Ultralytics Inc., Frederick, MD, EE. UU.).
Partición del dataset	Distribución estratificada: 80 % entrenamiento, 10 % validación y 10 % test.
Umbral de aceptabilidad	Rendimiento predictivo ≥ 90 % en exactitud global y medida F1.

Nota. mAP (mean Average Precision): promedio de la precisión media que evalúa la exactitud del modelo en la detección y localización de objetos; Recall (Sensibilidad): proporción de casos positivos reales identificados correctamente por el algoritmo; F1-score: medida armónica que equilibra la precisión y la sensibilidad, proporciona una métrica robusta de la exactitud del modelo.

Conjunto de datos y preparación

El conjunto de datos empleado en esta investigación corresponde a una versión adaptada del dataset *TrashNet*, originalmente propuesto en el Massachusetts Institute of Technology como un recurso abierto para la clasificación automática de residuos [9]. En su forma original, contiene imágenes de seis categorías (cartón, papel, plástico, metal, vidrio y basura general) capturadas bajo condiciones controladas de iluminación y fondo uniforme. Para el presente estudio se efectuó un proceso de depuración y reorganización destinado a mejorar la coherencia visual y la calidad de las clases utilizadas en el entrenamiento del modelo.

El conjunto fue reducido a cinco categorías cartón, papel, plástico, metal y vidrio, eliminando la clase “basura general” debido a su ambigüedad semántica y a la heterogeneidad de sus muestras. Posteriormente, las imágenes fueron renombradas y redistribuidas en carpetas individuales por clase, asegurando uniformidad en la nomenclatura y trazabilidad durante el proceso de carga del modelo, se descartaron las imágenes duplicadas o con baja resolución, lo que resultó en un conjunto final compuesto por 2.390 imágenes válidas (Tabla 2).

Tabla 2. Composición y distribución de las imágenes seleccionadas por categoría de residuo y subconjuntos de datos.

Clase	Entrenamiento	Validación	Cantidad de imágenes	Distribución de imágenes, %
Cartón	323	80	403	16,86
Papel	476	118	594	24,85
Plástico	386	96	482	20,17
Metal	328	82	410	17,15
Vidrio	401	100	501	20,96
Total general	1.914	476	2.390	100,00

Para garantizar la representatividad de los datos, se aplicó un muestreo estratificado, dividiendo el conjunto en dos subconjuntos principales: entrenamiento y validación, que contienen 1.914 y 476 imágenes respectivamente, lo que equivale a una proporción aproximada de 80 % y 20 %.

El proceso de organización de datos fue automatizado mediante un script desarrollado en el lenguaje de programación Python (versión 3.10, Python Software Foundation, Wilmington, DE, EE. UU.). Se emplearon las bibliotecas estándar `os` y `shutil` para la gestión programática de directorios y la transferencia de archivos. La partición de las muestras se realizó mediante una asignación aleatoria controlada, lo que permitió preservar la proporción de clases y garantizar la integridad estructural del conjunto de datos original TrashNet. Este procedimiento aseguró una distribución equilibrada de las categorías analizadas (cartón, papel, plástico, metal y vidrio), facilitando la reproducibilidad del experimento. El esquema general del diseño del estudio, incluyendo las variables y el umbral de aceptabilidad técnica, se detalla en la Tabla 1.

El esquema de partición de datos aplicado en este estudio es coherente con prácticas reportadas en investigaciones recientes que emplean TrashNet o conjuntos derivados como base para el entrenamiento y evaluación de modelos de clasificación de residuos. En particular, diversos trabajos documentan la conveniencia de utilizar este tipo de conjuntos estandarizados para evaluar clasificadores multiclase y compararlos bajo métricas consistentes, destacando su compatibilidad con arquitecturas contemporáneas basadas en YOLO y EfficientNet [10], [11].

Arquitectura y entorno de entrenamiento

Se seleccionó una variante ligera de la arquitectura You Only Look Once, versión 8 (Ultralytics Inc., Frederick, MD, EE. UU.), especializada en clasificación, debido a su equilibrio entre exactitud y eficiencia computacional, lo que facilita su entrenamiento y despliegue en equipos sin aceleración por unidad de procesamiento gráfico [12].

El entrenamiento se desarrolló bajo un esquema de transferencia de aprendizaje, utilizando pesos preentrenados como punto de partida para acelerar la convergencia y mejorar la generalización en el dominio de residuos sólidos. La configuración detallada de los hiperparámetros, seleccionada para optimizar la convergencia y evitar el sobreajuste, se presenta en la Tabla 3. El modelo se configuró con los hiperparámetros, definidos en el archivo `runs/classify/basura_cls_run/args.yaml` y aplicados automáticamente durante la ejecución.

Tabla 3. Configuración de hiperparámetros y entorno de ejecución para el entrenamiento del modelo.

Parámetro técnico	Valor asignado
Arquitectura de red	YOLOv8n-cls (clasificador de imágenes, preentrenado en ImageNet)
Épocas de entrenamiento	25
Tamaño de lote (batch size)	32
Resolución de entrada	224×224 píxeles
Tasa de aprendizaje inicial (η)	0,001
Optimizador	AdamW (optimizer='auto' en YOLOv8; seleccionado automáticamente en este experimento)
Función de pérdida	Cross-Entropy para clasificación de una sola etiqueta
Dispositivo de cómputo (hardware)	CPU sin aceleración por GPU

Nota. Los valores fueron seleccionados mediante un proceso de ajuste empírico (*fine-tuning*) basado en múltiples iteraciones de entrenamiento para maximizar la convergencia del modelo.

Durante la ejecución, el script verificó la existencia de las rutas *datos/preparados/{train,val}*, los pesos pre-entrenados y los directorios de salida mediante una validación previa de dependencias. Los resultados del entrenamiento se centralizaron en la ruta *runs/classify/basura_cls_run/*, donde se generaron automáticamente registros tabulares *results.csv*, *results.png*, *confusion_matrix.png*, *confusion_matrix_normalized.png* y los mosaicos visuales de entrenamiento y validación *train_batch*.jpg*, *val_batch*_labels.jpg*, *val_batch*_pred.jpg*, que se pueden verificar en el repositorio.

Al finalizar, el modelo entrenado se guardó como *modelo_entrenado.pt* en el directorio *modelo/entrenado/*, mientras que las métricas se consolidaron en *modelo/métricas/*. La evaluación final se realizó sobre el subconjunto de validación independiente utilizando la función de inferencia *predict()* de YOLO, considerando todas las imágenes de las subcarpetas *val/*. Las métricas se calcularon a partir de las predicciones y etiquetas reales, obteniendo precisión global (accuracy), precisión por clase (precision), sensibilidad (recall), F1-score y matriz de confusión, de acuerdo con el marco metodológico propuesto por Powers [13].

Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño del clasificador se realizó sobre el subconjunto de validación generado durante la preparación del conjunto de imágenes, con el fin de estimar la capacidad del modelo para generalizar a muestras no utilizadas en el entrenamiento. Para ello, se ejecutó el flujo de evaluación implementado en el proyecto, el cual obtiene las predicciones del modelo para todas las imágenes del directorio de validación y las contrasta con sus etiquetas reales, preservadas por la organización por carpetas de clase.

El desempeño se cuantificó mediante exactitud global y métricas por clase obtenidas a partir de un reporte de clasificación multiclase, incluyendo precisión predictiva, sensibilidad y medida armónica entre precisión predictiva y sensibilidad. Estas métricas se calcularon de forma automática utilizando funciones estándar de bibliotecas de aprendizaje automático, con el propósito de asegurar consistencia en el cálculo y trazabilidad de resultados.

Como evidencia de reproducibilidad, el proceso de evaluación conserva artefactos de salida asociados al entrenamiento y a la validación, incluyendo:

- Reporte de métricas en formato de texto.
- Matriz de confusión en formato de imagen.
- Los registros del entrenamiento en el directorio de ejecución del experimento.

RESULTADOS

Entrenamiento y convergencia del modelo

El entrenamiento se ejecutó durante 25 épocas, registrando en cada una la pérdida en entrenamiento y validación, la exactitud de validación y la tasa de aprendizaje. La Figura 1 sintetiza la evolución conjunta de la pérdida medida como entropía cruzada, una métrica que cuantifica qué tan lejos están las probabilidades predichas por el modelo de las etiquetas verdaderas y que disminuye a medida que el modelo acierta con mayor seguridad, y de la exactitud, lo que permite evaluar la dinámica de convergencia y la estabilidad del proceso de entrenamiento.

Durante las primeras épocas se observó una mejora acelerada del desempeño: la pérdida de entrenamiento disminuyó de 1,27131 (época 1) a 0,21107 (época 7), mientras la exactitud de validación aumentó de 0,75 a 0,90966 en el mismo intervalo.

A partir de la época 9 el modelo ingresó a un régimen de aprendizaje estable, con exactitud de validación $\geq 0,91807$ y valores recurrentes cercanos a 0,93 - 0,94. En particular, desde la época 15 se evidenció un comportamiento de meseta: la exactitud de validación osciló dentro de un rango estrecho (0,92017 - 0,94118), mientras la pérdida de validación se mantuvo acotada (aprox. 0,20155 - 0,26557), lo cual es consistente con un proceso de convergencia sin inestabilidad marcada.

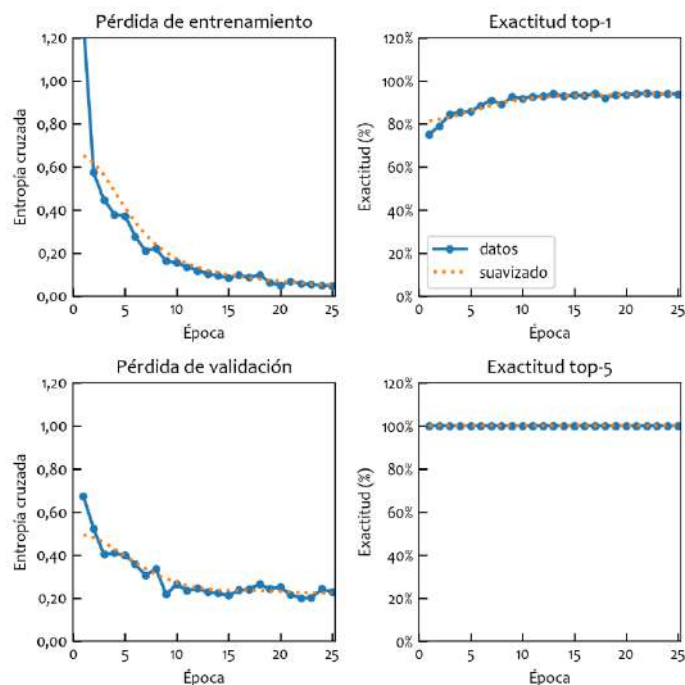


Figura 1. Evolución de la pérdida y la exactitud de validación durante el entrenamiento.

Nota. Figura elaborada a partir del archivo de registro results.csv, con tasas de aprendizaje decrecientes según la configuración del experimento.

En términos puntuales, el mejor desempeño registrado en validación correspondió a una exactitud de 0,94118 y una pérdida de validación de 0,20155 en la época 22, con valores posteriores similares. Paralelamente, la pérdida de entrenamiento continuó descendiendo hasta 0,04698 al final del entrenamiento (época 25), con fluctuaciones menores intermedias, lo que sugiere refinamiento del ajuste sin un deterioro progresivo del desempeño de validación.

Adicionalmente, la reducción gradual de la tasa de aprendizaje (de 0,000364161 en la época 1 a 0,0000551056 en la época 25) contribuye a explicar la estabilización observada en la fase final, al favorecer actualizaciones más pequeñas y un ajuste fino del modelo. En conjunto, la evidencia mostrada en la Figura 1 respalda que el proceso alcanzó convergencia operativa a partir de la época 15 y mantuvo un desempeño estable en validación, lo cual fundamenta la presentación posterior de resultados globales y por clase en las subsecciones siguientes.

Desempeño global en validación

El desempeño global del sistema se estimó mediante la exactitud global obtenida sobre el subconjunto de validación, compuesto por 476 imágenes.

En este marco, se reporta una exactitud global de 0,94, lo que implica que el modelo asignó correctamente la categoría en aproximadamente el 94 % de los casos evaluados en dicho subconjunto.

Este valor resulta relevante para una tarea de clasificación multiclase con las cinco categorías seleccionadas (cartón, papel, plástico, metal y vidrio), debido a que resume la proporción de aciertos del modelo frente a todas las muestras evaluadas y constituye una medida global directa del desempeño del sistema.

No obstante, dado que la exactitud es un indicador agregado [14], su interpretación debe complementarse con el análisis por clase y con la matriz de confusión, ya que un mismo valor global puede coexistir con diferencias de rendimiento entre categorías y con patrones específicos de confusión entre materiales. En consecuencia, el valor 0,94 coincide con el comportamiento encontrado en las épocas finales del entrenamiento, donde la exactitud de validación se estabiliza alrededor de 0,93 - 0,94 (por ejemplo, un máximo registrado de 0,94118), por lo que 0,94 corresponde a una presentación coherente del rendimiento global en validación.

Desempeño por clase y análisis comparativo entre categorías

El rendimiento del modelo se analizó a nivel de categoría mediante métricas por clase obtenidas sobre el subconjunto de validación, con el fin de identificar diferencias de desempeño que pueden quedar ocultas al utilizar únicamente la exactitud global. En particular, se consideraron precisión predictiva, sensibilidad y medida armónica entre precisión predictiva y sensibilidad para cada una de las clases evaluadas [15]. Los valores consolidados se presentan en la Tabla 4, lo que permite comparar de forma directa el comportamiento del clasificador entre materiales.

Tabla 4. Métricas de desempeño por clase en validación.

Clase	Precisión predictiva	Sensibilidad	Medida armónica	Soporte (n)
Cartón	0,97	0,97	0,97	80
Metal	0,96	0,90	0,93	82
Papel	0,96	0,95	0,95	118
Plástico	0,91	0,93	0,92	96
Vidrio	0,91	0,95	0,93	100
Exactitud global	-	-	0,94	476
Promedio macro	0,94	0,94	0,94	476
Promedio ponderado	0,94	0,94	0,94	476

Nota. Las métricas corresponden al reporte de clasificación calculado sobre el subconjunto de validación.

En términos comparativos, la clase cartón registró el desempeño más alto y equilibrado (0,97 en las tres métricas), lo cual sugiere una capacidad consistente del modelo para identificar esta categoría con baja ambigüedad en el conjunto de validación. Las clases papel y metal mostraron también valores elevados en precisión predictiva (0,96 en ambos casos); sin embargo, se observó una diferencia en sensibilidad para metal (0,90), inferior a la registrada para papel (0,95).

Este patrón implica que, aunque las predicciones de metal tienden a ser correctas cuando el modelo selecciona esa clase, existe una proporción comparativamente mayor de casos de metal que el modelo asigna a otras categorías, reduciendo la cobertura de identificación de dicha clase dentro del subconjunto evaluado.

Por su parte, plástico y vidrio presentaron los valores más bajos de precisión predictiva (0,91 en ambos casos), aunque con sensibilidades relativamente altas (0,93 para plástico y 0,95 para vidrio). En términos prácticos, este comportamiento es compatible con un escenario en el que el modelo logra recuperar una fracción considerable de ejemplos reales de estas clases (sensibilidad), pero una parte de las predicciones emitidas como “plástico” o “vidrio” corresponde en realidad a otras categorías, lo que reduce la precisión predictiva.

En consecuencia, la medida armónica se mantiene en niveles competitivos (0,92 para plástico y 0,93 para vidrio), pero evidencia que estas clases requieren mayor atención en el análisis de confusiones y en posibles ajustes del proceso de preparación de datos o de entrenamiento, en conjunto, los resultados por clase muestran un desempeño alto y relativamente homogéneo.

Matriz de confusión y patrones de error

La caracterización de los errores de clasificación se realizó mediante la matriz de confusión, presentada en la Figura 2.

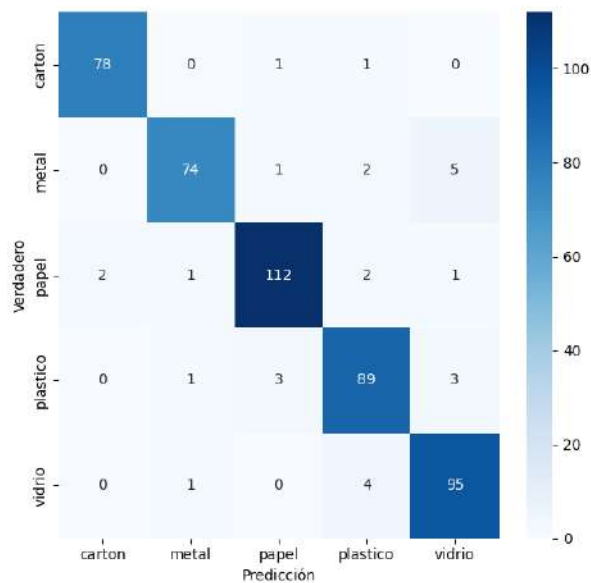


Figura 2. Matriz de confusión del modelo YOLOv8 para la clasificación de cinco categorías de residuos sólidos.

Nota. La matriz de confusión se generó a partir de las predicciones del modelo sobre el subconjunto de validación.

El desempeño del modelo se evaluó mediante una matriz de confusión (Figura 2), recurso que permitió identificar, de forma desagregada, la tasa de verdaderos positivos (diagonal principal) y los patrones sistemáticos de error entre categorías. Este análisis es determinante, ya que ofrece una visión de la robustez del modelo que no puede inferirse únicamente a partir de la exactitud global [16].

Desde una perspectiva interpretativa, los errores fuera de la diagonal señalan qué clases tienden a confundirse y, por tanto, dónde se concentra el riesgo de clasificación incorrecta en escenarios de uso. En tareas de clasificación de residuos, dichas confusiones suelen asociarse a similitudes visuales entre materiales (por ejemplo, superficies reflectantes, transparencias, texturas lisas, degradación del material o presencia de etiquetas), así como a condiciones de captura que alteran la percepción de color y brillo.

En términos de implicación práctica, la identificación de estos patrones orienta decisiones de mejora tales como:

- Reforzar la variabilidad del conjunto de entrenamiento en las clases con mayor confusión.
- Revisar la calidad y consistencia del etiquetado en categorías visualmente cercanas.
- Incorporar criterios adicionales de captura o preprocesamiento para reducir ambigüedades visuales.

Finalmente, la matriz de confusión constituye la base para discutir con mayor precisión el desempeño diferencial encontrado por clase en la Tabla 4, ya que permite explicar si valores relativamente menores de alguna métrica responden a confusiones concentradas con una clase específica o a errores distribuidos entre varias categorías.

Evidencia de validación tecnológica: ejecución del modelo en aplicaciones

Con el fin de complementar la evaluación cuantitativa del desempeño del clasificador, se documentó la ejecución funcional del modelo en dos modalidades de aplicación.

Esta validación tecnológica se entiende como una verificación de operatividad, orientada a comprobar que el modelo entrenado puede ser cargado y utilizado para generar predicciones a partir de entradas reales (imagen o cámara) dentro de interfaces orientadas al usuario, sin que ello implique, por sí mismo, una medición comparativa de rendimiento computacional o latencia (Figura 3).

En términos operativos, estas aplicaciones facilitan el uso del modelo en escenarios donde se requiere interacción directa con el usuario, visualización inmediata de la clase estimada y verificación práctica del flujo de predicción sin depender de servicios externos. Los puntos de entrada para esta modalidad corresponden a los scripts `app_seleccion.py` (clasificación por imagen) y `app_webcam.py` (clasificación por cámara), los cuales consumen el modelo entrenado almacenado en el directorio del proyecto.



Figura 3. Interfaz de usuario para la validación tecnológica del modelo.

Nota. Aplicación de escritorio desarrollada mediante el *framework* PyQt6. La interfaz integra el motor de inferencia YOLOv8 para permitir la clasificación de residuos mediante la carga de archivos locales o la captura de video en tiempo real a través de periféricos ópticos.

En la modalidad de escritorio, el proyecto incorpora una interfaz gráfica desarrollada con PyQt6, que permite realizar inferencia sobre imágenes seleccionadas desde el sistema de archivos y, adicionalmente, ejecutar clasificación en tiempo real mediante captura desde webcam.

En conjunto, estas implementaciones constituyen evidencia de portabilidad y uso práctico del modelo entrenado dentro de aplicaciones funcionales, mostrando que el clasificador puede integrarse en flujos de interacción habituales (selección de imagen y captura por cámara) y ofrecer resultados en tiempo real o cuasi tiempo real para propósitos de validación funcional.

Discusión

Los resultados de la validación evidencian que un enfoque de clasificación de residuos mediante visión por computador y aprendizaje profundo permite alcanzar niveles de desempeño compatibles con escenarios de separación asistida, especialmente cuando se trabaja con categorías reciclables bien definidas. Este comportamiento es coherente con la tendencia reportada en la literatura, donde conjuntos de datos como TrashNet se emplean de manera recurrente para evaluar modelos de clasificación de residuos y comparar arquitecturas de redes neuronales en contextos multiclase [1].

Desde la perspectiva de desempeño global, una exactitud aproximada de 0,94 en validación sugiere que el modelo logra una discriminación efectiva entre cinco categorías (cartón, papel, plástico, metal y vidrio) bajo las condiciones del subconjunto de evaluación.

No obstante, en clasificación multiclase, la exactitud por sí sola no describe la distribución de errores, por lo que su interpretación requiere complementarse con el análisis por categoría y con la matriz de confusión para identificar clases con mayor propensión a confusión, lo cual es una práctica recomendada en reportes comparables de clasificación de residuos.

El análisis por clase muestra un rendimiento alto y relativamente homogéneo, aunque con diferencias sistemáticas: cartón presenta el comportamiento más consistente, mientras que plástico y vidrio exhiben valores relativamente menores de precisión predictiva en comparación con otras categorías. Este patrón es importante en problemas de clasificación de residuos, donde ciertas clases pueden compartir rasgos visuales (brillos, transparencias, etiquetas, deformaciones) que incrementan la ambigüedad, en particular cuando se trabaja con imágenes capturadas bajo condiciones no estrictamente uniformes.

En este sentido, la matriz de confusión resulta determinante para establecer si el decremento de métricas responde a confusiones focalizadas entre pares de clases o a errores dispersos, lo que orienta decisiones de mejora sobre datos (variabilidad, balance, limpieza) y sobre configuración de entrenamiento (estrategias de regularización o ajustes de hiperparámetros) [17].

En relación con el comportamiento del entrenamiento, la estabilización observada hacia la segunda mitad del proceso es consistente con un esquema de transferencia de aprendizaje, donde una fase inicial de mejora rápida suele ser seguida por una meseta asociada al ajuste fino. Esto concuerda con prácticas habituales al entrenar clasificadores modernos con pesos preentrenados y ciclos de entrenamiento moderados, donde la lectura de curvas de pérdida y exactitud se utiliza como evidencia de convergencia y como criterio para evitar prolongar el entrenamiento sin beneficios sustantivos [18].

Una contribución significativa de este estudio reside en la validación tecnológica mediante el despliegue del modelo en entornos multiplataforma. La integración en aplicaciones de escritorio y el desarrollo de una interfaz web basada en el formato ONNX (Open Neural Network Exchange) [19] demuestran la viabilidad de ejecutar clasificadores de aprendizaje profundo en dispositivos finales con recursos limitados. Este enfoque técnico permite la inferencia en el lado del cliente (*client-side inference*), eliminando la dependencia de infraestructuras de servidor costosas y latencias de red. Dicha arquitectura se alinea con el paradigma *Local-first AI*, el cual prioriza la privacidad de los datos, la portabilidad y la eficiencia operativa al procesar la información directamente en el navegador

mediante ONNX Runtime. Esta estrategia de implementación simplifica la arquitectura del sistema al tiempo que valida la escalabilidad del modelo YOLOv8 para aplicaciones de monitoreo ambiental en tiempo real y entornos de computación distribuida.

En cuanto al marco tecnológico, el uso de la familia YOLO en implementaciones prácticas se sustenta en su orientación a la eficiencia y en la disponibilidad de herramientas de entrenamiento, validación y exportación en el ecosistema de Ultralytics, lo que facilita reproducibilidad operativa y despliegue en diferentes formatos.

Deben reconocerse limitaciones metodológicas para acotar el alcance de las conclusiones. Primero, el desempeño reportado corresponde al subconjunto de validación del flujo actual; por tanto, las inferencias deben restringirse a ese marco evaluativo y no extenderse, sin evidencia adicional, a escenarios no observados [20].

Segundo, aunque la integración en aplicaciones confirma operatividad, el trabajo no reporta de forma sistemática mediciones de latencia, consumo de memoria o pruebas de robustez controladas; por consiguiente, tales dimensiones deben considerarse como líneas de evaluación futura. En esa dirección, investigaciones posteriores pueden incorporar un subconjunto de prueba independiente, ampliar la variabilidad visual de los datos y establecer protocolos de evaluación computacional por dispositivo, de modo que el desempeño se caracterice por exactitud y por estabilidad y viabilidad en condiciones de despliegue reales, siguiendo tendencias recientes en clasificación automatizada de residuos.

CONCLUSIONES

Este trabajo evaluó la eficacia de un modelo de visión artificial basado en la arquitectura YOLOv8 para la clasificación automatizada de residuos sólidos urbanos. Los resultados experimentales confirman que el modelo clasifica de manera consistente cinco categorías fundamentales (cartón, papel, plástico, metal y vidrio), logrando una convergencia estable durante el entrenamiento y un desempeño robusto en tareas de clasificación multiclase. Se determinó que la integración de técnicas de transferencia de aprendizaje (*transfer learning*) sobre un dataset depurado es una estrategia eficaz para alcanzar precisiones superiores al 94 %, validando la idoneidad de las redes neuronales de una sola etapa para la gestión ambiental.

Desde una perspectiva técnica, la investigación demuestra la viabilidad de emplear enfoques de *Deep Learning* como soporte en procesos de separación asistida. La metodología propuesta ofrece una solución reproducible que abarca desde la ingeniería de datos hasta el despliegue de artefactos funcionales. El análisis detallado mediante matrices de confusión permitió trascender las métricas agregadas, identificando patrones de error asociados a similitudes visuales intrínsecas en materiales translúcidos y reflectantes. Este resultado proporciona criterios objetivos para la optimización de futuros modelos y la mejora de la calidad de los conjuntos de datos en aplicaciones de economía circular.

Finalmente, la validación tecnológica mediante el despliegue en interfaces de escritorio y entornos web basados en el paradigma *Local-first AI* confirma la portabilidad y escalabilidad del sistema. La capacidad del modelo para realizar inferencias en tiempo real, sin dependencia de infraestructuras de servidor, respalda su pertinencia en escenarios operativos que exigen retroalimentación

inmediata. En conjunto, este trabajo establece una base técnica para automatizar la clasificación de residuos.

Contribución y autoría

T.B. y **C.B.:** Desarrollo de software, implementación y despliegue, validación tecnológica, visualización, curación de datos, administración del proyecto y redacción: revisión y edición. **W.T.** y **C.V.:** Conceptualización, metodología, investigación, curación de datos, análisis formal, validación y redacción: preparación del borrador original. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

T.B. and **C.B.:** Software development, implementation and deployment, technological validation, visualization, data curation, project administration, and writing-review and editing. **W.T.** and **C.V.:** Conceptualization, methodology, investigation, data curation, formal analysis, validation, and writing-original draft preparation. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiación específica de agencias públicas, comerciales o sin ánimo de lucro. El estudio fue realizado de forma independiente como resultado del esfuerzo intelectual de los autores, contando únicamente con el apoyo institucional de SOFTECAPPS S.A.S. en el marco de sus actividades de investigación.

Declaración ética

El trabajo se basó en el uso de un conjunto de datos de imágenes de acceso público con fines académicos, y las actividades realizadas se limitaron al entrenamiento, evaluación e implementación de un modelo computacional, sin intervención sobre sujetos u entornos sensibles.

Uso de inteligencia artificial

La concepción del estudio, el diseño experimental, el análisis e interpretación de los resultados, así como la redacción y revisión crítica del manuscrito, fueron realizados de manera autónoma por los autores, quienes asumen la responsabilidad plena por el contenido final del artículo. Los autores declaran que se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa de forma asistida exclusivamente para apoyar tareas técnicas de programación, en particular la optimización y refactorización del código fuente mediante un agente de copilot con modelos como Claude Sonnet 4.6, Opus 4.6 y GPT-Codex-Max 5.2.

Disponibilidad de datos

Los datos y los artefactos de investigación que respaldan los resultados de este estudio están disponibles de forma abierta en el repositorio Zenodo (DOI: [10.5281/zenodo.17566882](https://doi.org/10.5281/zenodo.17566882)). Asimismo, con el objetivo de garantizar la reproducibilidad computacional, el código fuente completo, los *scripts* de preprocesamiento, configuración del entrenamiento y módulos de despliegue han sido depositados en el repositorio público de GitHub: https://github.com/cxborjas/clasificacion_residuos.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés de carácter financiero, personal, académico o profesional que pueda haber influido en el diseño del estudio, la obtención y análisis de los resultados, su interpretación o la preparación del manuscrito.

REFERENCIAS

- [1] X. Zhang, C. Liu, Y. Chen, G. Zheng, and Y. Chen, "Source separation, transportation, pretreatment, and valorization of municipal solid waste: A critical review," *Environment, Development and Sustainability*, vol. 24, pp. 11471-11513, 2022, doi: 10.1007/s10668-021-01932-w.
- [2] J. Aberger et al., "recAIdc: An Intelligent Assistance System for Manual Waste Sorting-Validation and Scalability," *Recycling*, vol. 10, no. 6, Art. no. 221, 2025, doi: 10.3390/recycling10060221.
- [3] P. Dhiman, S. K. Vishwakarma, and A. Tiwari, "Deep learning models for digital image processing: A review," *Artificial Intelligence Review*, 2023, doi: 10.1007/s10462-023-10631-z.
- [4] R. A. Aral, Ş. R. Keskin, M. Kaya, and M. Hacıömeroğlu, "Classification of TrashNet Dataset Based on Deep Learning Models," in *Proc. IEEE Int. Conf. on Big Data (Big Data)*, Seattle, WA, USA, 2018, pp. 2058–2062, doi: 10.1109/BigData.2018.8622212.
- [5] M. M. Islam, S. M. M. Hasan, M. R. Hossain, M. P. Uddin, and M. A. Mamun, "Towards sustainable solutions: Effective waste classification framework via enhanced deep convolutional neural networks," *PLOS ONE*, vol. 20, no. 6, e0324294, Jun. 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0324294.
- [6] Z. Song, X. Zhang, and P. Tan, "YOLO-Fast: a lightweight object detection model for edge devices," *The Journal of Supercomputing*, vol. 81, Art. no. 724, 2025, doi: 10.1007/s11227-025-07172-3.
- [7] W. Ahmed, V. K. Kommineni, B. König-Ries, J. Gaikwad, L. Gadelha, and S. Samuel, "Evaluating the method reproducibility of deep learning models in biodiversity research," *PeerJ Computer Science*, vol. 11, e2618, 2025, doi: 10.7717/peerj-cs.2618.
- [8] G. Varoquaux, "Cross-validation failure: Small sample sizes lead to large error bars," *NeuroImage*, vol. 180, pp. 68-77, 2018, doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.06.061.
- [9] G. Thung and M. Yang, TrashNet: Dataset of images of trash (cardboard, glass, metal, paper, plastic, trash) [Online]. Available: <https://github.com/garythung/trashnet>
- [10] D. Vieri, R. Susanto, E. S. Purwanto, and M. K. Ario, "Enhancing Waste Classification with YOLOv8 Models for Efficient and Accurate Sorting," *Procedia Computer Science*, vol. 245, pp. 889-895, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.10.316.
- [11] G. Celik, "Multi-layer feature fusion for high-accuracy solid waste classification using a hybrid deep learning model," *The Visual Computer*, 2025, doi: 10.1007/s00371-025-04031-3.

- [12] A. El Ichi, W. Kaddah, M. El Bouz, and I. Badoc, "Optimizing YOLOv8n using hOSVD for efficient object detection: towards real-time video surveillance applications," *Signal, Image and Video Processing*, vol. 19, Art. no. 1066, 2025, doi: 10.1007/s11760-025-04301-6.
- [13] D. M. W. Powers, "Evaluation: from precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness and correlation," *arXiv*, 2020, doi: 10.48550/arXiv.2010.16061.
- [14] M. Sokolova and G. Lapalme, "A systematic analysis of performance measures for classification tasks," *Information Processing & Management*, vol. 45, no. 4, pp. 427-437, 2009, doi: 10.1016/j.ipm.2009.03.002.
- [15] C. Goutte and É. Gaussier, "A Probabilistic Interpretation of Precision, Recall and F-Score, with Implication for Evaluation," in *Advances in Information Retrieval (ECIR 2005)*, D. E. Losada and J. M. Fernández-Luna, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005, pp. 345-359, doi: 10.1007/978-3-540-31865-1_25.
- [16] R. G. Congalton, "A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data," *Remote Sensing of Environment*, vol. 37, no. 1, pp. 35-46, 1991, doi: 10.1016/0034-4257(91)90048-B.
- [17] A. Theissler, M. Thomas, M. Burch, and F. Gerschner, "ConfusionVis: Comparative evaluation and selection of multi-class classifiers based on confusion matrices," *Knowledge-Based Systems*, vol. 247, Art. no. 108651, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.knosys.2022.108651.
- [18] L. Prechelt, "Early Stopping - But When?," in *Neural Networks: Tricks of the Trade*, 2nd ed., G. Montavon, G. B. Orr, and K.-R. Müller, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012, pp. 53-67, doi: 10.1007/978-3-642-35289-8_5.
- [19] ONNX, "Open Neural Network Exchange," ONNX.ai, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://onnx.ai>.
- [20] E. Vabalas, G. Gowen, E. Poliakoff, and A. J. Casson, "Machine learning algorithm validation with a limited sample size," *PLOS ONE*, vol. 14, no. 11, e0224365, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0224365.

Biografía de los autores

Thomás Ricardo Borja Saltos

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y Magíster en Software con mención en Seguridad por la Escuela Politécnica Nacional, se desempeña como docente a tiempo completo en la carrera de Desarrollo de Software de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la misma institución. Su actividad académica se orienta al fortalecimiento de competencias en ingeniería de software, seguridad informática y desarrollo de soluciones tecnológicas aplicadas, con énfasis en métodos reproducibles y evaluación experimental de sistemas basados en inteligencia artificial.

Holds a B.Sc. in Electronics and Telecommunications Engineering and an M.Sc. in Software Engineering with a specialization in Security from Escuela Politécnica Nacional. He is a full-time lecturer in the Software Development program at the Faculty of Systems Engineering of the same institution. His academic work focuses on software engineering, cybersecurity, and the experimental evaluation of artificial intelligence-based systems, emphasizing reproducible methods and applied technological solutions.

Claudio Xavier Borja Saltos

Tecnólogo en Informática con mención en Análisis de Sistemas y Tecnólogo en Desarrollo de Software por el Instituto Tecnológico El Libertador. Es desarrollador de software y se desempeña como Gerente de Ventas en SOFTECAPPS S.A.S. Su experiencia se concentra en implementación de aplicaciones, integración de soluciones informáticas y despliegue de sistemas orientados a usuario final, combinando criterios técnicos y de gestión para la adopción de herramientas digitales.

Holds a degree as Information Technology Technologist with a specialization in Systems Analysis and a degree as Software Development Technologist from Instituto Tecnológico El Libertador (Ecuador). He works as a software developer and serves as Sales Manager at SOFTECAPPS S.A.S. His professional experience focuses on application implementation, software integration, and the deployment of end-user-oriented systems, combining technical execution with management-oriented decision-making.

Jorge Wilson Tamami Pachala

Licenciado en Ciencias de la Educación con mención en Informática Educativa, Especialista en Redes de Comunicación de Datos y Magíster en Informática Empresarial. Ha ejercido docencia en instituciones educativas y en docencia universitaria, además de desempeñar funciones públicas en la provincia de Bolívar, incluyendo Teniente Político, Jefe Político, Gobernador y cargos de gestión en el Distrito 02D01 de Educación. Su trayectoria integra educación, gestión institucional y tecnologías de la información aplicadas.

Holds a B.Ed. in Education with a specialization in Educational Computing, a postgraduate specialization in Data Communication Networks, and an M.Sc. in Business Informatics. He has taught in multiple educational institutions and in higher education, and has held public administration roles in Bolívar Province, including local and provincial leadership positions and educational district management. His background integrates education, institutional management, and applied information technologies.

Cristhian Geovanny Villamarín Arroba

Licenciado en Informática Educativa por la Universidad Estatal de Bolívar, Tecnólogo en Desarrollo de Software por el Instituto Tecnológico El Libertador y Magíster en Tecnologías de la Información por la Universidad Estatal de Milagro. Se desempeña como docente e investigador, con interés en informática aplicada, ciencia de datos y desarrollo de software. Su trabajo se orienta a la aplicación de enfoques computacionales en la mejora de procesos educativos y tecnológicos.

Holds a B.Ed. in Educational Computing from Universidad Estatal de Bolívar, a degree as Software Development Technologist from Instituto Tecnológico El Libertador, and an M.Sc. in Information Technologies from Universidad Estatal de Bolívar. He works as a lecturer and researcher with interests in applied computing, data science, and software development. His work emphasizes computational approaches to support educational and technological improvement initiatives.

Descargo de responsabilidad

Los libros y capítulos de libros publicados en la Editorial Unión Científica representan únicamente las opiniones de los autores. La Editorial Unión Científica, su equipo editorial y sus revisores no se hacen responsables del contenido, las interpretaciones o las consecuencias derivadas de la aplicación de los métodos o conclusiones incluidos en los trabajos. Todas las publicaciones se rigen por las políticas éticas de la editorial.

Estrategias de economía circular y gestión ambiental en maquilas textiles

Circular economy and environmental management strategies in textile maquilas

Mercedes Anabel Monar Verdezoto ^{1*}, Hernán Arturo Rojas Sánchez ¹

¹ Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática, Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda 020150, Ecuador. ROR: <https://ror.org/005cgg117>

✉ memonar@ueb.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7963-4636>

✉ arojas@ueb.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5357-1585>

E-mail de correspondencia: memonar@ueb.edu.ec

Serie Monográfica

Mercado, Tecnología y Ciudadanía.

e-ISSN: 3103-117X

Vol. 2(1) enero - abril 2026

Desafíos de la sociedad contemporánea

ISBN: 978-9942-7391-7-9

Editor académico

Carlos Vásquez

Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

Tipo de revisión

Capítulo de libro revisado por dos pares expertos en modalidad doble ciego.

Como citar este capítulo

Monar Verdezoto, M. A., Rojas Sánchez, H. A. (2026). Estrategias de economía circular y gestión ambiental en maquilas textiles. En Serie Monográfica *Mercado, Tecnología y Ciudadanía* (Vol. 2, Núm. 1, Cap. II, e2). <https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e2>

Copyright

© 2026 Los autores. Este es un capítulo de libro de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) 4.0). Se autoriza el uso, distribución y reproducción de este contenido en cualquier medio, de forma irrestricta, siempre que se otorgue el crédito a los autores originales y se cite debidamente la fuente primaria de publicación.

Recibido:

11 de noviembre de 2025

Revisado:

18 de diciembre de 2025

Aceptado:

10 de enero de 2026

Publicado:

28 de febrero de 2026

Resumen

La industria textil constituye un pilar macroeconómico estratégico para los países en desarrollo; no obstante, sus procesos productivos generan externalidades ambientales críticas que exigen una transición hacia modelos de gestión sostenible. El objetivo de este estudio fue estructurar un estado del arte sobre las trayectorias de gestión ambiental en las maquilas textiles, con el fin de fundamentar un enfoque de sostenibilidad adaptado al contexto de América Latina. Se realizó una revisión sistemática de la literatura y un análisis bibliométrico de la producción científica indexada en Scopus durante el periodo 2021–2025. El procesamiento de datos se realizó mediante los softwares RStudio (Bibliometrix) y VOSviewer, permitiendo mapear la evolución del conocimiento en torno a la eficiencia de recursos y la viabilidad técnica de tecnologías limpias. Los resultados identifican tres dimensiones determinantes para la competitividad: (1) la innovación tecnológica como eje de mitigación de costos operativos y pasivos ambientales; (2) la maduración de la responsabilidad social empresarial (RSE) como activo intangible de cumplimiento internacional; y (3) la transición operativa hacia la economía circular. En resumen, la integración de estos ejes reduce la huella ecológica al tiempo que optimiza el desempeño financiero en mercados globales exigentes. Este estudio constituye un aporte para el diseño de políticas públicas y estrategias corporativas replicables en el sector maquilador latinoamericano.

Palabras clave: desarrollo sostenible; economía circular; gestión ambiental; industria textil; responsabilidad social de las empresas.

ABSTRACT

The textile industry constitutes a strategic macroeconomic pillar for developing countries; however, its production processes generate critical environmental externalities that call for a transition toward sustainable management models. The objective of this study was to structure a state-of-the-art review of environmental management trajectories in textile maquilas, to support a sustainability approach tailored to the Latin American context. A systematic literature review and a bibliometric analysis of scientific production indexed in Scopus for the period 2021–2025 were conducted. Data processing was carried out using RStudio (Bibliometrix) and VOSviewer software, enabling the mapping of knowledge evolution related to resource efficiency and the technical feasibility of clean technologies. The results identify three key dimensions for competitiveness: (1) technological innovation as a core mechanism for mitigating operational costs and environmental liabilities; (2) the maturation of corporate social responsibility (CSR) as an intangible asset aligned with international compliance standards; and (3) the operational transition toward a circular economy. In summary, the integration of these dimensions reduces the ecological footprint while optimizing financial performance in demanding global markets. This study constitutes a contribution to the design of public policies and replicable corporate strategies within the Latin American maquila sector.

Keywords: circular economy; corporate social responsibility; environmental management; sustainable development; textile industry.

INTRODUCCIÓN

La industria textil ha impulsado el crecimiento económico en numerosos países en vías de desarrollo, especialmente en América Latina y Asia. En este contexto, las maquilas textiles han generado empleo y han facilitado la integración en cadenas globales de valor [1], [2]. Sin embargo, este desarrollo ha generado preocupaciones ambientales significativas que se traducen en externalidades negativas y riesgos financieros para las organizaciones. Los principales retos son el alto consumo de agua, uso intensivo de productos químicos, generación de residuos contaminantes, y una considerable huella energética [3], factores que incrementan los costos operativos y la exposición a contingencias regulatorias. En consecuencia, se ha generado un interés creciente en la identificación, sistematización y promoción de buenas prácticas ambientales que mitiguen el impacto negativo de estas actividades y optimicen la estructura de costos industriales [4].

En los últimos años, la sostenibilidad ambiental se ha convertido en un eje transversal en la agenda de innovación y responsabilidad social empresarial del sector textil, consolidándose como un activo intangible que determina el acceso a nuevos mercados y financiamiento [5], [6]. A medida que los consumidores, reguladores y organismos internacionales exigen mayor transparencia y desempeño ambiental bajo estándares de información no financiera, las maquilas textiles enfrentan el desafío de implementar estrategias que compatibilicen eficiencia productiva con gestión ambiental responsable [7]. En este contexto, la responsabilidad social empresarial (RSE) ha evolucionado de un enfoque filantrópico hacia un modelo de gestión de activos intangibles y mitigación de riesgos, donde el cumplimiento de estándares internacionales es clave para la licencia social de operar [8], [9]. Diversos estudios han abordado prácticas específicas como la reutilización de agua en procesos de teñido, sustitución de insumos tóxicos por alternativas menos contaminantes, adopción de tecnologías limpias, y optimización del consumo energético mediante fuentes renovables [10], [11]. Complementariamente, la adopción de la economía circular surge como el paradigma técnico-económico que permite desvincular el crecimiento productivo del consumo finito de recursos, transformando los residuos en insumos de valor y optimizando la rentabilidad a largo plazo [12], [13], [14]. Sin embargo, aún persiste una fragmentación en la información, lo que dificulta la evaluación de la viabilidad económica de estas inversiones y limita su replicabilidad y escalabilidad en el entorno corporativo [15].

Bajo este escenario, la gestión ambiental ha dejado de ser percibida exclusivamente como un centro de costos para transformarse en un factor determinante de la competitividad estructural [16], [17]. La literatura reciente sugiere que las maquilas textiles que logran integrar eco-innovaciones y métricas de desempeño verde mitigan su riesgo reputacional al mismo tiempo que mejoran su rendimiento sobre los activos (ROA) al reducir el desperdicio de materias primas y los gastos por concepto de vertidos y sanciones [18].

En América Latina, donde la industria maquiladora es intensiva en mano de obra y recursos, la adopción de un enfoque de economía circular permite la creación de valor compartido. De esta manera, es posible alinear los beneficios económicos de la empresa con el bienestar del ecosistema local [19].

En este contexto, este estudio tuvo como objetivo elaborar un estado del arte sobre las buenas prácticas ambientales en maquilas textiles. A través de un procedimiento sistemático de revisión de literatura científica, se busca ofrecer una visión integral del avance del conocimiento en este campo,

proporcionando una base técnica que sustente la toma de decisiones estratégicas y la gestión eficiente de recursos en la industria maquiladora de América Latina.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en este estudio se fundamenta en el marco propuesto por el Joanna Briggs Institute (JBI) en su guía *Guidance for Conducting Systematic Scoping Reviews*, publicada en el *International Journal of Evidence-Based Healthcare* [20]. Este protocolo garantiza la transparencia y reproducibilidad del proceso mediante una estructura secuencial de nueve etapas, las cuales se detallan en la Tabla 1. La aplicación de este estándar permite un mapeo de la literatura sobre gestión ambiental y economía circular en el sector maquilador.

Tabla 1. Fases metodológicas de la revisión sistemática de alcance (Scoping Review) basadas en el protocolo del Joanna Briggs Institute (JBI).

Etapas	Procedimiento Metodológico (Protocolo JBI)
1	Definir preguntas de investigación.
2	Desarrollar criterios de elegibilidad alineados con las preguntas de investigación.
3	Describir el enfoque previsto para la búsqueda, selección, extracción y presentación de las pruebas.
4	Buscar los registros.
5	Seleccionar los registros.
6	Extraer los registros.
7	Analizar los registros.
8	Presentar los resultados.
9	Extraer conclusiones y señalar las implicaciones de los hallazgos.

Bajo este marco, se formuló como interrogante central: ¿Cuáles son las buenas prácticas ambientales empleadas por las maquilas textiles reportadas en la literatura científica de alto impacto? Esta pregunta rigió la determinación de los criterios de elegibilidad, los cuales exigieron que los estudios abordaran la manufactura textil desde la perspectiva de la gestión ambiental, estuvieran indexados en la base de datos Scopus y hubiesen sido publicados en el periodo 2021-2025, en la Tabla 2 se muestran los criterios de inclusión y exclusión empleados.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión para la selección de la evidencia científica.

Criterio	Inclusión	Exclusión
Tipo de documento	Artículos originales de investigación.	Notas, cartas al editor, capítulos de libro o revisiones de literatura.
Temporalidad	Publicaciones entre 2021 y 2025.	Artículos publicados fuera del intervalo 2021-2025.
Temática	Gestión ambiental y producción en maquila/manufactura textil.	Estudios textiles enfocados exclusivamente en diseño de modas o marketing sin componente ambiental.
Idioma	Inglés y español.	Otros idiomas.
Calidad de fuente	Revistas indexadas en Scopus (Environmental Science).	Literatura gris, repositorios institucionales no indexados o blogs.

El proceso de filtrado y selección de la evidencia se rigió por los criterios de inclusión y exclusión detallados en la Tabla 2. Como se resume en la Figura 1, tras la consulta inicial en Scopus que arrojó 1,781 registros, se procedió a un refinamiento sistemático basado en la pertinencia temática y la vigencia temporal, resultando en una muestra de 140 artículos.

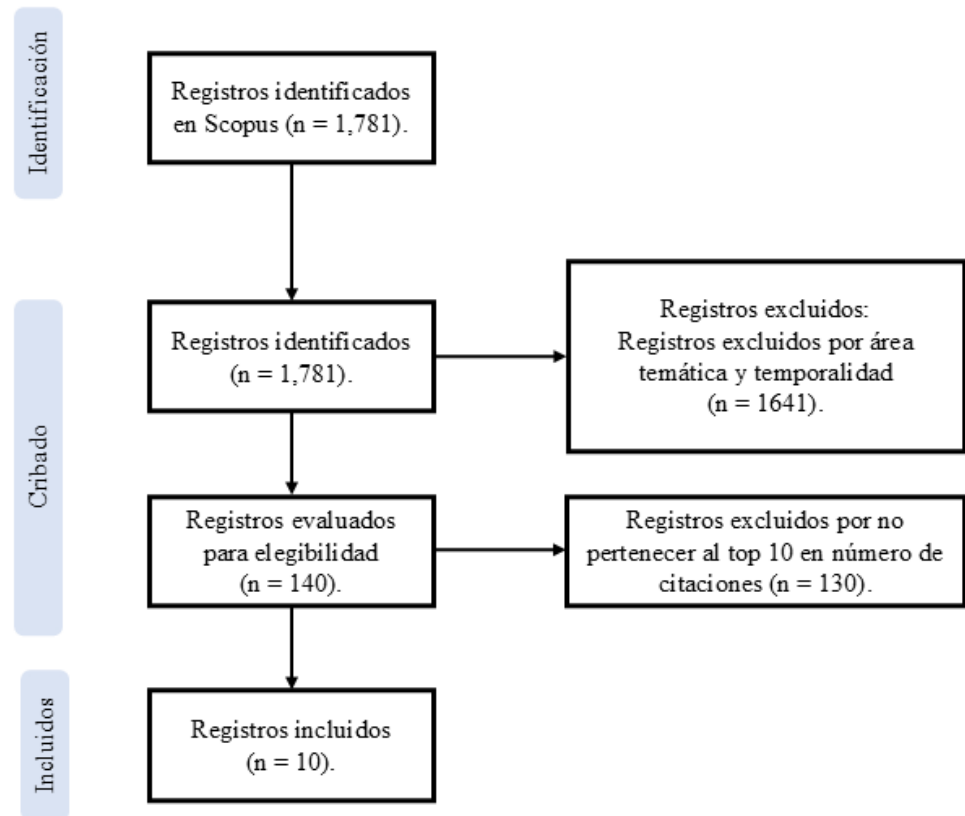


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección.

El criterio de selección estuvo basado en el impacto académico mediante citación global. El procesamiento y análisis de los metadatos se realizó utilizando el software RStudio (versión 2024.12.0+467; RStudio Team, Boston, MA, USA), empleando el paquete integral de código abierto Bibliometrix (versión 4.1.2) y su interfaz web Biblioshiny.

A través de esta herramienta, se identificaron los 10 artículos con mayor influencia dentro de la comunidad científica internacional, cuantificados mediante el indicador de citas globales totales. La jerarquía de estos documentos y su relevancia científica se detallan en la Figura 2.

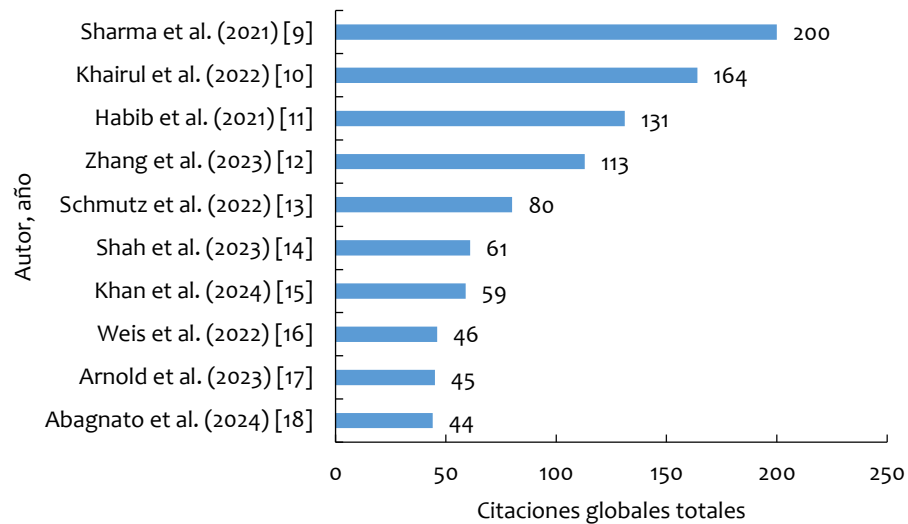


Figura 2. Artículos con mayor impacto por citación global en el periodo 2021-2025.

Los diez registros identificados en la Figura 2 fueron sometidos a un proceso de extracción de datos y análisis crítico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se llevó a cabo un análisis de coocurrencia de palabras clave para identificar la estructura y las tendencias emergentes en la literatura analizada. El procesamiento se realizó mediante el software VOSviewer (versión 1.6.20; Van Eck & Waltman, Leiden University, Holanda), aplicando el método de normalización de fuerza de asociación (association strength). Se consideraron términos con una frecuencia mínima de dos apariciones, lo que permitió la identificación de dos clústeres temáticos diferenciados Figura 3.

Clúster 1 (Rojo): Eficiencia operativa y mitigación de impactos técnicos

El primer clúster manifiesta un núcleo temático centrado en la gestión técnica y la optimización de recursos. Términos predominantes como *energy utilization*, *textile industry* y *textile manufacturing* evidencian que la investigación contemporánea prioriza la eficiencia energética como una estrategia dual: reducción de costos operativos y minimización de la huella de carbono.

Particularmente, la estrecha vinculación con el término *textile wastewater* recalca que la gestión de efluentes sigue siendo el desafío importante de la industria. Este grupo de datos sugiere que las buenas prácticas en la literatura de alto impacto están fuertemente ligadas a soluciones de ingeniería y tecnologías limpias aplicadas al ciclo hidrológico y energético de la producción.

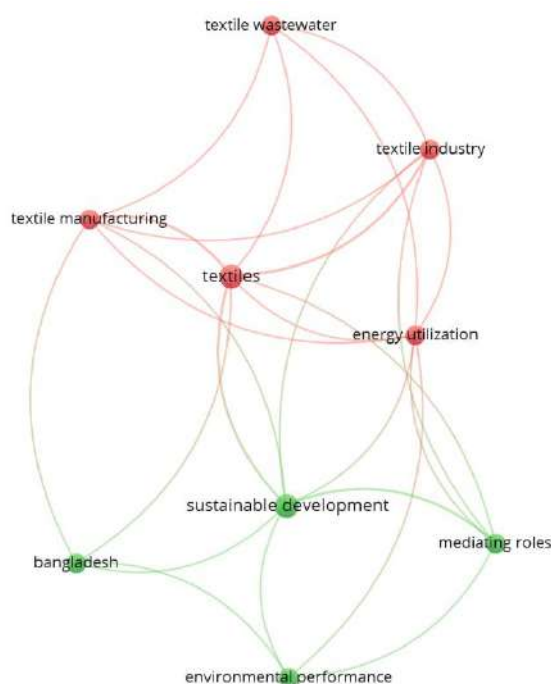


Figura 3. Red de coocurrencia de palabras clave basada en el método de fuerza de asociación (mínimo 2 ocurrencias).

Clúster 2 (Verde): Gobernanza, contexto geográfico y desempeño sostenible

El segundo clúster desplaza el foco de lo técnico hacia lo estratégico y contextual. La relevancia de Bangladesh como nodo geográfico refleja su estatus como laboratorio global para la sostenibilidad textil, ofreciendo lecciones transferibles al contexto latinoamericano. La presencia de indicadores de *environmental performance* sugiere una transición desde la simple mitigación hacia la medición estandarizada del impacto ambiental.

Un resultado relevante es la aparición de *mediating roles*, que apunta a un interés académico por los factores intervinientes (políticas públicas, normativas internacionales y cultura organizacional) que condicionan el éxito de las prácticas ambientales. Finalmente, la integración de *sustainable development* actúa como el marco normativo que busca armonizar el crecimiento económico de la maquila con la responsabilidad social, validando la necesidad del manual de sostenibilidad propuesto en esta investigación.

La Tabla 3 resume de manera sistemática las características resaltantes de los 10 artículos con mayor número de citas globales incluidos en esta revisión. La estructura se organiza en cuatro dimensiones: i) referencia, que permite la identificación rápida del autor y la vigencia del estudio; ii) caso de estudio, en donde se detalla el contexto técnico y el alcance de la investigación; iii) buena práctica ambiental, que extrae la estrategia central documentada; y iv) aplicabilidad, donde se relacionan los resultados de esos trabajos al contexto operativo de las maquilas textiles en América Latina.

Tabla 3. Matriz de síntesis de literatura científica de alto impacto y su aplicabilidad en América Latina, AL.

Autor (año)	Caso de estudio	Buena práctica ambiental empleada	Aplicabilidad en América Latina
Sharma et al. (2021) [21]	Revisión de técnicas de tratamiento de efluentes (primario, secundario y terciario). Analiza DBO, DQO, pH y sólidos disueltos.	Implementación de tecnologías limpias y gestión eficiente de agua/energía.	Optimización de plantas de tratamiento existentes priorizando el control de carga orgánica (DBO/DQO).
Khairul et al. (2022) [22]	Análisis de cultura verde organizacional en 198 empleados textiles. Identifica la adaptabilidad como motor de innovación.	Promoción de cultura verde y compromiso del capital humano.	Programas de capacitación interna y sensibilización en liderazgo participativo.
Habib et al. (2021) [23]	Cuantificación de residuos en 17 fábricas de Bangladesh. Identifica pérdidas de 0,70 USD por prenda.	Modelo conceptual de gestión de residuos bajo economía circular.	Clasificación en origen y articulación con mercados locales de reciclaje.
Zhang et al. (2023) [24]	Evaluación de orientación estratégica (GEO, MO, KMO) en 266 empresas sobre la cadena de suministro verde.	Gestión ambiental de la cadena de suministro (GSCM).	Fortalecimiento de coordinación con proveedores y criterios ambientales en compras.
Schmutz et al. (2022) [25]	Revisión de tecnologías avanzadas de oxidación. Identifica el proceso Fenton mejorado como el más eficiente, con el menor consumo energético y bajo costo operativo costo-efectivo (0,23 USD/m³).	Implementación de Fenton mejorado para tratamiento de aguas residuales.	Integración del proceso Fenton como etapa complementaria en PTAR industriales.
Shah et al. (2023) [26]	Uso de biomasa del Sahara (ABMS) como biosorbente para remoción de colorantes (azul de metileno).	Adsorción mediante biosorbentes de bajo costo.	Empleo de residuos agrícolas locales (ej. bagazo, cáscaras) como biosorbentes.
Khan et al. (2024) [27]	Métodos de remoción de cromo hexavalente (Cr6+) mediante adsorción y filtración por membranas.	Uso de adsorbentes específicos para metales pesados.	Implementación de filtros de adsorbentes naturales en procesos de curtido o tintura.
Weis et al. (2022) [28]	Análisis de ciclo de vida del algodón. Identifica impactos en toxicidad y huella hídrica.	Sustitución por fibras alternativas (yute, lino) de menor demanda hídrica.	Diversificación de materias primas con fibras naturales locales de menor huella hídrica.
Arnold et al. (2023) [29]	Evaluación de extracto de cúrcuma vs. mordientes metálicos para teñido de algodón.	Teñido natural y eliminación de metales pesados en acabados.	Adopción de tintes naturales en líneas de producción sostenibles o artesanales.
Abagnato et al. (2024) [30]	Impacto del crédito verde en el desempeño de 376 empresas en China mediante ecuaciones estructurales.	Fomento de eco-innovación mediante mecanismos financieros verdes.	Acceso a fondos de banca multilateral o incentivos fiscales para reconversión tecnológica.

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno; DQO: Demanda química de oxígeno; GEO: Orientación emprendedora verde; MO: Orientación al mercado; KMO: Orientación a la gestión del conocimiento; PTAR: Plantas de tratamiento de aguas residuales. Proceso Fenton Mejorado: es una tecnología de oxidación química utilizada para el tratamiento de aguas residuales altamente contaminadas en la industria textil. A diferencia de los métodos convencionales, esta técnica emplea una combinación optimizada de peróxido de hidrógeno y un catalizador de hierro para descomponer contaminantes difíciles, como los tintes sintéticos, que otros sistemas no pueden eliminar.

Análisis de convergencia y brechas tecnológicas

El análisis comparativo de la Tabla 3 permite identificar una tendencia dominante hacia la gestión avanzada del recurso hídrico, la cual representa el eje fundamental de las preocupaciones ambientales en el sector maquilador. Estudios con alto tasa de citaciones globales totales Sharma et al. [21] y Schmutz et al. [25], muestran que la viabilidad de las maquilas textiles depende de la transición desde tratamientos convencionales hacia procesos de oxidación avanzada como el Fenton mejorado y el uso de biosorbentes de bajo costo [26]. Para el contexto latinoamericano, esta convergencia sugiere que la sostenibilidad debe priorizar la optimización de los parámetros fisicoquímicos (DQO y DBO)

mediante la revalorización de residuos agrícolas locales como medios filtrantes, alineando así la eficiencia técnica con la economía circular.

Asimismo, se encontró que la sostenibilidad no se limita a la infraestructura física, sino que requiere una estructura de gobernanza robusta. Mientras que Khairul et al. [22] y Zhang et al. [24] enfatizan que la cultura verde y la gestión de la cadena de suministro son los motores de la innovación, Abagnato et al. [30] introducen el componente del financiamiento verde como el catalizador necesario para estas transformaciones. Esta dualidad técnica-estratégica es determinante para las maquilas de la región, donde la adopción de fibras alternativas [28] y tintes naturales [29] solo será escalable si se acompaña de incentivos económicos y un alto compromiso organizacional.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

A pesar del rigor metodológico, este estudio se limitó a fuentes secundarias indexadas en Scopus, lo que podría excluir experiencias locales no documentadas en revistas científicas. Se recomienda para futuras investigaciones realizar estudios de caso que cuantifiquen el Retorno de Inversión (ROI) de la implementación del proceso Fenton en maquilas específicas de la región, así como evaluar el impacto de las políticas fiscales verdes en la adopción de estas tecnologías.

CONCLUSIONES

En el ámbito técnico-operativo, se confirma que la optimización del ciclo hídrico y energético constituye el pilar de la reducción de externalidades negativas. Tecnologías como el proceso Fenton mejorado y el uso de biosorbentes de bajo costo que mitigan el impacto ambiental y representan soluciones financieramente viables que reducen el riesgo por incumplimiento normativo y optimizan los costos operativos de las plantas de tratamiento.

En la dimensión estratégica, la transición hacia la economía circular y la gestión de residuos materiales permite la revalorización de subproductos, transformando costos de disposición en oportunidades de recuperación económica. La evidencia sugiere que la adopción de estas prácticas está intrínsecamente ligada a una cultura organizacional verde y a una gestión de la cadena de suministro que integre criterios de sostenibilidad. Para el sector contable y administrativo, esto implica que el desempeño ambiental debe ser medido como un indicador clave de competitividad y eficiencia en el uso de capital.

Finalmente, la diversificación hacia materias primas alternativas y el aprovechamiento de mecanismos de crédito verde se presentan como las herramientas útiles para la transformación del sector. Estos instrumentos financieros facilitan la eco-innovación y permiten que la industria maquiladora latinoamericana se alinee con las exigencias de sostenibilidad de los mercados globales.

Contribución y autoría

MAMV: conceptualización; metodología; software (RStudio/VOSviewer); análisis formal; investigación; redacción: borrador original; visualización; administración del proyecto. **HARS:** validación; redacción: revisión y edición; supervisión; administración del proyecto.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la UEB a través del Grupo de Gestión Sostenible y Cambio Climático GI-05-2022, RCU-010-2022-138.

Declaración ética

Los autores declaran que esta investigación se realizó siguiendo estrictamente los principios éticos para la investigación científica.

Uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que no se han utilizado herramientas de inteligencia artificial generativa ni tecnologías asistidas por IA en la preparación o redacción de este manuscrito.

Disponibilidad de datos

Las contribuciones originales presentadas en este estudio se incluyen en el documento. Se pueden solicitar otros datos al autor correspondiente.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses, ya sea financiero, personal o profesional, que pudiera haber influido en la objetividad de los resultados presentados en este capítulo de libro.

REFERENCIAS

- [1] Lakshmi Subramanian, «Cloth and Commerce: Understanding Indian Economic History», en *Textile Trades, Consumer Cultures, and the Material Worlds of the Indian Ocean*, P. Machado, S. Fee, y G. Campbell, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 55-77. doi: 10.1007/978-3-319-58265-8_3.
- [2] M. Crossa Niell, «MULTI-FIBER agreement 15 years later: Degraded working conditions in the Honduran Garment Maquiladora Industry†», *Labor and Society*, vol. 23, n.o 3, pp. 317-335, sep. 2020, doi: 10.1111/wusa.12480.
- [3] R. M. N. Sulochani, R. A. Jayasinghe, G. Priyadarshana, A. H. L. R. Nilmini, M. Ashokcline, y P. D. Dharmaratne, «Waste-based composites using post-industrial textile waste and packaging waste from the textile manufacturing industry for non-structural applications», *Sustainable Chemistry for the Environment*, vol. 8, p. 100163, dic. 2024, doi: 10.1016/j.sscenv.2024.100163.
- [4] M. A. Butturi, A. Neri, F. Mercalli, y R. Gamberini, «Sustainability-Oriented Innovation in the Textile Manufacturing Industry: Pre-Consumer Waste Recovery and Circular Patterns», *Environments*, vol. 12, n.o 3, p. 82, mar. 2025, doi: 10.3390/environments12030082.
- [5] A. Amato, G. Merli, M. Prisciandaro, K. Ayedi, y V. Innocenzi, «Environmental sustainability assessment of different strategies for the treatment of wastewater from textile industry», *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 13, n.o 5, p. 118761, oct. 2025, doi: 10.1016/j.jece.2025.118761.
- [6] A. Rahman, M. F. Ahmad, M. K. Ansari, T. Husain, y H. Noor, «Growth, Environmental Sustainability and Inclusivity in Textile Industry: A Systematic Literature Review», *IRJMS*, vol. 06, n.o 04, pp. 1194-1211, 2025, doi: 10.47857/irjms.2025.v06i04.06853.

- [7] Md. T. Rahaman y Md. S. Hossain Khan, «Biomaterials for manufacturing environmentally sustainable textiles and apparel: sources, applications, challenges, enablers and future directions», *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 22, n.o 10, pp. 9655-9710, jun. 2025, doi: 10.1007/s13762-025-06481-7.
- [8] B. Ramírez Barredo y B. Guerrero González-Valerio, «Responsabilidad social corporativa, criterios ESG y su comunicación en el sector textil español», *epsir*, vol. 9, pp. 1-20, oct. 2024, doi: 10.31637/epsir-2024-897.
- [9] I. A. Ivanova, V. N. Pulyaeva, M. A. Ponomareva, y M. A. Gagarina, «Corporate Social Responsibility in the Textile Industry in Russia: From its Origins to the Present Day», *RoBES*, vol. 13, n.o 3, pp. 61-74, oct. 2025, doi: 10.26794/2308-944X-2025-13-3-61-74.
- [10] A. Das, S. Dey, y A. P. Das, «Ecotoxicological impacts of synthetic microfiber pollutants and development of sustainable mitigation strategies», *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, vol. 7, pp. 201-210, 2025, doi: 10.1016/j.eneco.2024.12.003.
- [11] B. Harsanto, I. Primiana, V. Sarasi, y Y. Satyakti, «Sustainability Innovation in the Textile Industry: A Systematic Review», *Sustainability*, vol. 15, n.o 2, p. 1549, ene. 2023, doi: 10.3390/su15021549.
- [12] M. Khan, A.-S. Nizami, A. Yasar, y F. Musharavati, «Advancing vertical integration and circularity in the textile industry by developing a novel framework of textile sustainability index», *Sustainable Futures*, vol. 10, p. 101496, dic. 2025, doi: 10.1016/j.sftr.2025.101496.
- [13] M. H. Nguyen, S. Islam, y C. S. L. Tan, «An examination of barriers and enablers to circular economy transition among small and medium-sized enterprises in the Vietnamese fashion and textile industry», *Cleaner Production Letters*, vol. 10, p. 100125, jun. 2026, doi: 10.1016/j.clpl.2025.100125.
- [14] A. Roy, A. Majumdar, P. Ghasemi, W. Sheikh, y S. M. Ali, «Investigating the environmental losses in the textile industry of an emerging economy: Implications for a sustainable and circular economy», *Computers & Industrial Engineering*, vol. 209, p. 111353, nov. 2025, doi: 10.1016/j.cie.2025.111353.
- [15] T. G. Fadara, K. Y. Wong, y H. Zarei, «A comprehensive framework for the sustainability indicators in the textile industry of developing countries», *Bus Strat Dev*, vol. 7, n.o 1, p. e332, mar. 2024, doi: 10.1002/bsd2.332.
- [16] D. Escandon-Barbosa, J. Salas-Paramo, y V. C. Paque, «The role of trophic, mutualistic, and competitive interactions in an industrial symbiosis process implementation: an ecological network perspective», *Environ Sci Pollut Res*, vol. 31, n.o 29, pp. 41905-41913, jun. 2024, doi: 10.1007/s11356-024-33454-z.
- [17] Y. Zhou, A. O. Agyemang, I. O. Adam, y A. K. Twum, «Assessing the impact of technological innovation on environmental and financial performance of Chinese textile manufacturing companies», *IJTPM*, vol. 22, n.o 4, p. 369, 2022, doi: 10.1504/IJTPM.2022.126152.

- [18] W. C. Lucato, E. M. Costa, y G. C. De Oliveira Neto, «The environmental performance of SMEs in the Brazilian textile industry and the relationship with their financial performance», *Journal of Environmental Management*, vol. 203, pp. 550-556, dic. 2017, doi: 10.1016/j.jenvman.2017.06.028.
- [19] J. R. Espinoza-Villegas, F. E. Housni, M. Lares-Michel, J. G. Salazar Estrada, N. Righini, y V. G. Aguilera Cervantes, «Water sustainability strategies and policies in Mexico: Comparative insights from Latin America», *Nature-Based Solutions*, vol. 8, p. 100288, dic. 2025, doi: 10.1016/j.nbsj.2025.100288.
- [20] M. D. J. Peters, C. M. Godfrey, H. Khalil, P. McInerney, D. Parker, y C. B. Soares, «Guidance for conducting systematic scoping reviews», *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, vol. 13, n.o 3, pp. 141-146, sep. 2015, doi: 10.1097/XEB.000000000000050.
- [21] S. Sharma, G. Prakash, A. Kumar, E. K. Mussada, J. Antony, y S. Luthra, «Analysing the relationship of adaption of green culture, innovation, green performance for achieving sustainability: Mediating role of employee commitment», *Journal of Cleaner Production*, vol. 303, p. 127039, jun. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127039.
- [22] M. Md. Khairul Akter, U. N. Haq, Md. M. Islam, y M. A. Uddin, «Textile-apparel manufacturing and material waste management in the circular economy: A conceptual model to achieve sustainable development goal (SDG) 12 for Bangladesh», *Cleaner Environmental Systems*, vol. 4, p. 100070, mar. 2022, doi: 10.1016/j.cesys.2022.100070.
- [23] Md. A. Habib, Y. Bao, N. Nabi, M. Dulal, A. A. Asha, y M. Islam, «Impact of Strategic Orientations on the Implementation of Green Supply Chain Management Practices and Sustainable Firm Performance», *Sustainability*, vol. 13, n.o 1, p. 340, ene. 2021, doi: 10.3390/su13010340.
- [24] Z. Zhang et al., «Environmental impacts of cotton and opportunities for improvement», *Nat Rev Earth Environ*, vol. 4, n.o 10, pp. 703-715, sep. 2023, doi: 10.1038/s43017-023-00476-z.
- [25] M. Schmutz y C. Som, «Identifying the potential for circularity of industrial textile waste generated within Swiss companies», *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 182, p. 106132, jul. 2022, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.106132.
- [26] S. H. A. Shah et al., «The Impact of Perceived CSR on Employees' Pro-Environmental Behaviors: The Mediating Effects of Environmental Consciousness and Environmental Commitment», *Sustainability*, vol. 15, n.o 5, p. 4350, feb. 2023, doi: 10.3390/su15054350.
- [27] S. A. R. Khan, A. A. Sheikh, y M. S. Tahir, «Corporate social responsibility—an antidote for sustainable business performance: interconnecting role of digital technologies, employee eco-behavior, and tax avoidance», *Environ Sci Pollut Res*, vol. 31, n.o 3, pp. 4365-4383, dic. 2023, doi: 10.1007/s11356-023-31377-9.
- [28] J. S. Weis y F. De Falco, «Microfibers: Environmental Problems and Textile Solutions», *Microplastics*, vol. 1, n.o 4, pp. 626-639, nov. 2022, doi: 10.3390/microplastics1040043.

- [29] M. G. Arnold, C. Pfaff, y T. Pfaff, «Circular Business Model Strategies Progressing Sustainability in the German Textile Manufacturing Industry», *Sustainability*, vol. 15, n.o 5, p. 4595, mar. 2023, doi: 10.3390/su15054595.
- [30] S. Abagnato, L. Rigamonti, y M. Grosso, «Life cycle assessment applications to reuse, recycling and circular practices for textiles: A review», *Waste Management*, vol. 182, pp. 74-90, jun. 2024, doi: 10.1016/j.wasman.2024.04.016.

Biografía de los autores

Mercedes Anabel Monar Verdezoto

Mercedes Anabel Monar Verdezoto es docente e investigadora en la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), en Guaranda, Ecuador. Posee formación académica como Magíster en Contabilidad y Auditoría, además de ser Ingeniera en Contabilidad y Auditoría CPA. Su trayectoria docente abarca áreas específicas como la Auditoría de Gestión, Contabilidad de Costos y Contabilidad Superior. Ha contribuido al campo científico con publicaciones destacadas, entre ellas "Estrategias de control interno en las pymes" y estudios sobre la gestión administrativa y financiera en el sector público y privado. Sus líneas de investigación se centran en la transparencia contable, control interno, auditoría integral y el fortalecimiento financiero de las organizaciones en el contexto regional.

Mercedes Anabel Monar Verdezoto is a professor and researcher at the Bolívar State University (UEB) in Guaranda, Ecuador. She holds a Master's degree in Accounting and Auditing, as well as a degree in Accounting and Auditing CPA. Her teaching career covers specific areas such as Management Auditing, Cost Accounting, and Advanced Accounting. She has contributed to the scientific field with notable publications, including "Internal Control Strategies in SMEs" and studies on administrative and financial management in the public and private sectors. Her lines of research focus on accounting transparency, internal control, comprehensive auditing, and the financial strengthening of organizations in the regional context.

Hernan Arturo Rojas Sánchez

Hernán Arturo Rojas Sánchez, PhD, es rector y profesor en la Universidad Estatal de Bolívar, UEB, en Guaranda, Ecuador. Es Doctor en Ciencias Económicas, Magíster en Gerencia Educativa e Ingeniero Comercial con Licenciatura en Contabilidad y Auditoría. Ha impartido cátedras diversas como Gestión del Talento Humano, Investigación Científica, Finanzas Corporativas y Tecnología Educativa, entre otras. Además, lidera proyectos de vinculación universitaria y autoría de múltiples estudios, incluyendo "Proyectos de vinculación y su trascendencia en la educación superior ecuatoriana" (2024). Sus líneas de investigación se orientan al desarrollo local, políticas educativas y sostenibilidad institucional.

Hernán Arturo Rojas Sánchez, PhD, serves as Rector and professor at the State University of Bolívar, UEB in Guaranda, Ecuador. He earned his Doctorate in Economic Sciences, holds a Master's in Educational Management, and is a Commercial Engineer with a degree in Accounting and Auditing. He teaches a wide range of subjects including Human Resource Management, Scientific Research, Corporate Finance, and Educational Technology. He also leads community outreach and linkage projects and has authored several studies, notably "Linkage Projects and Their Significance in

Ecuadorian Higher Education” (2024). His research focuses on local development, educational policies, and institutional sustainability.

Descargo de responsabilidad

Los libros y capítulos de libros publicados en la Editorial Unión Científica representan únicamente las opiniones de los autores. La Editorial Unión Científica, su equipo editorial y sus revisores no se hacen responsables del contenido, las interpretaciones o las consecuencias derivadas de la aplicación de los métodos o conclusiones incluidos en los trabajos. Todas las publicaciones se rigen por las políticas éticas de la editorial.

Influencia del capital cultural en el rendimiento académico de los estudiantes

Influence of cultural capital on students' academic performance

Simeón Ángel Zavala Verdezoto ^{1*}

¹ Unidad de Posgrados. Universidad Estatal de Milagro. Milagro 091050, Ecuador. ROR: <https://ror.org/oogd7ns03>

✉ simeonzavala18@gmail.com

| ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4425-8375>

E-mail de correspondencia: simeonzavala18@gmail.com

Serie Monográfica

Mercado, Tecnología y Ciudadanía.

e-ISSN: 3103-117X

Vol. 2(1) enero - abril 2026

Desafíos de la sociedad contemporánea

ISBN: 978-9942-7391-7-9

Editor académico

Yonaiker Navas, PhD.

Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador.

Tipo de revisión

Capítulo de libro revisado por dos pares expertos en modalidad doble ciego.

Como citar este capítulo

Zavala Verdezoto, S. A. (2026). Influencia del capital cultural en el rendimiento académico de los estudiantes. En *Serie Monográfica Mercado, Tecnología y Ciudadanía* (Vol. 2, Núm. 1, Cap. III, e3). <https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e3>

Copyright

© 2026 Los autores. Este es un capítulo de libro de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International ([CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) 4.0). Se autoriza el uso, distribución y reproducción de este contenido en cualquier medio, de forma irrestricta, siempre que se otorgue el crédito a los autores originales y se cite debidamente la fuente primaria de publicación.

Recibido: 11 de noviembre de 2025

Revisado: 18 de diciembre de 2025

Aceptado: 10 de enero de 2026

Publicado: 28 de febrero de 2026

Resumen

El capital cultural comprende los conocimientos, valores y habilidades que las personas adquieren a través de la socialización, especialmente en el entorno familiar, y que influyen directamente en su rendimiento académico, este estudio tuvo como objetivo analizar cómo la distribución desigual del capital cultural entre las familias contribuye a generar desigualdades educativas, tomando como marco teórico la propuesta de Pierre Bourdieu, la investigación se desarrolló mediante un enfoque cualitativo, utilizando un muestreo intencional y entrevistas a actores clave: sociólogo, educadora parvularia, padre de familia y estudiante universitario, para obtener perspectivas diversas sobre la relación entre capital cultural y desempeño escolar, los resultados muestran que el sistema educativo tiende a favorecer a los estudiantes cuyo capital cultural coincide con las normas escolares, reproduciendo brechas desde la educación inicial hasta niveles superiores, sin embargo, también surgen factores compensatorios, como el apoyo emocional familiar y la motivación personal, que pueden mitigar parcialmente estas desigualdades, se concluye que la escuela necesita reconocer la diversidad cultural del estudiantado y fortalecer estrategias pedagógicas inclusivas que reduzcan las brechas asociadas al capital cultural.

Palabras clave: capital cultural; desigualdad social; expectativas académicas; rendimiento escolar; sociología de la educación.

ABSTRACT

Cultural capital encompasses the knowledge, values, and skills that individuals acquire through socialization, particularly within the family environment, and which directly influence their academic performance. This study aimed to analyze how the unequal distribution of cultural capital among families contributes to educational inequalities. Using Pierre Bourdieu's theoretical framework, the research employed a qualitative approach, utilizing purposive sampling and interviews with key stakeholders: a sociologist, an early childhood educator, a parent, and a university student. This approach sought to obtain diverse perspectives on the relationship between cultural capital and academic performance. The results show that the educational system tends to favor students whose cultural capital aligns with school norms, perpetuating gaps from early childhood education to higher levels. However, compensatory factors, such as family emotional support and personal motivation, also emerge, which can partially mitigate these inequalities. The study concludes that schools need to recognize the cultural diversity of their student body and strengthen inclusive pedagogical strategies that reduce the gaps associated with cultural capital.

Keywords: cultural capital; social inequality; academic expectations; school performance; sociology of education.

INTRODUCCIÓN

El capital cultural es un término fundamental dentro del análisis del rendimiento académico, pues la transferencia de conocimientos, habilidades y valores de las familias de diferentes clases sociales a sus hijos, afectan el desempeño escolar y las oportunidades educativas, por lo que este artículo tiene como fin dar a conocer la desigualdad producida por el capital cultural en el rendimiento académico reproducida por las familias a los hijos con respecto a las clases sociales, ya que, la comunidad estudiantil derivadas de familias con alto capital cultural tienden a tener ventajas significativas en el rendimiento académico debido a un entorno enriquecido y recursos educativos abundantes.

Sin embargo, aunque el capital cultural influye notablemente en el proceso académico, no es el único factor determinante, la motivación personal, el esfuerzo, la calidad de la enseñanza, el apoyo comunitario y las políticas inclusivas pueden contrarrestar las desventajas del capital cultural insuficiente, permitiendo que todos los individuos tengan la conformidad de alcanzar el éxito educativo, el capital cultural es un concepto formulado por el sociólogo Pierre Bourdieu, que lo define como “los activos sociales no financieros (como el conocimiento, las habilidades, la educación y los gustos culturales) que influyen en el estatus y las oportunidades de una persona en la sociedad” [1], es decir como el conjunto de conocimientos, destrezas, educación, valores, etc. Los cuales los seres humanos adquieren a lo largo de su vida mediante la transmisión de conocimientos por la familia en primer momento a través de la socialización.

Este capital puede influir en el rendimiento académico, pues proporciona herramientas necesarias que pueden dar una ventaja o no en su desarrollo educativo, Bourdieu citado en [2], señala que “la sucesión de las relaciones de clase son ocasionadas de las acciones formadoras que los individuos toman de su entorno familiar, procedente del capital cultural y de las actitudes sobre la cultura” (p. 7), es decir, la transmisión se produce de padres a hijos a través de la socialización en el hogar, esto incluye el lenguaje, normas, valores y prácticas culturales las cuales son llevadas a la escuela.

Por otro lado, Bourdieu señala que existen tres tipos de capital cultural los cuales se señalan en [2]:

- (a) Estado incorporado: se refiere a la absorción y adquisición inconsciente de habilidades y conocimientos por parte de los individuos, llegando a transformarse en una parte fundamental o especial de su ser. (b) Estado objetivado: simboliza los recursos y bienes tangibles que influyen con la formación de los individuos, como libros, pinturas y monumentos. Estos objetos son apropiados simbólicamente y reflejan los hábitos y preferencias de las personas. (c) Estado institucionalizado: abarca los certificados y títulos que una persona obtiene a lo largo de su educación formal [1, p. 7].

Es decir, el capital cultural se obtiene de tres formas, por un lado, los conocimientos y habilidades que una persona obtiene a través de la socialización y la educación que es una parte integral de la persona, por otro lado, estas los objetos materiales que posee una persona como son los libros, obras de arte, instrumentos musicales, etc. Que pueden ser transferidos de una persona a otra, por último, los títulos académicos o certificados que tienen un valor social otorgando un estatus al individuo.

En Ecuador según un análisis de 2020 obtenidos de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo:

Aproximadamente el 17,22 % de la población entre 25 y 64 años tiene estudios de pregrado, 1,90 % tiene estudios de posgrado, además, las personas adultas que han finalizado la secundaria han aumentado y el 9% de la población mayor de 15 años no ha terminado la educación básica [3].

Estos datos muestran el capital cultural institucionalizado presente en Ecuador, donde la mayor parte de la población se encuentra en un nivel de educación promedio de bachillerato, mientras que una pequeña cantidad tiene acceso a educación superior, por lo que solo algunos adquieren esa educación por medio de padres con productos pasaderos para avalar la educación superior.

Este último es un elemento importante, pues da a notar una diferenciación en la sociedad, marcando las clases sociales, es decir “El capital cultural conlleva un factor clave con la alineación, estableciendo una relación directa entre el capital cultural y la educación: a mayor capital cultural, mejor será la formación del individuo” [1, p. 7] es aquí donde surgen las expectativas de los jóvenes, pues la educación es vista como un ascenso social y el capital cultural tiene gran relación en las expectativas para alcanzar una mayor preparación.

Según Bourdieu citado por [4] existen algunos tipos de capitales los cuales influyen en las relaciones sociales y en este contexto sobre el rendimiento de la comunidad académica de los estudiantes: el capital económico, cultural, social y simbólico “a) Capital económico: consiste en los diversos elementos de creación (fabricas, tierras, trabajo) y todos los bienes económicos (ingresos, propiedad, bienes tangibles)” [3, p. 19] al proporcionar recursos materiales como libros, tecnología y tutorías, crea un entorno propicio para el aprendizaje y facilita el camino a una alta educación.

El segundo capital es el cultural, “está compuesto por el grupo de notas intelectuales, ya sean adquiridas a través del sistema educativo o entregadas por la familia” [3, p. 19] mediante las calificaciones intelectuales y habilidades transmitidas por la familia y la educación formal, fomenta competencias lingüísticas y cognitivas que son esenciales para el éxito académico.

El tercer capital es el social “se define como el grupo de relaciones sociales disponibles para un personaje o grupo.” [3, p. 19] a través de redes de relaciones, ofrece apoyo emocional y académico, acceso a información valiosa y oportunidades de enriquecimiento extracurricular, lo que puede optimizar el rendimiento y la motivación de los jóvenes estudiantes.

Por último, el capital simbólico “se forma por el conjunto de ritos (como la etiqueta o el protocolo) asociados a la dignidad y al reconocimiento.” [3, p. 19] es decir, asociado al prestigio y reconocimiento, puede sumar la autoestima y la confianza de los seres humanos, así como proporcionar acceso a instituciones educativas exclusivas y recursos adicionales, en conjunto estos tipos de capital crean un marco de apoyo y oportunidades que potencian el rendimiento académico, facilitando el progreso integral y el logro educativo de los seres humanos, estas formas de capital económico, de cultura, lo social y lo simbólico tienen un impacto bastante fuerte en el acontecer escolar de los individuos, ofreciendo ventajas cruciales para su éxito educativo.

Según se establece en [2] “Aquellos que tengan una gran cantidad de capital, ya sea económico o cultural, tendrán más beneficios, mientras que quienes carezcan de estos recursos se encontrarán en posiciones inferiores y enfrentarán mayores limitaciones” [1, p. 8]. Esto sucede así, puesto a que el núcleo familiar de clases sociales más bajas puede enfrentarse a desafíos adicionales, como los

recursos económicos que pueden afectar de una forma negativa el rendimiento académico de la comunidad estudiantil, debido a la insuficiencia de recursos que pueden limitar la capacidad de los progenitores para estimular la educación de los hijos y crear un entorno propicio para el aprendizaje.

Por otro lado, las clases sociales altas suelen tener más recursos económicos para invertir en la educación de sus hijos debido a que cuentan con el acceso a libros, tecnología, en ocasiones tutorías y el ingreso a escuelas de alta calidad, estos aspectos proporcionan un estímulo educativo lo que puede mejorar el rendimiento académico.

Es así como los recursos como el internet ayuda a mejorar el rendimiento académico, esto debido a las facilidades que otorga, esta idea se puede reforzar debido a que, en Ecuador según datos proporcionados por el INEC, “En el 2020, los hogares que tuvieron acceso a internet fue el 53,2% a nivel nacional; el 61,7 % en el área urbana y el 34,7 % en el área rural” [4, , p. 11].

Esto da a notar la diferencia que se puede formar por la desigualdad al acceso a la herramienta de internet, como videos, sitios web y ahora con la inteligencia artificial, pues una gran parte de la población del Ecuador no tiene acceso a este servicio, por lo cual resulta más difícil para los estudiantes que no cuenten con acceso a internet, en especial en la actualidad, donde la educación es cada vez más digitalizada y el acceso a este recurso se vuelve cada vez más indispensable.

La desigualdad en la distribución del capital cultural genera dos dimensiones estructurales en las relaciones entre los individuos: no todos tienen la misma cantidad de capital cultural para transferir o adquirir, y estas cantidades tampoco son equivalentemente reconocidas. Diferentes grupos intentan imponer sus normas culturales a los demás y adoptar las prácticas de los más poderosos. Además, la posesión de un alto capital cultural admite compensar los contrastes económicas y sociales [6].

Es decir, no todos conservan igualmente las cantidades de capital cultural para reproducir o adquirir, y que estas cantidades no son proporcionalmente autenticadas socialmente, los grupos dominantes buscan alienar sus pautas culturales al resto de la sociedad, y los grupos menos poderosos tratan de adoptar estas prácticas para obtener legitimidad y reconocimiento, además, un punto importante que se destaca es que la posesión de un alto capital cultural puede compensar diferencias económicas y sociales, permitiendo que individuos de menores recursos económicos puedan mejorar su estatus social y acceder a oportunidades que de otro modo les estarían negadas, así, la reproducción del capital cultural perpetúa las desigualdades existentes, mientras al mismo tiempo ofrece un medio para la movilidad social, aunque de forma desigual y limitada.

Es así como desde esta perspectiva, las clases sociales de las familias tienen un impacto significativo en las mejoras académicas de los jóvenes a través del capital cultural, esto debido a las discrepancias en el acceso a recursos materiales y económicos que crean una disparidad en el rendimiento académico, una de ellas es el acceso a computadoras e internet, pues en la actualidad representan una gran ventaja en el uso académico, “En muchos casos, las computadoras permiten transformar las palabras en acciones y crear entornos de aprendizaje heurístico donde los estudiantes pueden explorar, formular conjeturas y hacer descubrimientos” [7].

Estas herramientas facilitan la realización de trabajos escolares y, en consecuencia, contribuyen a una mejora en el rendimiento académico, especialmente con los avances tecnológicos y el desarrollo de

las IA “inteligencia artificial”, que “potencia el rendimiento académico mediante la personalización del aprendizaje, la provisión de retroalimentación inmediata y la optimización de estrategias de estudio” [8].

Por otro lado, para aquellos que no tienen los recursos suficientes para solventar estos servicios, enfrentar las tareas escolares se vuelve mucho más difícil, la falta de acceso a tecnologías avanzadas y herramientas en línea puede traducirse en una mayor dificultad para completar las tareas, lo que a menudo requiere un esfuerzo adicional significativo, en muchos casos, este esfuerzo extra puede ser insuficiente para igualar las oportunidades educativas, lo que lleva a una brecha en el desarrollo de los procesos educativos con los estudiantes con acceso a estas herramientas y aquellos que no lo tienen.

La influencia de Internet en la educación trasciende el simple uso de dispositivos electrónicos. La senda a una extensa variedad de sitios de información en la web ha modificado radicalmente la forma en que los estudiantes obtienen recursos educativos. Hoy en día, la información necesaria para elaborar proyectos o evaluaciones no se restringe a los instrumentos dados por los docentes o a los textos habituales; la única limitante es el tiempo que los estudiantes decidan invertir navegando en línea para encontrar respuestas [9].

Sin embargo, aunque la huella que tiene este capital de la cultura en cuanto a lo desigual de las clases sociales de las familias es bastante significativo, no siempre son decisivas en el rendimiento académico, pues existen otros factores que influyen en este aspecto y que pueden contrarrestar la desigualdad de las familias, principalmente un elemento importante es el esfuerzo y la motivación personal y esto es crucial, pues, los estudiantes altamente motivados y dedicados pueden superar estas desventajas del capital cultural a través del trabajo fuerte, esto se demuestra en los estudios de Lora citado en [10] donde se afirma que:

La motivación desempeña un rol crucial en el aspecto del rendimiento estudiantil de los individuos. Estos escritores subrayan que la exaltación no solo impacta a las consecuencias académicas, sino además influye en el encargo y la colaboración de los individuos a lo largo del proceso educativo [9, p. 990].

Es decir, la categoría la motivación en el desempeño del mundo estudiantil de los individuos es fundamental, pues, se extiende más allá de los resultados académicos directos, según investigadores “se refiere al impulso, deseo o interés que tienen por aprender y participar en actividades académicas” [10, p. 580], esto implica que los estudiantes motivados no solo tienden a obtener mejores calificaciones, sino que también están más dispuestos a involucrarse en actividades educativas, participar en discusiones, y persistir en la resolución de problemas y tareas difíciles.

Es así como se llega a romper con las barreras impuestas por el capital cultural de las clases sociales altas, cuando el estudiantado desciende de entornos menos privilegiados, según [12] “los factores motivacionales juegan un rol importante en la organización y dirección de la conducta positiva del estudiante ante el proceso de aprendizaje, pues la motivación contribuye a desarrollar sus capacidades, superar sus limitaciones y atender sus intereses”, además, los estudiantes motivados tienden a buscar oportunidades adicionales para aprender y desarrollarse, como programas extracurriculares, tutorías y mentorías, que pueden proporcionar el capital cultural que no recibieron inicialmente.

Esta autodeterminación y persistencia pueden nivelar el entorno del capital cultural, permitiendo que la comunidad estudiantil de clases sociales más bajas alcancen logros académicos comparables a los de sus compañeros más privilegiados, y en algunos casos, incluso superarlos, de esta manera, la motivación no solo impulsa el rendimiento académico individual, sino que también actúa como un igualador social, desafiando la hegemonía del capital cultural y facilitando la movilidad social ascendente.

La adaptación y las destrezas de resistencia de la comunidad estudiantil juegan un papel preponderante en su éxito académico, aquellos que desarrollan la capacidad de manejar el estrés y superar las adversidades están mejor preparados para enfrentar los desafíos escolares, independientemente de su capital cultural, la resiliencia no solo les permite adaptarse a situaciones difíciles, sino que también fomenta una actitud positiva hacia el aprendizaje y una mayor perseverancia en la consecución de sus metas académicas, al referirse al estrés académico, investigadores lo conciben como “Esto ocurre debido a las actividades diarias dentro de las instituciones educativas, tanto dentro como fuera de las aulas, como clases, exámenes, trabajos en equipo y tareas. La acumulación de estas actividades provoca estrés y ansiedad” [13].

Es entonces que en el núcleo familiar se desempeña un rol preponderante en el ámbito estudiantil, ya que actúa como la primera escuela en la vida de los jóvenes estudiantes, los papás y otros miembros de la familia proporcionan el ejemplo inicial en términos de valores fundamentales como el respeto, la responsabilidad y la ética, este entorno familiar no solo influye en la alineación de la constatación de la identidad del infante, sino que también establece las bases para su comportamiento y actitudes futuras frente al aprendizaje y el estudio.

Señalan que la contribución de los papás en la formación educativa de los hijos tiene una influencia positiva en su rendimiento del estudiante. Las familias que se involucran activamente proporcionan a sus retoños sostén, arreglo y registro, lo que facilita el adelanto de las destrezas fundamentales para tener triunfo en la escuela. Conjuntamente, la implicación de los papás puede motivar a los instructivos a prestar más cuidado a los tutorados [14].

Además, el apoyo emocional y académico que brindan las familias es principal para el progreso integral de la comunidad estudiantil, el apoyo emocional, que incluye el amor, la comprensión y el estímulo constante, ayuda a los niños a desenvolver una autoestima saludable y una actitud verdadera hacia la vida y el aprendizaje, por otro lado, el apoyo académico, que puede manifestarse en la ayuda con tareas, la provisión de recursos educativos, y la motivación para superar los desafíos escolares, contribuye directamente al rendimiento académico de los estudiantes.

Por lo tanto, el capital cultural puede proporcionar a los estudiantes una serie de ventajas que facilitan la adquisición de conocimientos y el rendir estudiantil, sin embargo, la falta de capital cultural no es insuperable, y las intervenciones educativas pueden ayudar a compensar estas diferencias, proporcionando apoyo adicional y recursos a los estudiantes que lo necesiten, además de que es importante destacar que un elemento fundamental además de los recursos materiales y la facilitación de oportunidades, es el elemento de la motivación y el esfuerzo personal por el cual se adquiere un capital cultural no solo desde la herencia como el medio de reproducción dominante, sino como un medio de esfuerzo y con expectativas al progreso y éxito.

METODOLOGÍA

Enfoque de la investigación

Se llevó a cabo este estudio de carácter cualitativo, dado que es adecuado para comprender como se transmite el capital cultural dentro del contexto familiar y de qué manera este influye en el rendimiento académico del estudiantado, este enfoque resulta pertinente, pues permite explorar significados, percepciones y prácticas culturales que de otra forma no se podrían captar.

Diseño de estudio

Esta investigación toma un diseño analítico-descriptivo, basado en la revisión bibliográfica de fuentes documentales como artículos científicos, libros, tesis y sitios web, entre otros, esta metodología permite dotar a la investigación de datos confiables y una base teórica sólida, que permitirá analizar el capital cultural desde la perspectiva de autores claves y estudios previos.

Población y muestra

La población estuvo constituida por actores vinculados al proceso educativo en distintos niveles, para la selección de los participantes se empleó un tipo de muestreo intencional, este tipo de muestreo es factible y pertinente en esta investigación, ya que no busca representatividad estadística, sino la selección estratégica de casos que aportan información profunda y relevante, como lo mencionan en otro trabajo [15] “permite seleccionar casos característicos de una población, escogiendo aquellos que más convengan al equipo investigador” por lo que, los perfiles que se eligieron ofrecen diversas miradas sobre el capital cultural, tales como: un sociólogo/a, un educador/a parvulario/a, madre de familia, y un estudiantes universitario, esta diversidad de voces permitió contrastar experiencias y obtener una visión más completa del fenómeno analizado.

El uso de este tipo de muestreo es factible, ya que facilita acceder a información fundamental, optimiza el tiempo de investigación y garantiza la pertinencia de los aportes recolectados para responder a los objetivos planteados, en síntesis, la combinación del enfoque cualitativo, el análisis documental y las entrevistas con muestreo intencional proporciona una aproximación rica, coherente y contextualizada al estudio del capital cultural y su impacto en el rendimiento académico.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento aplicado para la recolección de información es una entrevista dirigida, este instrumento permite obtener información directa sobre experiencias, prácticas y percepciones relacionadas con el capital cultural, y su influencia en los procesos educativos, por lo que fue posible captar matices, interpretaciones y significados personales que enriquecen la comprensión de este fenómeno de estudio.

Se utilizó una entrevista semiestructurada compuesta por preguntas abiertas, organizadas según categorías del marco teórico:

- Estímulo cultural y hábitos familiares.
- Acceso a recursos educativos.
- Rol de la familia.

- Desigualdad escolar.
- Influencia del capital cultural en el rendimiento.

Validación del Instrumento

Las preguntas de las entrevistas fueron sometidas al juicio de un experto, con una trayectoria de docente investigador en estudios educativos, la validación garantizó coherencia teórica, claridad y pertinencia de las preguntas.

Criterios de inclusión

- Ser mayor de edad.
- Poseer experiencia directa en procesos educativos (profesional, estudiante o madre/padre).
- Tener disponibilidad para ser entrevistado/a.
- Aceptar participar voluntariamente.

Criterios de exclusión

- Personas sin relación con el ámbito educativo.
- Participantes que no pudieran aportar información relevante al objetivo del estudio.
- Negativa a proporcionar consentimiento.

Procedimiento

Las entrevistas se realizaron de manera individual, previo consentimiento informado, se acordaron horarios y espacios con cada participante y, según su preferencia, las respuestas fueron registradas mediante grabaciones de audio, posteriormente, se transcribieron y organizaron para su análisis.

El análisis se realizó mediante codificación temática, identificando categorías emergentes y comparando los discursos de los diferentes perfiles, se conectaron los hallazgos con el marco conceptual para comprender cómo se manifiesta la influencia del capital cultural en distintas experiencias educativas.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados encontrados a través de la investigación realizada en los cuales se describe la cabida del capital cultural en el rendimiento académico, a través del análisis bibliográfico documental y la entrevista dirigida aplicada, se logró lo siguiente:

En primer lugar, se logra conocer el capital cultural como un concepto formulado por Bourdieu, el cual menciona que son todos los conocimientos, habilidades y valores adquiridos a lo largo de su vida, estos los pueden obtener mediante tres formas, por el capital cultural incorporado, referido a la cultura individual obtenida y que forma parte de su identidad, el capital objetivado, que se refiere a los bienes tangibles que puede poseer una persona como libros, tecnología, etc. Y el capital institucionalizado, el cual se refiere a las credenciales académicas obtenidas, lo que le dan un estatus social al individuo,

cada una de estas formas de capital cultural proporciona diferentes ventajas y recursos que pueden influir en el entramado del acontecer académico del estudiantado, sin embargo, destaca el capital incorporado según la entrevista realizada al sociólogo, pues el vocabulario, hábitos de lectura y formas de comunicación es el elemento más determinante, pues facilita la adaptación a las normas y expectativas escolares, de la misma forma identifica las desigualdades socioeconómicas que generan brechas en el acceso a recursos culturales, como libros, tecnología o actividades extracurriculares.

Es así que, todos los participantes coincidieron en que el capital cultural influye de manera directa en las oportunidades educativas, especialmente a través del lenguaje, los hábitos de lectura, la exposición a materiales educativos y la estimulación familiar temprana, tanto el sociólogo como la educadora parvularia destacaron que estas diferencias se evidencian desde la educación inicial y tienden a ampliarse conforme el estudiante avanza en su trayectoria escolar.

En segundo lugar, las personas con menos ingresos económicos enfrentan ascendentes dificultades para asentar a recursos educativos, lo que puede afectar negativamente su rendimiento académico, entonces, la disparidad en el camino a recursos y apoyo educativo resalta cómo el capital cultural puede influir en la capacidad de los estudiantes para alcanzar el éxito académico, como lo menciona la educadora parvulario/a en la entrevista se observan diferencias notorias en el desarrollo infantil de acuerdo al tipo de estimulación cultural recibida en casa, pues los niños con mayor exposición a la lectura, juegos educativos y diálogo familiar muestran mejor lenguaje, atención y disposición al aprendizaje, por el contrario aquellos con menos estímulo, presentan dificultad para seguir instrucciones lo que repercute en su rendimiento y participación en clase, además resalta que las brechas que se originan tempranamente tienden a ampliarse si no se interviene desde la escuela, ya que las familias de escasos recursos enfrentan barreras estructurales como la falta de tiempo, materiales educativos y espacios adecuados que dificultan la estimulación y acompañamiento escolar.

En tercer lugar, se obtiene como resultado que, aunque el capital cultural tiene una influencia significativa, no es un aspecto definitivo, pues la motivación y el compromiso de los estudiantes son un elemento fundamental para derrotar las desigualdades producidas por las clases sociales incluso en ocasiones superando a aquellos que tienen un alto capital cultural, este resultado subraya la importancia de factores intrínsecos, como la motivación personal, en la determinación del éxito académico, demostrando que las desigualdades estructurales pueden ser mitigadas por la dedicación y el esfuerzo individual.

Finalmente, los testimonios indican que las instituciones educativas aún muestran dificultades para reconocer y valorar la diversidad cultural de las familias, lo que puede reproducir modelos pedagógicos alineados con un único tipo de capital cultural, esta falta de reconocimiento profundiza brechas, especialmente para estudiantes provenientes de contextos vulnerables.

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que el capital cultural sigue siendo un factor central en la reproducción de las desigualdades educativas como lo planteaba Bourdieu, desde la primera infancia hasta la educación superior, se observa que los estímulos culturales recibidos en el hogar, tales como el hábito de lectura, uso del lenguaje, acompañamiento académico y acceso a recursos materiales, condicionan la forma en que los estudiantes se ajustan a las expectativas escolares, además, las entrevistas revelan que la escuela sigue valorando y premiando aquellas prácticas culturales más cercanas a los estándares de los sectores medios y altos, lo que deja en claro desventajas a niños, niñas y jóvenes provenientes de contextos vulnerables.

Así mismo, se evidencia que estas desigualdades no solo se expresan en el rendimiento académico, sino también en la participación en clase, las habilidades comunicativas, la autoconfianza y la capacidad de desenvolverse en entornos académicos más exigentes, en varios testimonios se muestra la idea de que los estudiantes con menor capital cultural no parten desde un mismo punto, lo cual refuerza la noción de que la escuela, pese a su discurso de igualdad, puede terminar reproduciendo las desigualdades que pretenden combatir.

No obstante, también se encuentran factores que pueden mitigar estas brechas, como es el apoyo emocional familiar, las expectativas educativas de los padres y la motivación personal del estudiante que funcionan como elementos protectores que favorecen la trayectoria escolar incluso cuando el capital cultural es limitado, estos factores ayudan a explicar el porqué de algunos estudiantes que logran sobreponerse a desventajas iniciales, aunque tales logros suelen darse a contracorriente de las estructuras sociales.

De la misma forma, la información recogida señala la necesidad urgente de que las instituciones educativas reconozcan la diversidad cultural de las familias y desempeñen un rol más activo en la compensación de desigualdades al fortalecer su relación con las familias, implementando prácticas pedagógicas inclusivas y generar espacios de participación donde se valore el capital cultural de todos los estudiantes, no solo de quienes provienen de hogares con mayores recursos.

En este sentido, la discusión sugiere que ampliar las oportunidades de acceso a experiencias culturales, fomentar hábitos lectores desde edades tempranas y promover prácticas educativas sensibles al contexto, son estrategias fundamentales para reducir las brechas derivadas del capital cultural, solo desde una mirada más crítica y contextualizada del proceso educativo será posible avanzar hacia una educación verdaderamente equitativa.

Finalmente, es posible afirmar que, aunque existen discursos institucionales que promueven la inclusión y la interculturalidad, en la práctica muchas escuelas continúan operando bajo un modelo pedagógico homogéneo, es decir “el estudiante ideal” que no reconoce plenamente la diversidad cultural de las familias y estudiantes, la valoración predominante de ciertos tipos de capital cultural, particularmente los asociados a la clase media evidencia que la institución tiende a considerar estas prácticas como universales, dejando en segundo plano saberes, estilos comunicativos y formas de acompañamiento propios de otros contextos socioculturales, esta falta de reconocimiento limita la capacidad de la escuela para responder de manera efectiva a las diferencias de origen, contribuyendo así a la reproducción de desigualdades educativas, por ello, la discusión plantea la necesidad urgente

de avanzar hacia prácticas pedagógicas que realmente integren la diversidad cultural y fortalezcan la relación entre escuela y comunidad.

CONCLUSIONES

El presente estudio ratifica que el capital cultural opera como un determinante estructural en la trayectoria educativa, actuando como un facilitador de recursos cognitivos y simbólicos que condicionan *la habitus* del estudiante y su capacidad de adaptación al sistema escolar. Se concluye que la distribución desigual de este capital en el seno familiar provee ventajas materiales al tiempo que moldea competencias transversales, desarrollo del lenguaje, autonomía y autoconfianza, que el sistema educativo tiende a validar y recompensar, perpetuando así ciclos de desigualdad académica.

No obstante, los resultados revelan que el capital cultural no ejerce un determinismo absoluto. Surgen factores de mediación, principalmente de carácter psico-emocional y volitivo, que actúan como mecanismos compensatorios. El apoyo afectivo familiar, las altas expectativas del hogar y la resiliencia individual se identificaron como variables críticas que permiten mitigar las brechas estructurales. Si bien estos elementos no sustituyen la carencia de capital cultural institucionalizado, explican las trayectorias de éxito en contextos de vulnerabilidad, sugiriendo que el componente emocional es un pilar fundamental para la movilidad educativa.

En este contexto, que la familia trasciende su rol de proveedora económica para convertirse en el núcleo de construcción de hábitos y valores determinantes para la disposición hacia el aprendizaje. El compromiso y la motivación estudiantil son, en última instancia, reflejos de la cultura académica fomentada en el entorno primario.

Finalmente, las instituciones educativas deben transitar hacia un modelo que reconozca la diversidad de capitales culturales. Es imperativo fortalecer la alianza escuela-hogar mediante estrategias pedagógicas inclusivas que valoren los saberes contextuales de las familias. El sistema educativo debe evolucionar hacia políticas de equidad que no solo busquen la nivelación de recursos, sino que articulen formalmente los diversos marcos de referencia cultural del estudiantado, garantizando una educación socialmente pertinente y verdaderamente democrática.

Contribución y autoría

SAZV: participó en todas las etapas del estudio: conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, redacción (borrador original) y edición.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la Universidad Estatal de Milagro a través de sus procesos de investigación.

Declaración ética y consentimiento

El presente estudio se condujo de acuerdo con las directrices de la Declaración de Helsinki. Se garantizó el cumplimiento de los principios éticos de autonomía, beneficencia y justicia durante todas las fases de la investigación cualitativa. Debido a que la metodología incluyó entrevistas a actores clave (sociólogo, educadora, padre de familia y estudiante), se implementaron las siguientes medidas:

- Todos los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio, el carácter voluntario de su participación y el derecho a retirarse en cualquier etapa sin repercusión alguna. Se obtuvo el consentimiento informado de manera previa a la recolección de los testimonios.
- Para proteger la integridad de los entrevistados, se procedió a la anonimización de los datos. Las identidades reales fueron sustituidas por descriptores de rol, asegurando que ninguna información personal o institucional permitiera la identificación de los sujetos fuera del ámbito académico del estudio.
- La información obtenida se utilizó exclusivamente con fines científicos y bajo estrictos protocolos de custodia de datos, limitando el acceso a los registros de audio y transcripciones únicamente al equipo investigador.
- Los protocolos de entrevista y el enfoque metodológico fueron revisados y validados para asegurar que no representaran riesgo físico, psicológico o social para los participantes.

Uso de inteligencia artificial

El autor declara que no se han utilizado herramientas de inteligencia artificial generativa ni tecnologías asistidas por IA en la preparación o redacción de este manuscrito.

Disponibilidad de datos

Las contribuciones originales presentadas en este estudio se incluyen en el documento. Se pueden solicitar otros datos al autor de correspondencia.

Conflicto de interés

El autor declara que no existe ningún conflicto de intereses, ya sea financiero, personal o profesional, que pudiera haber influido en la objetividad de los resultados presentados en este capítulo de libro.

REFERENCIAS

- [1] R. Ramsey, «Cultural Capital Theory of Pierre Bourdieu». 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.simplypsychology.org/cultural-capital-theory-of-pierre-bourdieu.html>
- [2] E. Chacón, M. A. Chacón, Y. Alcedo, y M. Suárez, «Capital cultural, contexto familiar y expectativas en la educación media», *Dossier*, n.º 24, pp. 6-19, 2015.
- [3] A. S. Molina, C. E. Chávez, y A. I. Peralta, «Niveles de pregrado y postgrado en el Ecuador: Estudios como oportunidad o factor de desigualdad», *Revista Scientific*, vol. 7, n.º 23, pp. 22-38, 2022, doi: 10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2022.7.23.1.22-38.
- [4] F. A. Concha, «Influencia del capital cultural de las familias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de establecimientos municipales de la comuna de Coelemu», Master's Thesis, Universidad del Bío-Bío, Chile, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/3604/1/Concha%20Zelada%2C%20Francisco%20Andr%C3%A9s.pdf>
- [5] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), «INEC mejores cifras, mejores vidas». 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2020/202012_Boletin_Multiproposito_Tics.pdf

- [6] G. M. Castillo, «El capital cultural familiar en la educación preuniversitaria. Estrategias familiares de estudiantes del Colegio Central Universitario Mariano Moreno, San Juan, Argentina», *Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, vol. 13, n.º 13, pp. 35-51, 2019.
- [7] L. G. Meza, «Sobre el papel de las computadoras en el proceso educativo», *Revista Digital: Matemáticas, Educación e Internet*, vol. 1, n.º 1, pp. 1-10, 2000.
- [8] J. J. Gutiérrez, R. Romero, y A. León, «Beneficios de la Inteligencia Artificial en el aprendizaje de los estudiantes universitarios: una revisión sistemática», *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, n.º 91, pp. 185-206, 2025, doi: 10.21556/edutec.2025.91.3607.
- [9] UNIR, «Internet en la educación». 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.unir.net/educacion/revista/internet-en-la-educacion/>
- [10] Y. M. Quiñonez, F. M. Quiñonez, y M. R. Carvajal, «La motivación para mejorar el rendimiento académico en BT de la UEF Rioverde-Ecuador 2023», *Polo del Conocimiento*, vol. 9, n.º 1, pp. 986-1007, 2023.
- [11] R. V. Ortiz, L. E. Bonoso, N. C. Reyes, y W. Ortiz, «Rol de la motivación en el aprendizaje activo del bloque curricular de Convivencia Ciudadana en Ciencias Sociales para estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental», *Sinergia Académica*, vol. 8, n.º 1, pp. 578-608, 2025.
- [12] M. E. Sellan, «Importancia de la motivación en el aprendizaje», *Sinergias Educativas*, vol. 2, n.º 1, pp. 13-19, 2017.
- [13] L. Armenta, C. Y. Quiroz, F. Abundis, y A. Zea, «Influencia del estrés en el rendimiento académico de estudiantes universitarios», *Revista Espacios*, vol. 41, n.º 48, pp. 402-415, 2020, doi: 10.48082/espacios-a20v41n48p30.
- [14] G. J. Alama y E. E. Obaco, «La familia y su impacto en el rendimiento académico», *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, n.º 2, pp. 1-16, 2024, doi: 10.37811/cl_rcm.v8i2.10823.
- [15] T. Otzen y C. Mantterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio», *International Journal of Morphology*, vol. 35, n.º 1, pp. 227-232, 2017, doi: 10.4067/S0717-95022017000100037.

Biografía del autor

Simeón Ángel Zavala Verdezoto

Simeón Ángel Zavala Verdezoto es Magíster en Educación Básica por la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) y Licenciado en Sociología por la Universidad Estatal de Bolívar (UEB). Originario de la provincia de Bolívar, su formación secundaria en el Colegio Ángel Polibio Chávez despertó en él un temprano interés por el análisis crítico de la realidad social. Su trayectoria académica y profesional se ha especializado en el estudio de las desigualdades, los procesos culturales y las dinámicas educativas contemporáneas. Ha enfocado su labor en la integración de la teoría sociológica con la práctica pedagógica, buscando la transformación de los contextos comunitarios. Sus líneas de investigación se orientan hacia la sociología de la educación, el desarrollo social y el fortalecimiento de los modelos educativos en entornos diversos.

Simeón Ángel Zavala Verdezoto holds a Master's degree in Basic Education from the State University of Milagro (UNEMI) and a Bachelor's degree in Sociology from the State University of Bolívar (UEB). Originally from the province of Bolívar, his secondary education at the Ángel Polibio Chávez School awakened in him an early interest in the critical analysis of social reality. His academic and professional

career has specialized in the study of inequalities, cultural processes, and contemporary educational dynamics. He has focused his work on integrating sociological theory with pedagogical practice, seeking to transform community contexts. His lines of research are oriented toward the sociology of education, social development, and the strengthening of educational models in diverse environments.

Descargo de responsabilidad

Los libros y capítulos de libros publicados en la Editorial Unión Científica representan únicamente las opiniones de los autores. La Editorial Unión Científica, su equipo editorial y sus revisores no se hacen responsables del contenido, las interpretaciones o las consecuencias derivadas de la aplicación de los métodos o conclusiones incluidos en los trabajos. Todas las publicaciones se rigen por las políticas éticas de la editorial.

Ascetismo y ética en comunidades evangélicas: influencia del ayuno y la vigilia

Asceticism and ethics in evangelical communities: influence of fasting and vigil practices

Alisson Daniela, Ocampo Paño ^{1*}, Mario Manuel Paredes Lopez ¹, Erika Anabel Duche Manobanda ²

¹ Unidad de Posgrados, Universidad Estatal de Milagro. Milagro 091701, Ecuador. ROR: <https://ror.org/oogd7ns03>

² Unidad de Posgrados, Universidad Católica de Cuenca. Cuenca 010101, Ecuador. ROR: <https://ror.org/0036b6n81>

✉ aocampop@unemi.edu.ec

| ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0051-1197>

✉ mparedes17@unemi.edu.ec

| ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8760-5518>

✉ erika.duche.83@est.ucacue.edu.ec

| ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3659-9324>

E-mail de correspondencia: aocampop@unemi.edu.ec

Serie Monográfica

Mercado, Tecnología y Ciudadanía.

e-ISSN: 3103-117X

Vol. 2(1) enero - abril 2026

Desafíos para la ciudadanía contemporánea

ISBN: 978-9942-7391-7-9

Editor académico

Yonaiker Navas, PhD.

Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador.

Tipo de revisión

Capítulo de libro revisado por dos pares expertos en modalidad doble ciego.

Como citar este capítulo

Ocampo Paño, A. D., Paredes López, M. M., Duche Manobanda, E. A. (2026). Ascetismo y ética en comunidades evangélicas: influencia del ayuno y la vigilia. En Serie Monográfica Mercado, Tecnología y Ciudadanía (Vol. 2, Núm. 1, Cap. IV, e4). <https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e4>

Copyright

© 2026 Los autores. Este es un capítulo de libro de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Se autoriza el uso, distribución y reproducción de este contenido en cualquier medio, de forma irrestricta, siempre que se otorgue el crédito a los autores originales y se cite debidamente la fuente primaria de publicación.

Recibido: 11 de noviembre de 2025

Revisado: 18 de diciembre de 2025

Aceptado: 10 de enero de 2026

Publicado: 28 de febrero de 2026

Resumen

El ascetismo constituye una práctica determinante en las comunidades evangélicas, manifestándose a través del ayuno y la vigilia como disciplinas orientadas al fortalecimiento de la ética personal y la conducta ciudadana. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la influencia percibida de estas prácticas en la integridad moral, el comportamiento social y la experiencia espiritual. Se desarrolló una investigación cuantitativa de diseño no experimental y alcance descriptivo-explicativo. La muestra, de tipo no probabilístico, estuvo conformada por treinta y cinco participantes de la Iglesia Misionera “Paz y Amor”, quienes completaron una escala Likert de diez ítems validados. Los resultados se articularon mediante un análisis de estructura multidimensional que permitió identificar dos ejes fundamentales: la Dimensión de Praxis Ascética, DPA, y la Dimensión de Proyección Ética-Conductual, DPEC. Los resultados evidenciaron niveles de consenso superiores al 90 % en categorías específicas como la autodisciplina y la cercanía con la divinidad. Mediante modelos de escalonamiento de resultados, se determinó que la praxis espiritual opera como un antecedente directo del control emocional y la responsabilidad comunitaria, donde la vigilia y el ayuno actúan como catalizadores del dominio propio. Se concluye que el ascetismo evangélico contemporáneo no representa un acto de aislamiento místico, sino un sistema de entrenamiento ético que impacta significativamente en la conducta social y la constancia espiritual de los creyentes. Estos resultados validan la vigencia de las disciplinas corporales como herramientas de cohesión y formación ciudadana dentro del contexto religioso estudiado.

Palabras clave: ascetismo; comportamiento social; ética; grupos religiosos; sociología de la religión.

ABSTRACT

Asceticism constitutes a defining practice within evangelical communities, expressed through fasting and vigil as disciplines aimed at strengthening personal ethics and civic conduct. The present study sought to analyze the perceived influence of these practices on moral integrity, social behavior, and spiritual experience. A quantitative, non-experimental research design with a descriptive-explanatory scope was employed. The non-probabilistic sample consisted of thirty-five participants from the Missionary Church “Paz y Amor” who completed a validated ten-item Likert scale. The findings were structured through a multidimensional framework analysis, which identified two fundamental axes: the Ascetic Praxis Dimension, APD, and the Ethical-Behavioral Projection Dimension, EBPD. Results showed levels of agreement exceeding 90% in specific categories such as self-discipline and closeness to the divine. Through outcome scaling models, it was determined that spiritual praxis functions as a direct antecedent of emotional regulation and communal responsibility, with vigil and fasting acting as catalysts for self-control. It is concluded that contemporary evangelical asceticism does not represent an act of mystical isolation, but rather a system of ethical training that significantly influences social conduct and the spiritual consistency of believers. These findings validate the continuing relevance of bodily disciplines as tools for cohesion and civic formation within the religious context studied.

Keywords: asceticism; ethics; religious groups; social behavior; sociology of religion.

INTRODUCCIÓN

El ascetismo ha sido una expresión constante dentro de las tradiciones cristianas, especialmente en comunidades evangélicas donde el ayuno y la vigilia representan prácticas centrales de disciplina espiritual, de modo que estas manifestaciones son entendidas como ejercicios de autocontrol y búsqueda de santidad espiritual, ya que se relacionan con la configuración de la conducta y con la manera en que los creyentes orientan sus decisiones morales. Aunque su presencia es habitual en la vida devocional, aún persiste la necesidad de comprender cómo estas prácticas influyen en la ética cotidiana y en los comportamientos que los miembros de la comunidad consideran adecuados para su vida espiritual.

La definición de ascética o ascesis concuerda con la etimología del vocablo askeo, que significa “trabajar un material”, “dar forma”, “disponer”, “equipar”, o “ejercitarse en algo”. Askesis es “trabajo”, “práctica”, “esfuerzo atlético”. También designa toda clase de ejercicio trabajoso referido a la educación física o moral del ser humano. Cubre un rango de significados asociados con “práctica”, “ejercicio” (meléte), o bien con gymnastiké, término que sugiere una preparación atlética. “Ascesis es entonces entrenamiento -físico y espiritual-preparatorio” [1, p. 144].

Las prácticas ascéticas fueron consideradas como una conducta espiritual guiada por las creencias místicas y la influencia de las doctrinas religiosas en el accionar de los sujetos, con el fin de reproducir una práctica y mejorar la calidad de vida espiritual de las personas, por lo que el misticismo se presenta como un estado en que las personas conectan espiritualmente con Dios mediante prácticas religiosas o mandatos directos, esto como producto de la imposibilidad de comunicación personal.

El misticismo se refiere al estado de la persona que se dedica con especial intensidad a Dios y a la vida del espíritu. La mística consiste en la descripción del itinerario espiritual que conduce a la unión entre el alma y Dios, en la comunicación inmediata y directa entre ambos. La mística viene a ser experiencia de lo divino. William James caracterizó la experiencia mística por cuatro notas: inefabilidad, cualidad de conocimiento, transitoriedad y pasividad. El místico afirma la dificultad o imposibilidad de expresar su experiencia mediante el lenguaje; le parece que sus estados afectivos son también estados de conocimiento; no pueden mantenerse durante mucho tiempo; y siente como si su voluntad estuviera sometida a una fuerza superior [2, p. 23].

Por tal motivo, el misticismo se entiende como una corriente religiosa que reconoce la posibilidad de establecer un vínculo entre el mundo físico y el ámbito espiritual, a través de la manifestación de secretos que son transmitidos por la tradición y los textos bíblicos, como también los estudios teológicos evidencian que las distintas religiones poseen características místicas, ya que sus prácticas se orientan a la búsqueda de una relación con una entidad espiritual.

Cabe resaltar que, el sociólogo francés, considerado el padre de la Sociología, Augusto Comte (1798 - 1857), en su obra: “Curso de la filosofía positiva” (1830 - 1845), menciona que las sociedades pasan por tres estadios (fases) del conocimiento que son: metafísica, teológica y positiva, pero la mayoría de la humanidad se ha quedado en la segunda etapa.

De acuerdo con Castro [3], el estadio teológico supone la primera etapa del conocimiento humano que busca comprender el origen y razón de la existencia de las cosas por medio de tres etapas: fetichismo, politeísmo y monoteísmo. El fetichismo, se encuentra atribuido a la adoración de entes exteriores bajo el instinto y el sentimiento, en la segunda etapa politeísta, se traslada la vida a los objetos ficticios y se genera mediante la imaginación; finalmente, la tercera fase monoteísta permite el desarrollo de la razón que restringe la imaginación (pp. 66 - 67).

La religión evangélica se ubica en la etapa fetichista y politeísta, debido a la búsqueda constante de la aprobación espiritual de los actos. En el fetichismo, los creyentes rigen su conducta mediante la adoración a un Dios externo a la vida material, bajo un sentimiento de compromiso, agradecimiento o temor, mediante el politeísmo, la religión evangélica provee de significados a las prácticas espirituales y las reproduce por medio de rituales que, en la biblia, son agradables a Dios, como la vigilia, el ayuno, el despojo de los bienes materiales, el amor al prójimo, el cuidado por los necesitados y las obras de caridad.

En ese sentido, analizar la influencia del ayuno y de la vigilia resulta relevante para entender de qué forma los creyentes interiorizan normas, fortalecen valores y regulan su comportamiento dentro y fuera del espacio congregacional, al hablar sobre religión y moralidad ha señalado que las prácticas ascéticas contribuyen a desarrollar hábitos de autocontrol, reflexión ética y compromiso espiritual; sin embargo, gran parte de estos planteamientos se ha construido desde enfoques teóricos o cualitativos, lo que evidencia la necesidad de estudios cuantitativos que midan de manera directa la percepción de los fieles sobre estos procesos. Por otro lado, abordar este tema en un ámbito local permite observar cómo la espiritualidad influye en la vida cotidiana y qué papel ocupan estas prácticas en la construcción de identidades religiosas y relaciones sociales dentro de la comunidad.

El ascetismo haciendo hincapié al evangelio no solo se expresa como una práctica o ritual, sino también como un marco de referencia en la toma de decisiones y en la formación ética de los creyentes. Por ello, resulta pertinente estudiar cómo el ayuno y la vigilia afectan dimensiones como la ética personal, la conducta religiosa, el comportamiento cotidiano y la experiencia espiritual, de modo que comprender estas relaciones aporta una visión más completa sobre la función social y moral que estas prácticas desempeñan en la vida de la comunidad.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a medir la influencia percibida del ayuno y la vigilia en la ética personal, la conducta cotidiana y la experiencia espiritual de los miembros de una comunidad evangélica. Se adoptó un diseño no experimental, de corte transversal y alcance correlacional, dado que las variables se observaron en su contexto natural sin manipulación deliberada, y la recolección de datos se efectuó en un único momento temporal con el propósito de describir el fenómeno y explorar asociaciones entre dimensiones relacionadas con prácticas espirituales y comportamiento ético-social [4].

La población objetivo estuvo conformada por aproximadamente setenta adultos pertenecientes a la Iglesia Misionera “Paz y Amor”. Para estimar el tamaño mínimo de muestra se consideraron criterios estadísticos habituales para poblaciones finitas, estableciendo un nivel de confianza del 95 %, una proporción esperada del 50 % y un margen de error del 5 %. Estos parámetros se recomiendan cuando

no existen estimaciones previas de la proporción de respuesta, ya que maximizan la variabilidad y permiten una estimación conservadora del tamaño muestral [5].

Posteriormente, se planteó un muestreo probabilístico aleatorio simple, garantizando que todos los miembros de la comunidad tuvieran la misma probabilidad de participación. La muestra efectiva del estudio quedó integrada por treinta y seis participantes, con la cual se ejecutaron los análisis descriptos.

El instrumento de recolección de datos consistió en una encuesta estructurada de preguntas cerradas, diseñada con escala tipo Likert de cinco puntos para medir niveles de acuerdo frente a afirmaciones asociadas con el ayuno, la vigilia y sus efectos percibidos [6].

El cuestionario incluyó diez ítems distribuidos en tres dimensiones:

- a) Ética personal (autorreflexión, autodisciplina y control emocional).
- b) Conducta cotidiana y comunitaria (trato hacia los demás y constancia) y;
- c) Experiencia espiritual (Cercanía con Dios, búsqueda espiritual y fortalecimiento de la fe).

Para favorecer la comprensión y pertinencia cultural, se evitó el término “religión” y se emplearon expresiones acordes al lenguaje congregacional como “vida de fe”, “caminar con Dios” y “comunidad de fe”. La recolección de datos se realizó mediante un formulario en línea difundido a través de los canales internos de comunicación de la congregación. Las respuestas se registraron de forma anónima y se consolidaron en una base de datos para su tratamiento estadístico.

En la fase analítica se efectuó la tabulación completa, organizando frecuencias absolutas y porcentuales por ítem para identificar tendencias predominantes. Asimismo, se elaboraron representaciones gráficas descriptivas (principalmente gráficos de barras) para visualizar con mayor claridad la distribución de las respuestas.

La confiabilidad interna del instrumento se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Se consideraron aceptables valores iguales o superiores a 0,70, criterio utilizado para sustentar la consistencia interna en escalas tipo Likert y respaldar la estabilidad de los resultados obtenidos [7]. Finalmente, se aplicaron análisis de correlación simple con el objetivo de examinar la relación entre las dimensiones evaluadas y la influencia percibida del ayuno y la vigilia sobre la ética personal, la conducta cotidiana y la experiencia espiritual.

RESULTADOS

En este apartado se presentan las tablas correspondientes a la encuesta aplicada, dando a conocer el ascetismo dentro de las comunidades evangélicas, ya que esta práctica se relaciona con la convicción de que es posible fortalecer la conexión entre la vida diaria y la esfera espiritual a través de disciplinas como el ayuno y la vigilia. Estas acciones permiten un encuentro más profundo con Dios, basado en la reflexión, la autodisciplina y la búsqueda de revelación espiritual, todo ello sustentado en la tradición evangélica y en las enseñanzas bíblicas.

El ayuno y la reflexión sobre las acciones diarias

Al hablar de ayuno, hace referencia a una práctica de dominio personal sobre el cuerpo y los deseos humanos, que consiste en abstenerse de consumir alimentos y bebidas durante un periodo determinado, la cual está acompañada de la oración. De manera general, el ayuno religioso se asocia con la búsqueda de revelación espiritual y con el fortalecimiento de la capacidad para resistir las tentaciones, a partir del reconocimiento de la existencia de un Dios supremo y del cumplimiento de sus mandamientos como testimonio de fe., asimismo, quienes lo practican consideran el ayuno acompañado de oraciones, como un medio para alcanzar la liberación del pecado.

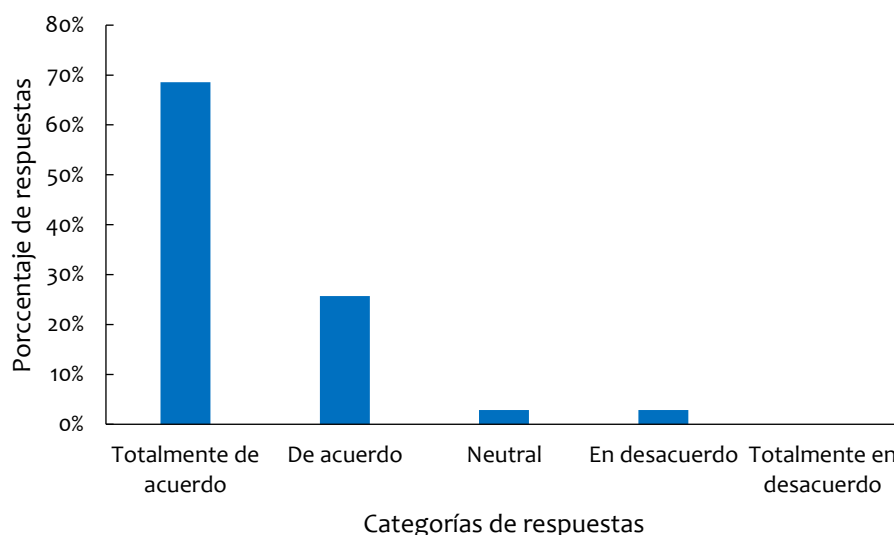


Figura 1. - Percepción de los participantes sobre la incidencia del ayuno en la reflexión ética de las acciones diarias.

En cuanto a que el ayuno influye sobre las acciones diarias, se encontró que el 68,57 % de los participantes está “Totalmente de acuerdo” y el 25,71 %, “De acuerdo”, evidenciando una clara tendencia positiva hacia este aspecto.

Solo un 5,71 % manifestó posturas neutrales o de desacuerdo, esto confirma que la práctica evaluada es ampliamente reconocida como influyente en la vida ética y espiritual de los encuestados.

El ayuno y el fortalecimiento de la disciplina

El ayuno contribuye al fortalecimiento de la autodisciplina porque exige control consciente sobre las necesidades físicas y los deseos personales, ya que, al abstenerse voluntariamente de alimentos y bebidas durante un tiempo determinado, la persona aprende a dominar impulsos inmediatos y a priorizar objetivos espirituales sobre las satisfacciones corporales.

Esta práctica fomenta la constancia, la paciencia y el autocontrol, cualidades que se trasladan a la conducta diaria y refuerzan la formación ética dentro de la vida religiosa.

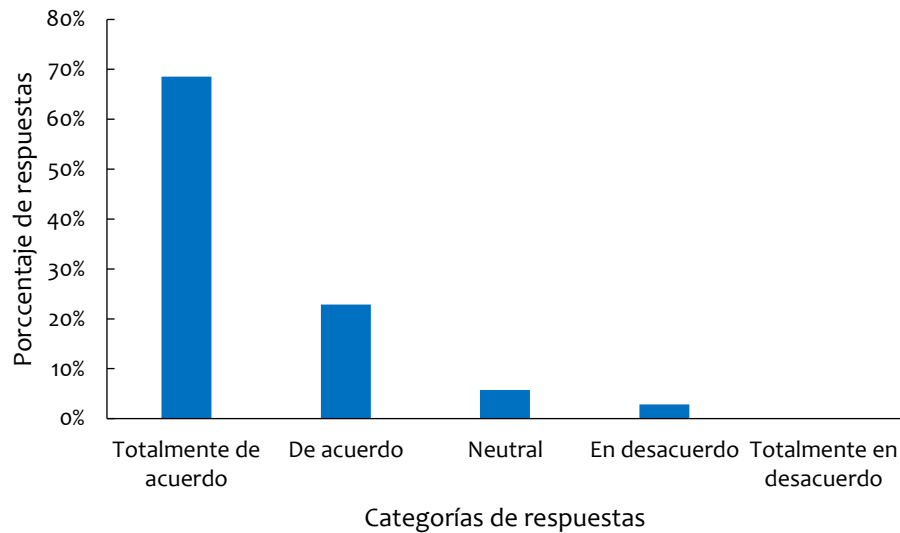


Figura 2 - Evaluación del impacto de la práctica del ayuno en el fortalecimiento de la autodisciplina individual.

En relación con la afirmación de que el ayuno fortalece la autodisciplina, los resultados muestran una marcada tendencia favorable: el 68,57 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 22,86 % “De acuerdo”.

En conjunto, más del 91 % de la muestra manifiesta una valoración positiva de esta práctica como recurso para el autocontrol personal. En contraste, únicamente el 8,57 % expresó posiciones neutrales o de desacuerdo, lo que evidencia una baja presencia de percepciones críticas o indiferentes.

Estos hallazgos sugieren que, dentro de la comunidad estudiada, el ayuno es comprendido no solo como un acto devocional, sino también como una disciplina que contribuye al dominio de impulsos, a la constancia y a la regulación de hábitos, repercutiendo en la vida ética y en la vivencia espiritual de los encuestados.

La vigilia y la reflexión sobre la vida de fe

La vigilia contribuye a la reflexión sobre la vida de fe porque implica apartar un tiempo intencional de oración, meditación y búsqueda espiritual, lo cual favorece el examen personal y el fortalecimiento del compromiso con Dios. Al mantenerse en vigilia, la persona dispone un espacio de silencio y concentración que facilita la revisión de su caminar espiritual, el reconocimiento de fallas y la orientación de sus decisiones conforme a sus convicciones de fe.

Esta práctica fortalece la sensibilidad espiritual y promueve actitudes de humildad, arrepentimiento y renovación interior, aspectos que influyen directamente en la manera en que los creyentes interpretan su vida cotidiana y su relación con la comunidad.

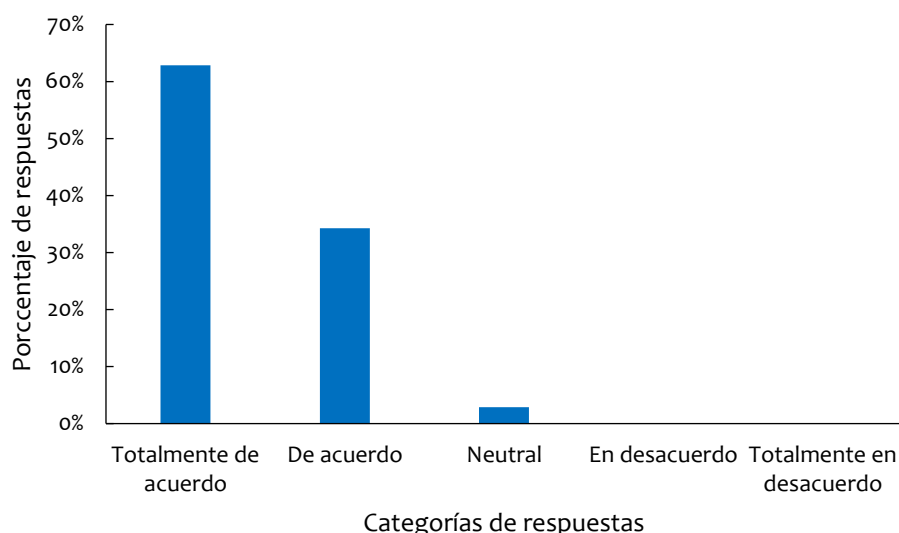


Figura 3 - Valoración de la práctica de la vigilia como facilitador de la reflexión crítica sobre la vida de fe.

En relación con la afirmación de que la vigilia favorece la reflexión sobre la vida de fe, los resultados evidencian una tendencia ampliamente positiva: el 62,86 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 34,29 % en “De acuerdo”. En conjunto, más del 97 % de la muestra expresa una valoración favorable de esta práctica como un medio para profundizar la vida espiritual. En contraste, únicamente el 2,86 % manifestó posiciones neutrales o de desacuerdo, lo cual indica una presencia mínima de percepciones indiferentes o críticas.

Estos hallazgos sugieren que, dentro de la comunidad estudiada, la vigilia es comprendida no solo como un acto ritual, sino como un ejercicio espiritual que impulsa la introspección, fortalece la orientación ética del creyente y profundiza su relación con Dios, repercutiendo en su conducta y compromiso cotidiano.

El ayuno y el control de las emociones

El ayuno puede contribuir al control de las emociones porque implica un ejercicio consciente de dominio personal que no solo abarca lo físico, sino también la manera en que se gestionan reacciones como la ira, la ansiedad o la impaciencia.

Al abstenerse voluntariamente de alimentos y bebidas durante un tiempo determinado, el creyente enfrenta incomodidades y tentaciones que requieren autocontrol, lo cual favorece la regulación emocional y el desarrollo de una actitud más reflexiva ante los conflictos cotidianos.

Esta práctica suele acompañarse de oración y recogimiento, elementos que promueven la calma interior, la tolerancia y la capacidad de responder con mayor prudencia. En ese sentido, el ayuno se interpreta como una disciplina espiritual que fortalece la serenidad y la templanza, cualidades que se proyectan en la conducta diaria y en la convivencia comunitaria.

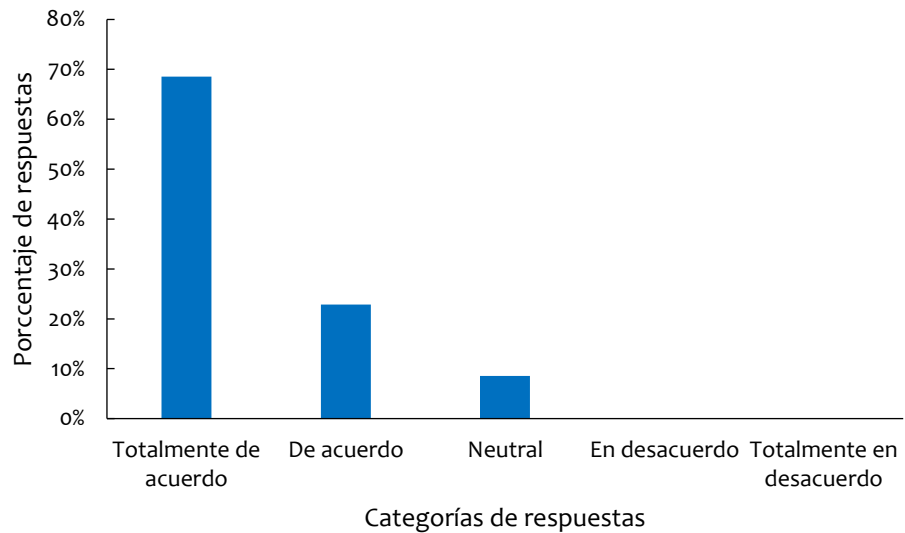


Figura 4 - Relación entre la práctica del ayuno y el control emocional.

En relación con la afirmación de que el ayuno favorece el control de las emociones, los resultados muestran una tendencia claramente positiva: el 51,43 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 42,86 % en “De acuerdo”. En conjunto, más del 94 % de la muestra respalda esta percepción, lo que evidencia un alto nivel de consenso sobre el efecto regulador del ayuno en la vida emocional. En contraste, únicamente el 5,71 % manifestó posiciones neutrales o de desacuerdo, indicando una baja presencia de opiniones indiferentes o críticas.

Estos hallazgos sugieren que, dentro de la comunidad estudiada, el ayuno es comprendido no solo como una práctica de devoción, sino como un medio que fortalece la templanza, reduce reacciones impulsivas y contribuye a una vivencia ética más estable, con impacto tanto en la vida espiritual como en la convivencia con los demás.

Influencia del ayuno y la vigilia en el trato hacia los demás

El ayuno y la vigilia pueden influir en el trato hacia los demás porque promueven actitudes vinculadas con la humildad, la empatía y la conciencia moral. Ambas prácticas implican un ejercicio de renuncia y dedicación espiritual que favorece la reflexión sobre el comportamiento personal, especialmente en la manera de relacionarse con la familia, la comunidad de fe y el entorno social.

En la vivencia evangélica, estas disciplinas suelen asociarse con el llamado a actuar con amor al prójimo, paciencia y servicio, reforzando valores que orientan una convivencia respetuosa. Al acompañarse de oración y meditación, estas prácticas pueden fortalecer la capacidad de reconocer errores, moderar reacciones impulsivas y responder con mayor comprensión ante conflictos o diferencias.

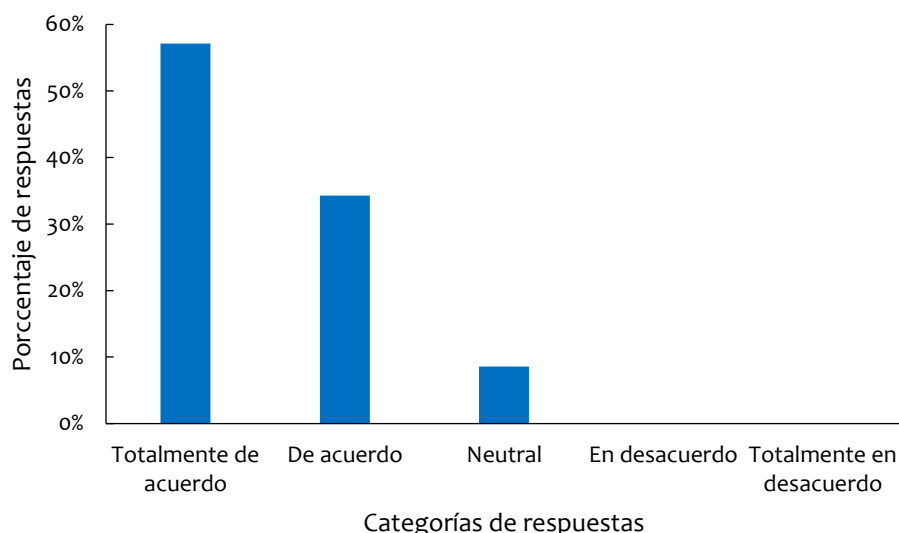


Figura 5 - Influencia de la disciplina ascética en la promoción del trato amable y las relaciones interpersonales armónicas.

En relación con la afirmación de que el ayuno y la vigilia influyen positivamente en el trato hacia los demás, los resultados evidencian una tendencia favorable: el 57,14 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 34,29 % en “De acuerdo”. En conjunto, más del 91 % de la muestra expresa una valoración positiva de estas prácticas como factores que mejoran la convivencia y la conducta interpersonal. En contraste, únicamente el 8,57 % manifestó posiciones neutrales o de desacuerdo, lo que indica una presencia limitada de percepciones indiferentes o críticas.

Estos hallazgos sugieren que, dentro de la comunidad estudiada, el ayuno y la vigilia son comprendidos no solo como actos devocionales, sino como disciplinas que fortalecen la sensibilidad ética y favorecen un trato más respetuoso, solidario y coherente con los valores espirituales que guían la vida comunitaria.

Ayuno, vigilia y responsabilidad comunitaria

El ayuno y la vigilia pueden fortalecer la responsabilidad comunitaria porque, además de ser disciplinas espirituales personales, suelen vivirse como prácticas que refuerzan el sentido de pertenencia, servicio y compromiso con la comunidad de fe. Al promover la reflexión y el autocontrol, estas acciones orientan al creyente hacia una mayor coherencia entre la vida espiritual y la conducta social, incentivando la participación activa en actividades congregacionales, el apoyo mutuo y la atención a las necesidades de otros miembros.

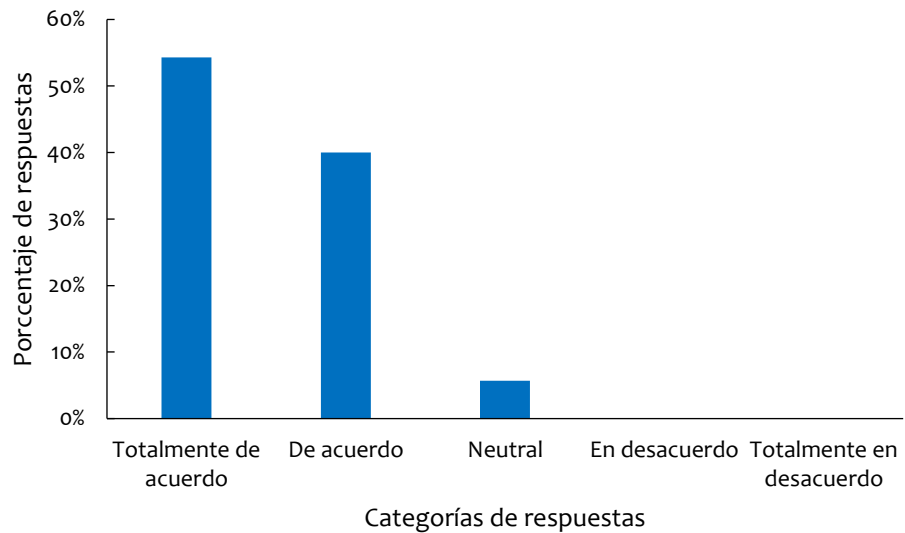


Figura 6 - Las prácticas ascéticas y la responsabilidad hacia los demás.

En relación con la afirmación de que el ayuno y la vigilia influyen en la responsabilidad comunitaria, los resultados reflejan una tendencia marcadamente positiva: el 54,29 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 40,00 % en “De acuerdo”. En conjunto, más del 94 % de la muestra manifiesta una percepción favorable respecto a estas prácticas como elementos que fortalecen el compromiso con la comunidad. En contraste, únicamente el 5,71 % expresó posiciones neutrales o de desacuerdo, evidenciando una baja presencia de posturas indiferentes o críticas.

Por lo que, dentro de la comunidad estudiada, el ayuno y la vigilia son comprendidos como disciplinas que fomentan el servicio, la colaboración y el sentido de responsabilidad compartida, repercutiendo en una participación más consciente y solidaria en la vida comunitaria y espiritual.

El ayuno y la cercanía con Dios

El ayuno es comprendido, dentro de la espiritualidad evangélica, como una práctica que favorece la cercanía con Dios porque implica renuncia voluntaria y enfoque intencional en la oración y la búsqueda espiritual. Al disminuir la atención sobre necesidades corporales inmediatas, el creyente orienta su concentración hacia lo espiritual, fortaleciendo la dependencia de Dios, la sensibilidad a su guía y la disposición a escuchar su voluntad. En este sentido, el ayuno se interpreta como un acto de entrega que profundiza la relación personal con Dios y refuerza el sentido de comunión.

Al acompañarse de oración, reflexión y arrepentimiento, el ayuno puede generar experiencias de renovación interior, paz y claridad espiritual. Por ello, suele considerarse un medio para fortalecer la fe, reafirmar convicciones y sostener una vida ética coherente, al entender que la cercanía con Dios influye en las decisiones y el comportamiento cotidiano.

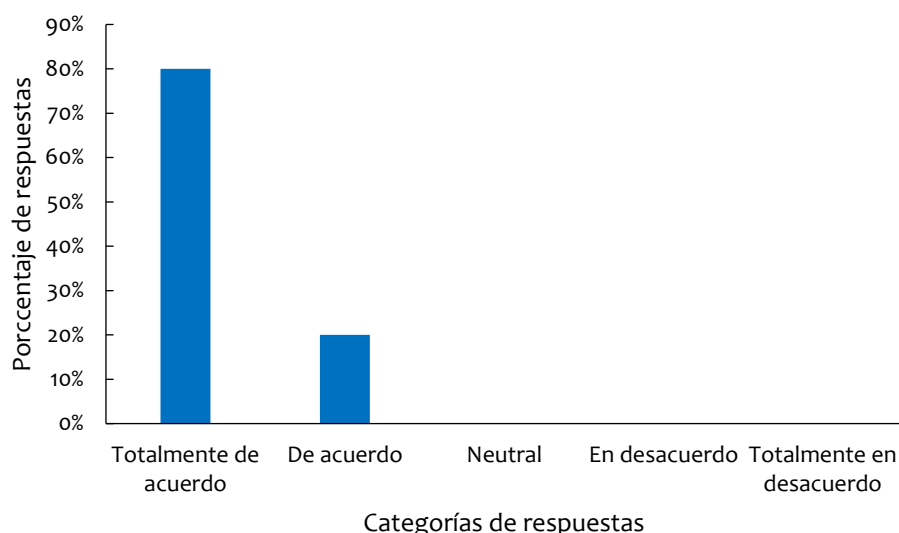


Figura 7 - Percepción del ayuno como determinante en el fortalecimiento del vínculo espiritual y la cercanía con la divinidad.

En relación con la afirmación de que el ayuno incrementa la cercanía con Dios, los resultados muestran un consenso absoluto: el 80,0 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 20,0 % en “De acuerdo”. En conjunto, el 100 % de la muestra expresa una valoración positiva de esta práctica como un medio directo para fortalecer la relación con Dios, sin registrarse respuestas neutrales o de desacuerdo. Este patrón evidencia no solo una tendencia favorable, sino una convicción compartida dentro de la comunidad.

El ayuno entonces, ocupa un lugar central en la experiencia espiritual de los encuestados, siendo comprendido como una disciplina que profundiza la comunión con Dios y, a la vez, fortalece la orientación ética y la vida devocional cotidiana de los creyentes.

Las vigiliass como experiencia de búsqueda espiritual

Las vigiliass se comprenden como una experiencia de búsqueda espiritual porque implican dedicar un tiempo prolongado a la oración, la adoración y la meditación, con el propósito de profundizar la relación con Dios y fortalecer la vida de fe. Al realizarse, generalmente, en horarios nocturnos o extendidos, estas prácticas suponen un esfuerzo intencional que simboliza entrega, perseverancia y disposición a apartarse de lo cotidiano para enfocarse en lo trascendente. En este contexto, la vigilia se interpreta como un espacio para renovar la fe, pedir dirección espiritual y experimentar un encuentro más intenso con lo divino.

La dinámica de la vigilia favorece la reflexión interior y el recogimiento, promoviendo actitudes de humildad, dependencia de Dios y sensibilidad espiritual. Por ello, suele asociarse con procesos de crecimiento espiritual, reafirmación de convicciones y fortalecimiento del compromiso ético, al considerar que la búsqueda espiritual influye en la manera en que se vive y se actúa en el día a día.

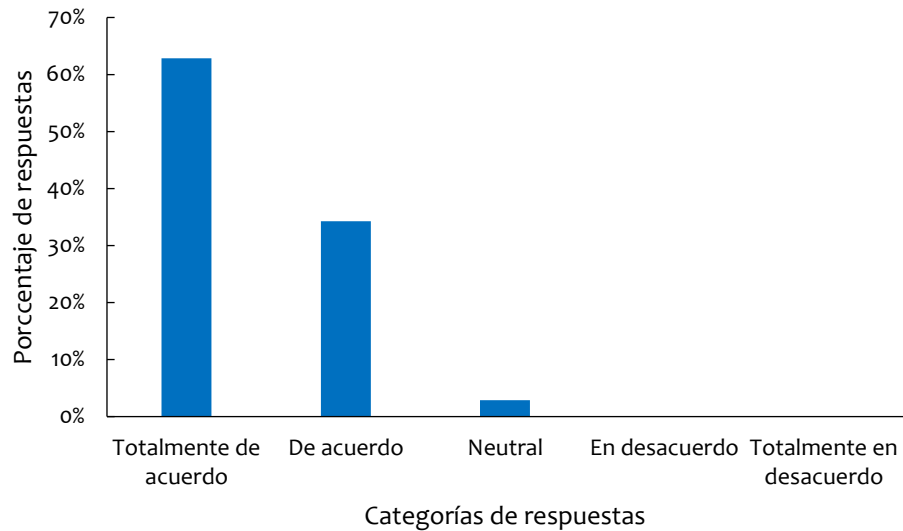


Figura 8. - Valoración de las viglias como instrumento para la búsqueda espiritual y la devoción comunitaria.

En relación con la afirmación de que las viglias constituyen una experiencia de búsqueda espiritual, los resultados evidencian una tendencia ampliamente positiva: el 62,86 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 34,29 % en “De acuerdo”. En conjunto, más del 97 % de la muestra manifiesta una valoración favorable de la vigilia como una práctica orientada a profundizar la espiritualidad. En contraste, únicamente el 2,86 % expresó posiciones neutrales o de desacuerdo, lo que indica una presencia mínima de percepciones indiferentes o críticas.

Dentro de la comunidad estudiada, la vigilia es entendida no solo como una actividad congregacional, sino como un medio significativo para la búsqueda de Dios, el fortalecimiento de la vida espiritual y la consolidación de una vivencia ética coherente con la fe.

Ayuno, vigilia y constancia en la vida de fe

El ayuno y la vigilia pueden fortalecer la constancia en la vida de fe porque requieren disciplina, perseverancia y compromiso sostenido en el tiempo. Estas prácticas no solo representan actos puntuales de devoción, sino que implican una decisión consciente de mantener hábitos espirituales que refuercen la relación con Dios.

En este sentido, contribuyen a consolidar rutinas de oración, reflexión y autocontrol que favorecen la estabilidad espiritual y la coherencia entre creencias y acciones.

Al demandar esfuerzo y dedicación, el ayuno y la vigilia estimulan la perseverancia frente a dificultades personales o comunitarias, fortaleciendo la fidelidad a los principios religiosos. Esta constancia se traduce en una mayor firmeza en la práctica de valores como la responsabilidad, la solidaridad y la coherencia ética dentro y fuera del espacio congregacional.

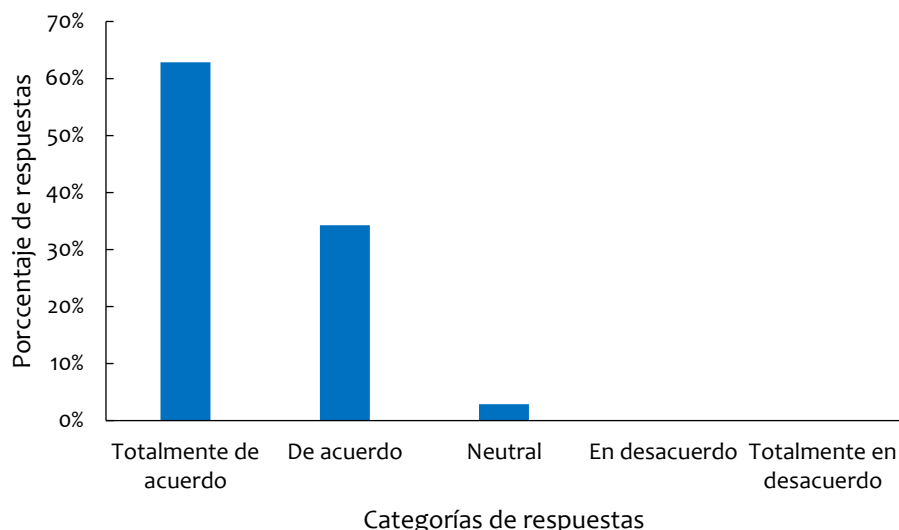


Figura 9 - Incidencia de las prácticas ascéticas en la preservación de la constancia y disciplina espiritual a largo plazo.

En relación con la afirmación de que el ayuno y la vigilia fortalecen la constancia en la vida de fe, los resultados evidencian una tendencia claramente favorable: el 62,86 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 34,29 % en “De acuerdo”. En conjunto, más del 97 % de la muestra expresa una valoración positiva respecto a la influencia de estas prácticas en la perseverancia espiritual. En contraste, únicamente el 2,86 % manifestó posiciones neutrales o de desacuerdo, lo que refleja una presencia mínima de opiniones divergentes.

Estos hallazgos sugieren que, dentro de la comunidad estudiada, el ayuno y la vigilia son comprendidos como disciplinas que fortalecen la firmeza en la vida espiritual, favoreciendo la continuidad en las prácticas de fe y consolidando una conducta ética coherente con los principios religiosos que orientan la vida comunitaria.

Vigencia del ayuno y la vigilia en la actualidad

La vigencia del ayuno y la vigilia en la actualidad se sostiene en la medida en que estas prácticas continúan siendo percibidas como recursos útiles para fortalecer la vida espiritual y orientar la conducta ética de los creyentes. Aun en contextos contemporáneos marcados por el ritmo acelerado, la tecnología y la inmediatez, ambas disciplinas se entienden como espacios de pausa y renovación interior, que permiten al creyente reordenar prioridades, reforzar su compromiso con Dios y cultivar hábitos de autocontrol y reflexión.

Su permanencia se relaciona con el sentido comunitario que pueden generar, ya que el ayuno y la vigilia no solo tienen impacto individual, sino que también promueven unidad, apoyo mutuo y cohesión dentro de la congregación. En ese sentido, estas prácticas se interpretan como formas vigentes de mantener una identidad espiritual activa y una vida de fe coherente con los valores del evangelio.

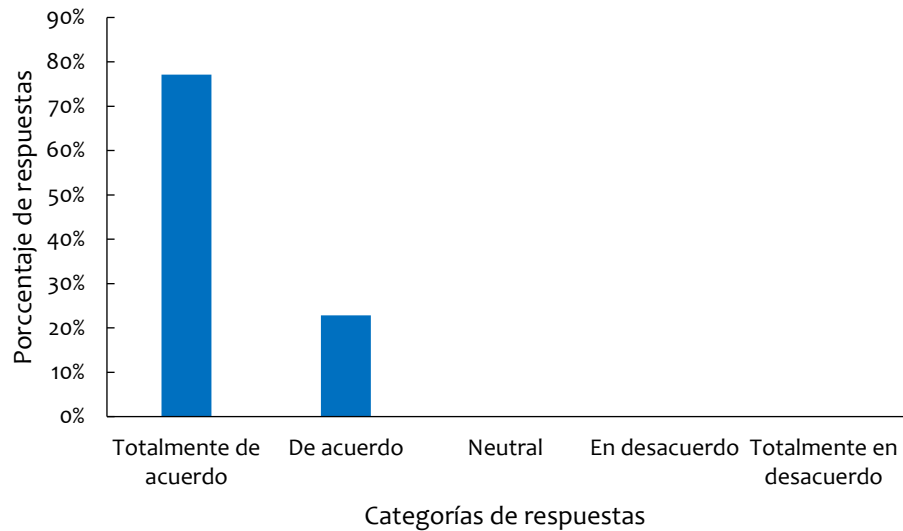


Figura 10 - Opinión de los participantes sobre la vigencia y necesidad de las prácticas ascéticas en el contexto evangélico contemporáneo.

En relación con la afirmación de que el ayuno y la vigilia siguen siendo prácticas vigentes en la actualidad, los resultados muestran un consenso total: el 77,14 % de los participantes se ubicó en “Totalmente de acuerdo” y el 22,86 % en “De acuerdo”. En conjunto, el 100 % de la muestra expresa una valoración positiva, sin registrarse respuestas neutrales o de desacuerdo. Este patrón evidencia una aceptación sólida y compartida sobre la relevancia actual de estas disciplinas dentro de la comunidad.

Estos resultados sugieren que el ayuno y la vigilia mantienen un significado central en la vida religiosa de los participantes, siendo comprendidos como prácticas contemporáneamente funcionales para fortalecer la espiritualidad, sostener la constancia en la fe y promover una conducta ética alineada con los principios comunitarios.

Estructura multidimensional de los resultados. El ayuno y la vigilia como catalizadores éticos

Con el objetivo de profundizar en el análisis de los datos recolectados, los resultados se han organizado en dos grandes núcleos temáticos. El primero explora la Praxis Ascética, centrada en la percepción subjetiva y el rigor físico-espiritual del ayuno y la vigilia. El segundo núcleo analiza la Proyección Conductual, ahí se evalúa cómo el dominio propio desarrollado en el ámbito privado trasciende hacia una ética de responsabilidad social y control emocional. Esta categorización permite observar la coherencia entre la disciplina interna y la interacción externa del creyente.

Al analizar los resultados de manera integral, se identifican dos dimensiones principales que estructuran el fenómeno del ascetismo en la comunidad estudiada. La primera, denominada Dimensión de Praxis Ascética, DPA, agrupa las percepciones sobre el ayuno y la vigilia (Figuras 1, 2, 3, 7, 8), donde se muestra un consenso superior al 94 % en la valoración de estas prácticas como catalizadores de la espiritualidad. La segunda, la Dimensión de Proyección Ética-Conductual, DPEC, sintetiza el impacto en el control emocional, el trato interpersonal y la responsabilidad comunitaria (Figuras 4, 5, 6, 9). La convergencia de ambas dimensiones sugiere que, para el creyente evangélico,

el rigor sobre el cuerpo no es un fin en sí mismo, sino un medio de capacitación para una ética social más exigente y comprometida.

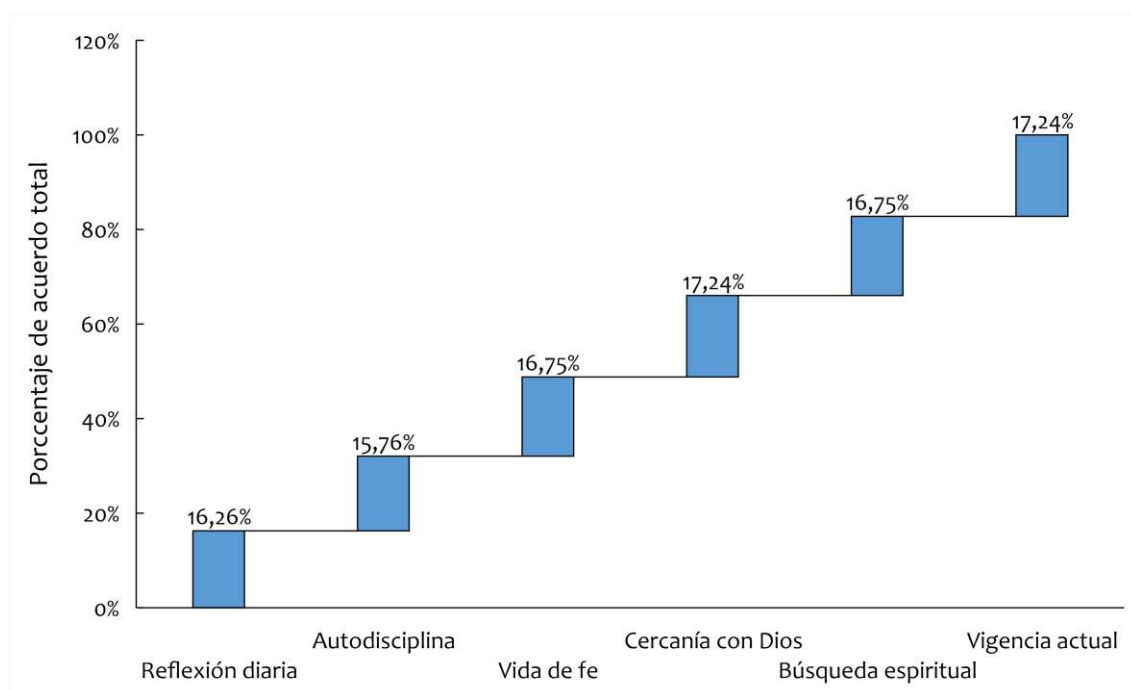


Figura 11. Contribución porcentual de las categorías de disciplina espiritual al consenso de vigencia actual.

Como se aprecia en la Figura 11, existe un crecimiento incremental y sostenido en la valoración de las prácticas. Es notable que la Cercanía con Dios y la Vigencia actual actúan como los peldaños de mayor peso relativo (17,24 %), consolidando la idea de que el ascetismo no es una reliquia del pasado, sino un sistema vivo que alcanza su plenitud en la conciencia de la presencia divina.

Mientras que la dimensión de praxis (Figura 11) establece el fundamento del rigor personal, la Figura 12 ilustra la transferencia de dichos valores hacia la esfera pública.

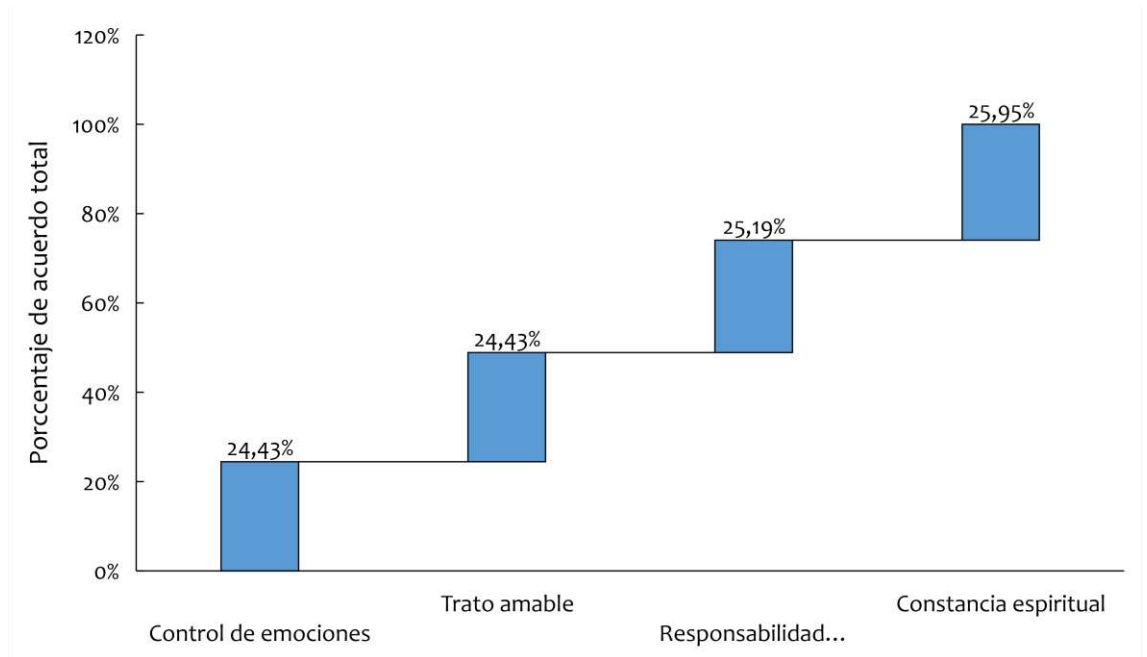


Figura 12. Distribución porcentual de los indicadores de impacto social y constancia conductual.

Este escalonamiento de la DPEC evidencia que la disciplina sobre las emociones y el carácter actúa como el motor primario de la responsabilidad social. La constancia espiritual, al situarse como el peldaño culminante de la serie, valida la tesis de que las prácticas ascéticas operan como un sistema de mantenimiento de la integridad ética en contextos comunitarios.

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian un patrón de alta aceptación respecto a la influencia del ayuno y la vigilia en dimensiones éticas autodisciplina y control emocional, relacionales como trato hacia los demás, comunitarias (responsabilidad) y espirituales relacionados con la búsqueda y cercanía con Dios, así como en la percepción de su vigencia en la actualidad. Esta concentración de acuerdos puede comprenderse como un indicador de que dichas prácticas actúan como dispositivos normativos que sostienen un orden moral compartido y refuerzan identidades colectivas en contextos concretos, especialmente cuando se discute la pertinencia de revisar categorías clásicas de análisis desde América Latina para evitar lecturas descontextualizadas del fenómeno religioso [8].

Esta lectura se fortalece al considerar debates sobre postsecularización, en los cuales se sostiene que la modernidad no supone la desaparición de lo religioso, sino su reacomodo en escenarios de pluralismo y reconfiguración de autoridad y pertenencia. En consecuencia, la vigencia atribuida al ayuno y la vigilia no se reduce a continuidad ritual, sino que puede expresar la capacidad de estas prácticas para estabilizar marcos morales frente a entornos sociales percibidos como cambiantes [9].

Desde el punto de vista de la teoría sociológica, el análisis de la religión se beneficia al priorizar sus manifestaciones externas, sus efectos organizativos y su capacidad de estructurar conductas y relaciones, en lugar de definirla exclusivamente desde su dimensión doctrinal [10]. En esta línea, la elevada valoración de los ítems asociados a autodisciplina y control emocional sugiere que el ayuno es

reconocido como una práctica que produce disposiciones: regula impulsos, promueve constancia y orienta la conducta cotidiana hacia criterios de coherencia moral.

Dicho proceso puede interpretarse como una tecnología social del autocontrol, donde el cuerpo se constituye en un espacio de entrenamiento ético y de verificación de fidelidad a un ideal normativo de vida de fe.

Un abordaje crítico exige reconocer la ambivalencia de la disciplina: cuando la práctica ascética se transforma en expectativa comunitaria, puede operar como criterio de legitimidad interna, reproduciendo jerarquías simbólicas (p. ej., grados de “madurez” o “compromiso”) y generando presiones normativas sobre quienes no sostienen el mismo nivel de práctica [10]. En este sentido, la interpretación debe evitar equivalencias automáticas entre valoración positiva y efectos sociales universalmente beneficiosos.

Respecto a la vigilia como espacio de reflexión y búsqueda espiritual, los resultados pueden comprenderse como evidencia del papel de los rituales intensivos en la densificación comunitaria: la extensión temporal, el esfuerzo sostenido y la experiencia colectiva tienden a reforzar fronteras simbólicas entre lo cotidiano y lo sagrado, y con ello consolidan marcos de sentido compartidos y pertenencia. Desde la sociología de la religión, este tipo de práctica se vincula a procesos de cohesión y reafirmación identitaria, especialmente en contextos donde la pertenencia no se garantiza por herencia cultural, sino que debe sostenerse mediante prácticas reiteradas y socialmente visibles [11].

En coherencia con lo anterior, la perspectiva de la sociología de la religión subraya que las prácticas no solo expresan creencias, sino que también organizan la vida social: instauran rutinas, pautas de interacción, criterios de reputación y expectativas sobre el “buen creyente”. Así, la alta aceptación de ítems vinculados al trato hacia los demás y la responsabilidad comunitaria puede interpretarse como un indicio de que ayuno y vigilia funcionan como recursos de orientación conductual que promueven empatía, paciencia, cooperación y servicio, reforzando la coherencia entre moral religiosa y vida cotidiana [12].

Al mismo tiempo, una discusión crítica debe reconocer que el fortalecimiento de lo comunitario puede implicar también mecanismos de regulación social: se definen estándares de conducta “deseable” y se intensifican expectativas de participación y compromiso. En este punto, el capital comunitario puede coexistir con formas de control simbólico (reconocimiento, aprobación, sanción moral), por lo que resulta analíticamente necesario distinguir entre cohesión solidaria y cohesión disciplinaria [12].

Para ampliar el análisis, es pertinente incorporar enfoques que problematizan la noción de espiritualidad como categoría sociocultural en transformación. Esta discusión permite examinar cómo las comunidades delimitan lo espiritualmente “legítimo” frente a otros repertorios contemporáneos, y cómo esa delimitación refuerza fronteras simbólicas e identidades internas. Bajo esta perspectiva, el consenso sobre la vigencia del ayuno y la vigilia puede interpretarse también como una forma de demarcación identitaria frente a alternativas de espiritualidad y moralidad presentes en el entorno social [13].

El contexto regional también aporta claves de interpretación. En Ecuador se han descrito procesos en los que identidades evangélicas se articulan con dinámicas de organización social y reconfiguración comunitaria en ciertos sectores, lo cual ayuda a situar la relevancia social de repertorios disciplinarios

sin generalizar mecánicamente más allá del caso estudiado [14]. De manera complementaria, estudios sobre evangélicos en América Latina han mostrado que se han configurado repertorios de intervención pública y de legitimación social mediante redes, misión y acción comunitaria, lo cual puede dialogar con la alta valoración encontrada en responsabilidad y trato interpersonal [15].

Análisis sobre neopentecostalismo y globalización sugieren afinidades entre ciertas formas de disciplina religiosa y marcos culturales contemporáneos orientados a autorregulación y racionalización de la conducta, lo que permite contextualizar por qué prácticas ascéticas conservan eficacia simbólica aun en escenarios modernos.

En otros países, se han documentado dinámicas de participación pública evangélica con variaciones según contextos nacionales, lo que refuerza la importancia de mantener lecturas situadas y evitar esencializaciones del fenómeno.

Finalmente, para una discusión orientada a revista, resulta necesario explicitar límites interpretativos: el diseño transversal describe asociaciones perceptivas en un momento específico; la homogeneidad cultural de una sola comunidad puede elevar el consenso; y la deseabilidad social puede influir cuando se evalúan prácticas altamente legitimadas. Además, la ausencia de triangulación cualitativa limita el análisis de cómo se construyen localmente categorías como “madurez espiritual”, “constancia” o “buen trato”.

En estudios futuros, la incorporación de enfoques que discuten desafíos regionales vinculados al crecimiento pentecostal y sus transformaciones puede enriquecer la comprensión del fenómeno, especialmente en su dimensión organizativa y moral. A su vez, revisiones críticas sobre teorías del pentecostalismo en América Latina respaldan la necesidad de ampliar el marco interpretativo y sostener análisis comparativos para determinar qué componentes son propios del caso local y cuáles responden a tendencias regionales más amplias [16].

En resumen, la estructura multidimensional de los resultados revela que el ascetismo en la comunidad de la Iglesia Misionera Paz y Amor trasciende la esfera de lo puramente místico para constituirse en un sistema de formación ciudadana. Mientras que el modelo de praxis (Figura 11) demuestra una base sólida de disciplina espiritual y cercanía con la divinidad, el modelo de proyección (Figura 12) evidencia que esta preparación interna es el motor que impulsa la responsabilidad comunitaria y el control de las emociones en el espacio público. Esta correlación teórica sugiere que el ayuno y la vigilia actúan como catalizadores de una ética de la constancia, donde el dominio propio se traduce en una convivencia armónica y un compromiso social activo, pilares fundamentales de una ciudadanía responsable informada por la fe.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se encontró que el ascetismo contemporáneo en las comunidades evangélicas, manifestado a través del ayuno y la vigilia, actúa como un mecanismo importante de reconfiguración ética y conductual. Se concluye que estas prácticas no son meramente actos rituales de piedad individual, sino que constituyen una pedagogía del cuerpo y la voluntad que fortalece el dominio propio, lo que permite a los creyentes alinear su comportamiento cotidiano con los imperativos morales de su cosmovisión religiosa.

Asimismo, el estudio reporta que el ascetismo genera una ética de la resistencia frente a las presiones del entorno secular. La capacidad de renunciar a necesidades biológicas básicas (alimento y sueño) se traduce en una mayor resiliencia ante las transgresiones éticas en la vida social, laboral y comunitaria. De este modo, la vigilia y el ayuno funcionan como catalizadores de una identidad grupal cohesionada por estándares de integridad que distinguen al sujeto evangélico en la esfera pública.

Por otra parte, esta investigación recalca la necesidad de integrar el estudio de las prácticas psicofísicas en la sociología de la religión. Las implicaciones de este hallazgo sugieren que la ética evangélica no es un constructo puramente dogmático, sino una experiencia encarnada. Como línea futura de investigación, se propone explorar el impacto de estas prácticas en la salud mental y la cohesión social en contextos de crisis, donde el ascetismo podría actuar como un factor de protección y estabilidad emocional para el individuo y su colectividad.

Contribución y autoría

A.D.O.P.: Conceptualización, investigación de campo (etnografía), recolección de datos primarios y redacción del manuscrito original. **M.M.P.L.:** Análisis sociológico de las prácticas ascéticas, marco teórico sobre ética protestante y supervisión metodológica. **E.A.D.M.:** Análisis cualitativo de resultados, validación de entrevistas, revisión editorial final y gestión bibliográfica. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

English: A.D.O.P.: Conceptualization, field research (ethnography), primary data collection, and writing-original draft preparation. **M.M.P.L.:** Sociological analysis of ascetic practices, theoretical framework on Protestant ethics, and methodological supervision. **E.A.D.M.:** Qualitative results analysis, interview validation, final editorial review, and bibliographic management. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la Universidad Estatal de Milagro y la Universidad Católica de Cuenca a través de sus actividades de investigación.

Declaración ética y consentimiento

El presente estudio se condujo de acuerdo con las directrices de la Declaración de Helsinki. Se garantizó el cumplimiento de los principios éticos de autonomía, beneficencia y justicia durante todas las fases de la investigación cualitativa. Debido a que la metodología incluyó entrevistas, se implementaron las siguientes medidas:

- Todos los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio, el carácter voluntario de su participación y el derecho a retirarse en cualquier etapa sin repercusión alguna. Se obtuvo el consentimiento informado de manera previa a la recolección de los testimonios.
- Para proteger la integridad de los entrevistados, se procedió a la anonimización de los datos. Las identidades reales fueron sustituidas por descriptores de rol, de tal manera que ninguna información personal o institucional permitiera la identificación de los sujetos fuera del ámbito académico del estudio.

- La información recabada se utilizó exclusivamente con fines científicos y bajo estrictos protocolos de custodia de datos, limitando el acceso a los registros de audio y transcripciones únicamente al equipo investigador.
- Los protocolos de entrevista y el enfoque metodológico fueron revisados y validados para asegurar que no representaran riesgo físico, psicológico o social para los participantes.

Uso de inteligencia artificial

El autor declara que no se han utilizado herramientas de inteligencia artificial generativa ni tecnologías asistidas por IA en la preparación o redacción de este manuscrito.

Disponibilidad de datos

Las contribuciones originales presentadas en este estudio se incluyen en el documento. Se pueden solicitar otros datos al autor de correspondencia.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses, ya sea financiero, personal o profesional, que pudiera haber influido en la objetividad de los resultados presentados en este capítulo de libro.

REFERENCIAS

- [1] J. P. Pino-Posada y A. F. Vélez-Posada, «Vida buena y ascetismo en Fernando González,» de *La vida buena, sus técnicas y sus figuraciones*, Universidad EAFIT, 2022, pp. 143-160.
- [2] I. Sánchez Cámara, «El misticismo en Ortega y Gasset,» *Bajo Palabra*, n° 24, pp. 21-36, 2020.
- [3] E. C. Ledesma, «En torno al positivismo de Comte,» *Nuevo Humanismo*, n° 4, pp. 64-70, 1979.
- [4] J. d. J. Peinado Camacho , «La formación de estudiantes de posgrado. Un análisis desde sus competencias de investigación,» *RIDE*, vol. 12, n° 24, 2022.
- [5] . J. A. García-García , A. Reding-Bernal y J. C. López-Alvarenga , «Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica,» *Investigación en Educación Médica*, vol. 2, n° 8, 2013.
- [6] A. Matas, «Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión,» *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 20, n° 1, pp. 38-47, 2018.
- [7] . H. F. Ponce Renova , D. I. Cervantes Arreola y A. J. Robles Ramírez , «¿Qué tan apropiadamente reportaron los autores el Coeficiente del Alfa de Cronbach?,» *Ciencia Latina*, vol. 5, n° 3, p. 2438, 2021.
- [8] . R. De La Torre , «La religiosidad popular de América Latina: una bisagra para colocar lived religion en proyectos de descolonización,» *Cultura y Religión*, vol. 15, n° 1, 2021.
- [9] . R. Ruiz Andrés , «La postsecularización. Un nuevo paradigma en sociología de la religión,» *Rafael*, vol. 59, n° 1, 2022.

- [10] P. Cordero del Castillo , «La religión y su lugar en la sociología,» *Barataria*, vol. 4, n° 239–258, 2001.
- [11] M. Arancibia Almendras , «Reflexión teórica para los estudios religiosos como fenómeno social en América Latina,» *Episteme*, vol. 8, n° 1, 2016.
- [12] F. Orellana Gallardo , «Sociología de la Religión,» *Cultura y Religión*, vol. 6, n° 2, 2012.
- [13] M. Bernal Solano , «Espiritualidad en ciencias sociales y salud,» *Estudios Eclesiásticos*, vol. 97, pp. 423-463, 2022.
- [14] S. Andrade, «El despertar político de los indígenas evangélicos en Ecuador,» *Íconos*, n° 22, 2005.
- [15] . M. A. Carbonelli , «Evangélicos, globalización y política en Argentina: Intervenciones públicas y misión divina,» *Civitas: revista de Ciências Sociais*, vol. 14, n° 3, 2014.
- [16] M. Á. Mansilla y L. Orellana Urtubia, «Olvidar a los clásicos: Las Teorías sobre el pentecostalismo en América Latina,» *Revista de Estudios Latinoamericanos*, pp. 11-39, 2022.

Descargo de responsabilidad

Los libros y capítulos de libros publicados en la Editorial Unión Científica representan únicamente las opiniones de los autores. La Editorial Unión Científica, su equipo editorial y sus revisores no se hacen responsables del contenido, las interpretaciones o las consecuencias derivadas de la aplicación de los métodos o conclusiones incluidos en los trabajos. Todas las publicaciones se rigen por las políticas éticas de la editorial.

Detección temprana de riesgo de diabetes mediante aprendizaje automático supervisado basado en factores individuales no invasivos

Early detection of diabetes risk through supervised Machine Learning based on non-invasive individual factors

Jesús Ernesto González Torres ^{1*}, Alexander Ufredo Alegria Chavez ¹, Diana Magali Alegría Camino ², Verónica Elizabeth Sánchez Aguiar ³

¹ Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda 020150, Ecuador. ROR: <https://ror.org/005cgg117>

² Carrera de Desarrollo de Software. Instituto Superior Tecnológico “El Libertador”. Guaranda 020150, Ecuador.

³ Carrera de Electrónica. Instituto Superior Tecnológico “El Libertador”. Guaranda 020150, Ecuador.

✉ jegonzalez@mailes.ueb.edu.ec | ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0693-0320>
✉ alalegria@mailes.ueb.edu.ec | ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3700-2515>
✉ dalegria@istel.edu.ec | ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3670-9479>
✉ vsanchez@istel.edu.ec | ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4415-9566>

E-mail de correspondencia: jegonzalez@mailes.ueb.edu.ec

Serie Monográfica

Mercado, Tecnología y Ciudadanía.

e-ISSN: 3103-117X

Vol. 2(1) enero - abril 2026

Desafíos de la sociedad contemporánea

ISBN: 978-9942-7391-7-9

Editor académico

Carlos Vásquez

Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

Tipo de revisión

Capítulo de libro revisado por dos pares expertos en modalidad doble ciego.

Como citar este capítulo

González Torres, J. E., Alegria Chavez, A. U., Alegría Camino, D. M., & Sánchez Aguiar, V. E. (2026). Detección temprana de riesgo de diabetes mediante aprendizaje automático supervisado basado en factores individuales no invasivos. En Serie Monográfica Mercado, Tecnología y Ciudadanía (Vol. 2, Núm. 1, Cap. V, e5). <https://doi.org/10.63804/mtc.v2i1.e5>

Copyright

© 2026 Los autores. Este es un capítulo de libro de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Se autoriza el uso, distribución y reproducción de este contenido en cualquier medio, de forma irrestricta, siempre que se otorgue el crédito a los autores originales y se cite debidamente la fuente primaria de publicación.

Recibido: 11 de noviembre de 2025

Revisado: 18 de diciembre de 2025

Aceptado: 10 de enero de 2026

Publicado: 28 de febrero de 2026

Resumen

La creciente incidencia de patologías metabólicas crónicas, como la diabetes mellitus, representa un desafío importante para la sostenibilidad de los sistemas sanitarios globales. Ante la necesidad de mecanismos de tamizado masivo eficientes y de bajo costo, esta investigación tuvo como objetivo desarrollar y evaluar un modelo de inteligencia artificial orientado a la detección temprana del riesgo de diabetes y prediabetes, empleando exclusivamente factores individuales no invasivos para mitigar la dependencia de pruebas clínicas complejas. Se aplicó un enfoque cuantitativo y experimental fundamentado en el entrenamiento de algoritmos supervisados de aprendizaje automático. El estudio procesó un conjunto de datos masivo derivado de sistemas de vigilancia conductual, ejecutando una selección de características centrada en variables fisiológicas y de estilo de vida, tales como el índice de masa corporal, la edad y el historial de actividad física. Se implementó una arquitectura basada en potenciación de gradiente (*gradient boosting*), optimizada mediante una estrategia de ponderación de clases asimétrica diseñada para penalizar los falsos negativos ante el desbalance inherente de los datos médicos. La experimentación validó la robustez de la propuesta técnica. El modelo alcanzó una sensibilidad (*recall*) superior al 99 %, asegurando la identificación efectiva de la gran mayoría de individuos en situación de riesgo y minimizando la omisión de casos críticos. La integración de herramientas computacionales calibradas para maximizar la recuperación de casos positivos constituye una alternativa viable para fortalecer la medicina preventiva. Se concluye que esta herramienta optimiza la asignación de recursos sanitarios al actuar como un filtro de cribado primario confiable, permitiendo dirigir las evaluaciones clínicas confirmatorias de manera prioritaria hacia los pacientes que presentan una mayor probabilidad diagnóstica real.

Palabras clave: aprendizaje automático; diabetes; diagnóstico médico; inteligencia artificial; medicina preventiva.

ABSTRACT

The increasing incidence of chronic metabolic disorders, such as diabetes mellitus, represents a significant challenge to the sustainability of global healthcare systems. In response to the need for efficient and low-cost large-scale screening mechanisms, this study aimed to develop and evaluate an artificial intelligence model for the early detection of diabetes and prediabetes risk, relying exclusively on non-invasive individual factors to reduce dependence on complex clinical testing. A quantitative and experimental approach was applied, based on the training of supervised machine learning algorithms. The study processed a large dataset derived from behavioral surveillance systems, performing feature selection focused on physiological and lifestyle variables such as body mass index, age, and physical activity history. A gradient boosting architecture was implemented and optimized using an asymmetric class-weighting strategy designed to penalize false negatives in light of the inherent imbalance in medical data. The experimentation validated the robustness of the proposed technical approach. The model achieved sensitivity (recall) above 99 %, ensuring effective identification of the vast majority of at-risk individuals while minimizing the omission of critical cases. The integration of computational tools calibrated to maximize positive case detection constitutes a viable alternative to strengthen preventive medicine. It is concluded that this tool optimizes healthcare resource allocation by functioning as a reliable primary screening filter, enabling confirmatory clinical evaluations to be prioritized for patients with a higher real diagnostic probability.

Keywords: machine learning; diabetes; medical diagnosis; artificial intelligence; preventive medicine.

INTRODUCCIÓN

La prevalencia creciente de la diabetes mellitus se ha planteado como uno de los desafíos más importantes para la salud pública global en el siglo XXI. Esta patología induce un deterioro progresivo en la calidad de vida de los pacientes e impone una carga económica e infraestructura insostenible para los sistemas sanitarios. La detección tardía representa el núcleo de esta problemática, puesto que una proporción significativa de los diagnósticos ocurre ante la manifestación de complicaciones sistémicas irreversibles, lo que incrementa la morbilidad y los costos de tratamiento especializado [1].

Históricamente, los protocolos de cribado han dependido de pruebas bioquímicas invasivas que, a pesar de su precisión, exigen infraestructura clínica, personal técnico y recursos financieros que dificultan su implementación masiva y recurrente en poblaciones vulnerables o geográficamente remotas. Ante esta brecha diagnóstica, resulta imperativo el desarrollo de estrategias alternativas que faciliten la identificación de perfiles de riesgo de manera oportuna, accesible y no invasiva [2]. En este contexto, la inteligencia artificial, y específicamente los algoritmos de aprendizaje automático supervisado, surge como una herramienta disruptiva capaz de procesar macrodatos conductuales y fisiológicos para discernir patrones multivariantes complejos asociados a disfunciones metabólicas [3].

La presente investigación prioriza el análisis de factores de riesgo modificables y variables demográficas, tales como el índice de masa corporal, edad, nivel de actividad física y la autopercepción de salud, para inferir la probabilidad de riesgo diabético sin requerir intervención clínica directa inicial. La relevancia de este enfoque radica en la optimización de la medicina preventiva: mediante el despliegue de modelos computacionales de alta sensibilidad, es posible estratificar a la población de manera eficiente, dirigiendo los recursos de laboratorio exclusivamente hacia aquellos individuos con una alta probabilidad de afectación.

Este marco de trabajo permite una intervención temprana en estadios de prediabetes, fase donde las modificaciones en el estilo de vida presentan su mayor eficacia clínica. Integrando la necesidad sanitaria con la capacidad tecnológica contemporánea, se propone un diseño metodológico riguroso orientado a la identificación de las variables predictoras más influyentes. En consecuencia, el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar y evaluar un modelo de inteligencia artificial basado en algoritmos supervisados para la detección temprana de riesgo de diabetes y prediabetes, analizando exclusivamente factores no invasivos para fortalecer la medicina preventiva y optimizar la asignación de recursos en los sistemas de salud pública.

METODOLOGÍA

Enfoque, alcance y diseño

La presente investigación se enmarca dentro del paradigma cuantitativo, fundamentando su validez en la recolección sistemática, así también el análisis estadístico de datos numéricos y categóricos para la comprobación empírica de hipótesis, esta elección metodológica responde a la naturaleza estructurada de la fuente de información y a la necesidad de medir con objetividad métricas de rendimiento precisas, tales como la sensibilidad y el área bajo la curva (AUC). De este modo, se busca minimizar los sesgos derivados de la interpretación subjetiva y asegurar la reproducibilidad de los resultados mediante un diseño riguroso y controlado [4].

Bajo esta lógica operativa, la investigación se centra en el procesamiento de registros estructurados donde la unidad de análisis es el individuo, se asume una postura objetivista en la que los factores de riesgo son tratados como variables observables y medibles, susceptibles de ser transformadas en vectores numéricos. Este tratamiento de la información es requisito indispensable para la implementación de algoritmos de aprendizaje supervisado, garantizando que los patrones detectados respondan a relaciones matemáticas inherentes a los datos.

En consonancia con este enfoque, el diseño de investigación presenta una naturaleza dual que resulta fundamental distinguir, en primera instancia, respecto a la fase de adquisición de información biológica, el estudio adopta una modalidad no experimental de corte transversal. Esta tipología se justifica dado que las variables fisiológicas como el Índice de Masa Corporal y los hábitos de vida que fueron registrados en una ventana temporal única, limitándose al análisis del fenómeno en su estado natural sin manipulación deliberada del entorno o de los participantes por parte de los investigadores [5]. Por otra parte, la fase de construcción del modelo predictivo adopta un diseño experimental *in silico*, en este escenario, el algoritmo CatBoost Classifier actúa como la entidad experimental sobre la cual se manipulan intencionalmente las variables independientes del sistema para cuantificar su impacto en la variable dependiente la precisión diagnóstica.

Complementariamente, el alcance de la investigación es multidimensional: correlacional, explicativo y predictivo, al evaluar la asociación estadística entre los factores de riesgo y la patología, no obstante, el propósito fundamental trasciende la descripción, situando al estudio en un nivel de investigación aplicada, cuyo objetivo final es generar un artefacto tecnológico capaz de anticipar eventos de salud en datos inéditos, validando así su utilidad práctica en sistemas de tamizaje sanitario [6].

Población y adquisición de datos

Se utilizó como fuente primaria el Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS), un sistema gestionado por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) que constituye una de las encuestas de salud estandarizadas más extensas y continuas a nivel global [7]. Cabe señalar que el conjunto de datos seleccionado para este estudio no corresponde a una muestra aleatoria simple, sino que integra la totalidad de los registros depurados disponibles, abarcando un volumen final de 253.682 observaciones correspondientes a ciudadanos adultos.

La población de estudio se caracteriza por presentar atributos heterogéneos en términos demográficos y de estilo de vida, capturados originalmente mediante encuestas telefónicas transversales, respecto a la variable objetivo (Diabetes_012), esta clasifica a los individuos en tres estados clínicos: sin diabetes (0), prediabetes (1) y diabetes (2). No obstante, el análisis exploratorio preliminar evidenció un desbalance de clases significativo, tal como se presenta en la Figura 1, se muestra una predominancia marcada del grupo mayoritario (individuos sanos) frente a los casos patológicos, lo cual representa un desafío técnico para el aprendizaje del modelo.

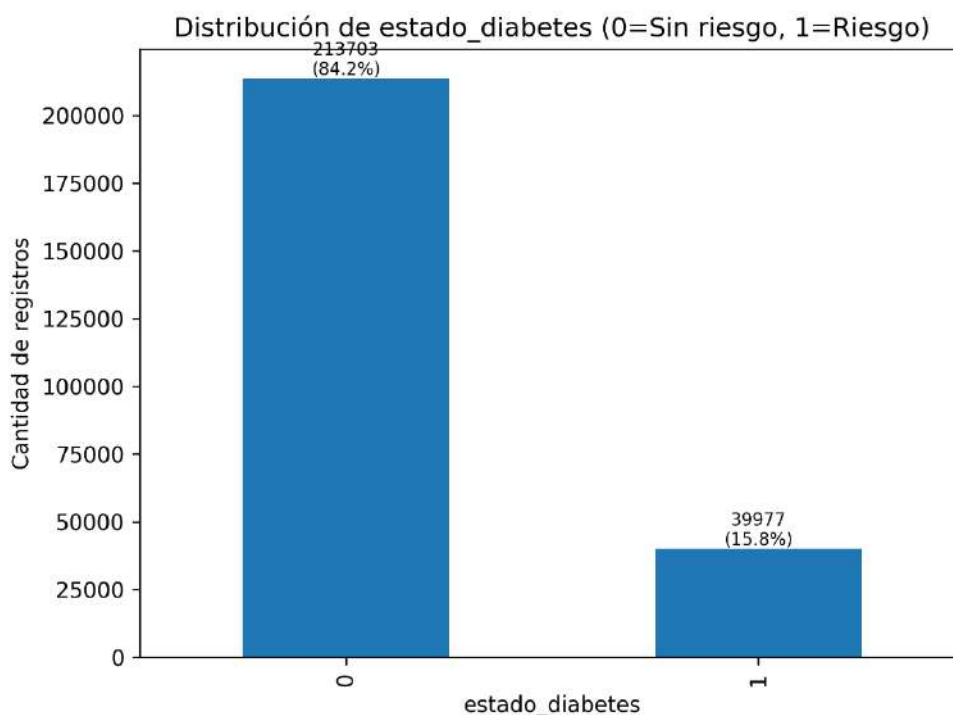


Figura 1. Distribución de frecuencia de la variable objetivo en el conjunto de datos.

Esta distribución desigual fundamenta las decisiones metodológicas posteriores orientadas a la ponderación de clases durante el entrenamiento, en consecuencia, se considera que el conjunto de datos posee la robustez estadística necesaria para la generalización de patrones de riesgo, condicionada a la aplicación de técnicas idóneas de corrección de sesgo.

Procedimiento de preprocesamiento y partición

La adecuación de la información bruta para su ingreso en los algoritmos de aprendizaje automático se gestionó mediante un flujo de trabajo automatizado, diseñado para garantizar la integridad de los datos, en primera instancia, el tratamiento consistió en la carga e importación de la fuente primaria, seguida de una limpieza técnica rigurosa orientada a la eliminación de registros duplicados y valores nulos, mitigando así la introducción de ruido estadístico que pudiera degradar el rendimiento del modelo.

Posteriormente, se ejecutó un proceso de selección de características basado en criterios de aplicabilidad clínica, de la totalidad de columnas disponibles en la encuesta original, se extrajo un subconjunto de 12 variables predictoras, priorizando aquellas de naturaleza no invasiva y de accesibilidad inmediata para el usuario final. Estas variables abarcan factores biológicos esenciales como el Índice de Masa Corporal (IMC), la edad, el sexo, así como determinantes conductuales, tales como el historial de tabaquismo, la actividad física y la ingesta dietética.

Simultáneamente, se aplicó una transformación lógica sobre la variable objetivo, dado que el propósito del estudio es la detección integral del riesgo, se procedió a binarizar las categorías de salida: los registros clasificados originalmente como “prediabetes” y “diabetes” fueron agrupados en una única clase positiva (Clase 1: Con Riesgo), mientras que los individuos libres de patología conformaron la clase negativa (Clase 0: Sin Riesgo), esta operación permitió consolidar un conjunto de datos homogeneizado para la etapa de modelado.

Finalmente, para asegurar la validez externa de las métricas y prevenir el sobreajuste, se implementó una estrategia de muestreo aleatorio estratificado, este procedimiento dividió el cuerpo de datos en dos subconjuntos disjuntos: un 80 % destinado al entrenamiento del algoritmo y un 20% reservado exclusivamente para la validación. La estratificación resultó crítica para asegurar que la proporción de casos positivos y negativos se mantuviera constante y representativa en ambos grupos durante todas las fases experimentales.

Arquitectura del modelo y estrategia de entrenamiento

La fase de modelado predictivo se fundamentó en la implementación del algoritmo CatBoostClassifier, una variante avanzada de los métodos de Gradient Boosting presentada en la conferencia NeurIPS que introduce un esquema de “boosting ordenado” para mitigar el sesgo de predicción. La selección de esta arquitectura responde a su capacidad superior para gestionar estructuras de datos tabulares y a su eficiencia en el manejo nativo de variables categóricas, lo cual evita la necesidad de una codificación numérica extensiva que aumentaría artificialmente la dimensionalidad del vector de características, estudios comparativos han demostrado su robustez intrínseca frente al sobreajuste (overfitting) y su eficiencia computacional frente a otros modelos de ensamble tradicionales [8].

Un componente crítico de la estrategia de entrenamiento fue la gestión del desbalance de clases identificado previamente, dado que el objetivo clínico prioritario es minimizar los Falsos Negativos, se configuró una estrategia de aprendizaje sensible al costo mediante ponderación asimétrica. Para tal efecto, se asignó un peso de 1 a la clase mayoritaria (Sin Riesgo) y un peso de 7 a la clase minoritaria (Con Riesgo). Esta relación 1:7 fuerza al algoritmo a penalizar siete veces más el error de clasificación en un paciente positivo, desplazando la frontera de decisión para favorecer la sensibilidad (Recall) del sistema.

Con el objetivo de identificar la configuración que maximizara la capacidad de generalización del modelo, se ejecutó un proceso de optimización de hiperparámetros mediante una búsqueda exhaustiva en cuadrícula, este procedimiento experimental evaluó múltiples combinaciones de tasa de aprendizaje, profundidad del árbol y número de iteraciones. En la Tabla 1 se presenta el espacio de búsqueda explorado y la combinación óptima resultante que fue seleccionada para el modelo final.

Tabla 1. Espacio de búsqueda de hiperparámetros y configuración óptima seleccionada.

Hiperparámetro	Descripción	Rango explorado	Valor óptimo
Iterations	Número de estimadores	[150, 175, 200]	150
Learning Rate	Tasa de aprendizaje	[0,05, 0,07, 0,1]	0,07
Depth	Profundidad del árbol	[5, 6]	6
L2 Leaf Reg	Coefficiente de regularización	[3, 4, 5]	3

Nota: Los valores óptimos corresponden a la combinación de hiperparámetros que maximizó la métrica de Sensibilidad durante la búsqueda en cuadrícula, priorizando la reducción de Falsos Negativos.

Finalmente, para la definición del umbral de decisión operativa, se descartó el uso del valor por defecto (0,5), en su lugar, se aplicó el Índice de Youden (Ecuación 1):

$$J = \text{Sensibilidad} + \text{Especificidad} - 1 \quad \text{Ecuación 1}$$

Sobre las probabilidades predichas en el conjunto de validación, este método, ampliamente aceptado en la validación de test diagnósticos cuantitativos, permite determinar matemáticamente el punto de corte óptimo que maximiza la diferencia entre la Tasa de Verdaderos Positivos y la Tasa de Falsos Positivos, equilibrando así la eficacia clínica de la herramienta [9].

Entorno computacional y herramientas

Para garantizar la reproducibilidad de los experimentos y la viabilidad técnica de la propuesta, el desarrollo se realizó sobre un entorno de ejecución Python 3.10+, el flujo de trabajo integró el ecosistema estándar de librerías de código abierto para ciencia de datos: Pandas y NumPy para la manipulación estructurada de matrices y cálculo vectorial, y Scikit-learn para la gestión del muestreo estratificado y la computación de las métricas de evaluación.

En lo referente al núcleo predictivo, se utilizó la biblioteca oficial CatBoost, la cual provee la implementación optimizada del algoritmo de Gradient Boosting descrita en los apartados metodológicos, adicionalmente, con el objetivo de trasladar el modelo teórico a un escenario de utilidad práctica, se desarrolló una interfaz gráfica de usuario (GUI) empleando el framework PyQt5. Esta herramienta de software encapsula el modelo entrenado y permite la interacción directa mediante controles visuales, facilitando la inferencia de riesgo en tiempo real sin requerir conocimientos de programación por parte del usuario final.

Todas las dependencias de software, versiones de librerías y scripts de configuración del entorno se encuentran documentados en el repositorio del proyecto bajo una licencia abierta, esto asegura que cualquier investigador pueda auditar el código o replicar el estudio bajo condiciones computacionales idénticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los hallazgos experimentales obtenidos tras la ejecución del protocolo metodológico descrito, con el propósito de validar la eficacia del modelo de inteligencia artificial en la detección de riesgo metabólico, el análisis se estructura en torno a la interpretación de las métricas de desempeño técnico y su correlación con la utilidad clínica, priorizando la evaluación de la capacidad del sistema para minimizar los falsos negativos. Por esta razón, la discusión integra los valores cuantitativos resultantes, tales como la matriz de confusión y la curva ROC, con una valoración cualitativa de su impacto en el tamizaje poblacional, contrastando sistemáticamente la evidencia generada con los reportes de la literatura científica vigente.

Evaluación del desempeño predictivo y análisis de sensibilidad

En lo que respecta a la capacidad del modelo para identificar correctamente a los individuos afectados, el análisis de la matriz de confusión revela que la arquitectura implementada prioriza decididamente la recuperación de la clase positiva. Como se muestra en la Figura 2, el sistema alcanzó una sensibilidad (Recall) del 99,1 % en el conjunto de prueba, lo que implica que el algoritmo fue capaz de detectar a la casi totalidad de los pacientes que efectivamente presentaban condiciones de diabetes o prediabetes.

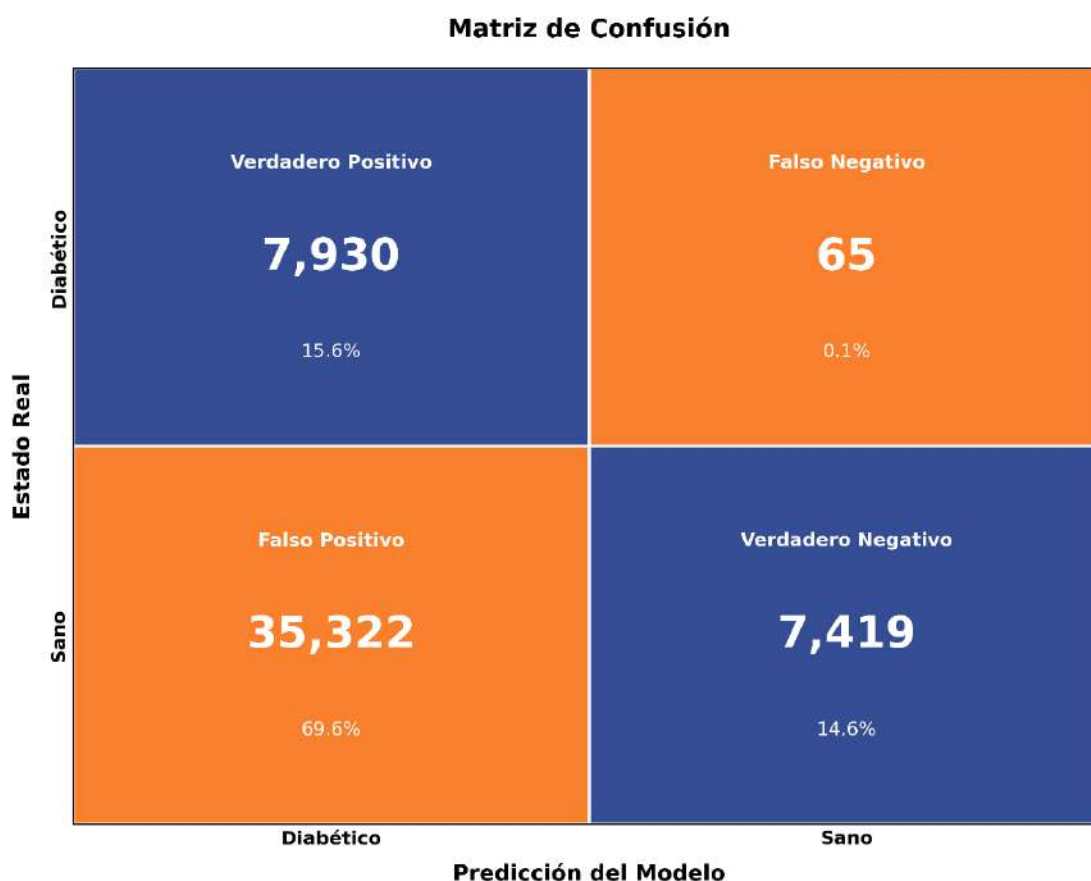


Figura 2. Matriz de confusión en el conjunto de prueba.

Nota. Se muestra una capacidad de detección casi total de la clase positiva, a costa de una especificidad reducida, optimizando costo-beneficio.

Por esta razón, se observa una tasa de Falsos Negativos marginal, validando la eficacia de la estrategia de ponderación de clases asimétrica (1:7), en este sentido, los resultados difieren intencionalmente de lo reportado en estudios previos donde se prioriza la Exactitud (Accuracy) global, alcanzando valores aparentemente altos, pero sacrificando drásticamente la detección de la clase minoritaria. Vale la pena destacar que, en el contexto del tamizaje epidemiológico con desbalance severo, guiarse únicamente por la exactitud resulta engañoso, ya que el modelo puede ignorar por completo los casos patológicos sin penalizar su métrica global [10].

Es imperativo notar que el incremento en la sensibilidad conlleva un intercambio inevitable con la precisión, resultando en un aumento de los Falsos Positivos, este comportamiento es deliberado y deseable para una herramienta de tamizaje. La literatura respalda que, en el contexto de pruebas diagnósticas de primera línea, el objetivo prioritario es “descartar” la enfermedad con seguridad [11] [12] argumenta que, en estas fases iniciales, el costo clínico de un Falso Negativo es inaceptablemente alto comparado con el costo de un Falso Positivo, el cual se resuelve sencillamente mediante pruebas confirmatorias posteriores.

Capacidad de discriminación y estabilidad del modelo

En lo referente a la robustez global del clasificador, los resultados obtenidos validan la elección de la arquitectura de Gradient Boosting, este hallazgo es consistente con la evidencia presentada por otros investigadores, quienes señalan que modelos como CatBoost presentan una estabilidad superior en la generalización de patrones complejos de estilo de vida frente a métodos tradicionales, optimizando el rendimiento predictivo incluso en escenarios de alta variabilidad [8].

Bajo este marco arquitectónico, la capacidad de discriminación fue evaluada mediante el Área Bajo la Curva ROC (AUC), alcanzando un valor de 0,804 sobre el conjunto de prueba Figura 3, este indicador demuestra que el clasificador mantiene una probabilidad superior al 80 % de asignar una puntuación de riesgo más alta a un individuo enfermo que a uno sano. Según los estándares de evaluación diagnóstica establecidos por Nahm [13], este valor sitúa al modelo en un rango de discriminación “excelente”, confirmando su aptitud clínica independientemente del umbral de corte seleccionado.

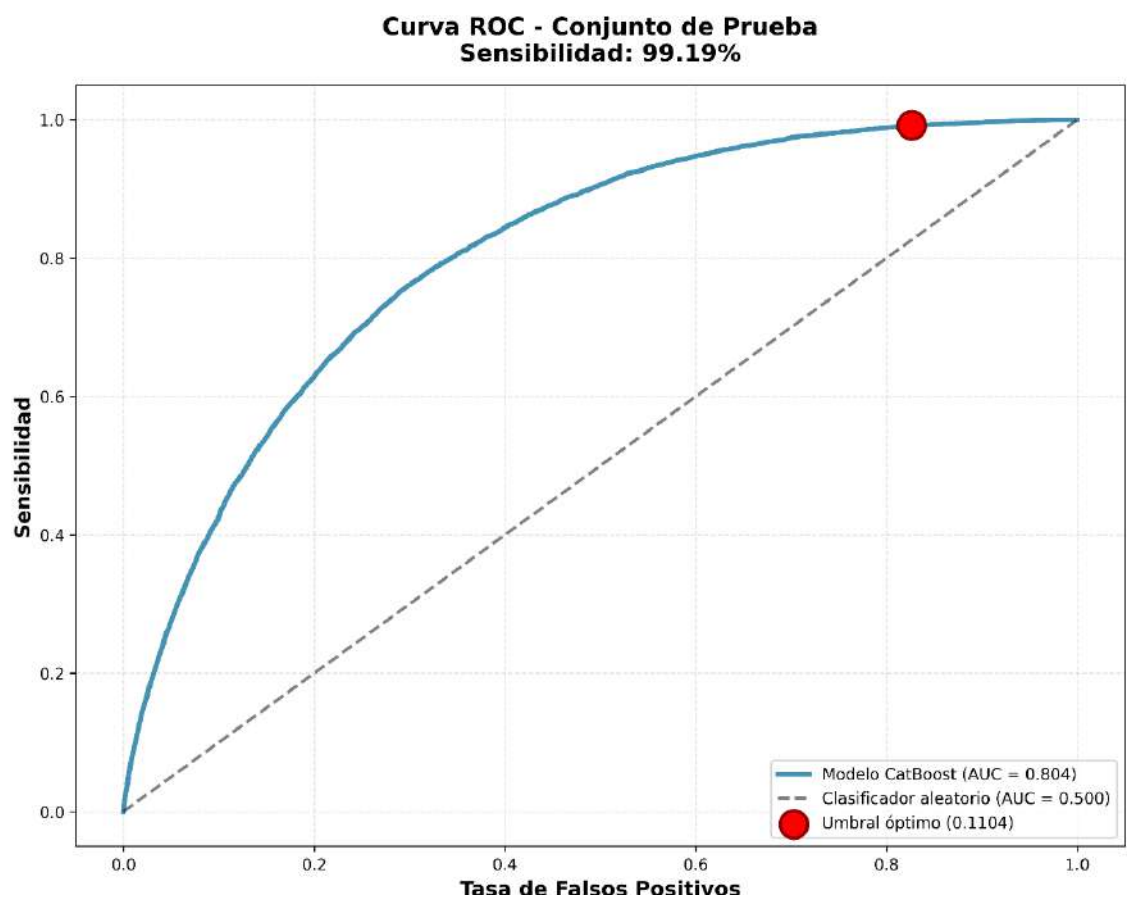


Figura 3. Análisis de sensibilidad y tasa de falsos positivos a través de la curva ROC para la validación del modelo predictivo en el conjunto de prueba.

Nota. La línea sólida representa el desempeño del clasificador CatBoost, alcanzando un Área Bajo la Curva (AUC) de 0,804, La separación evidente respecto a la diagonal punteada confirma visualmente la capacidad del modelo para discriminar eficazmente entre pacientes sanos y enfermos, validando la robustez reportada en la matriz de confusión.

Adicionalmente, se evaluó la estabilidad del proceso de aprendizaje mediante el monitoreo de la métrica de desempeño a lo largo de las iteraciones, en primera instancia, la Figura 4 ilustra la evolución del Área Bajo la Curva (AUC) en el conjunto de entrenamiento, evidenciando un incremento progresivo y estable que culmina en un valor de 80,86, lo que confirma una correcta asimilación de los datos por parte del algoritmo.

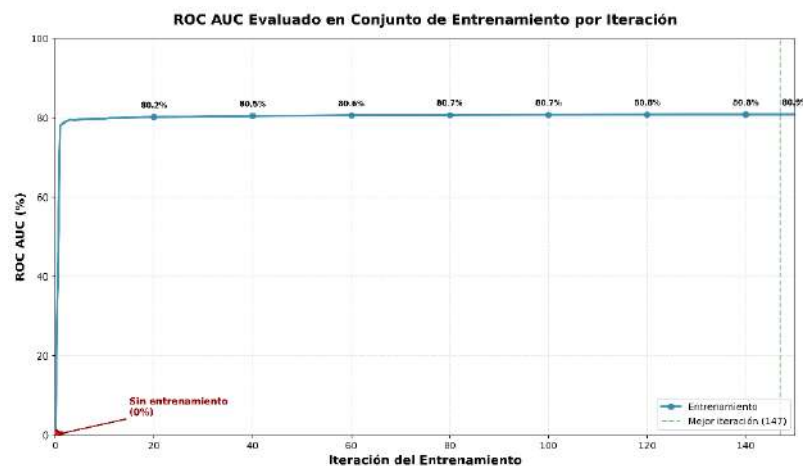


Figura 4. Historial de aprendizaje en el conjunto de entrenamiento.

Nota. La gráfica muestra el incremento constante del AUC hasta la iteración 150, indicando la optimización progresiva de la capacidad discriminante del modelo.

De manera complementaria, la Figura 5 presenta el comportamiento de la misma métrica en el conjunto de prueba independiente.

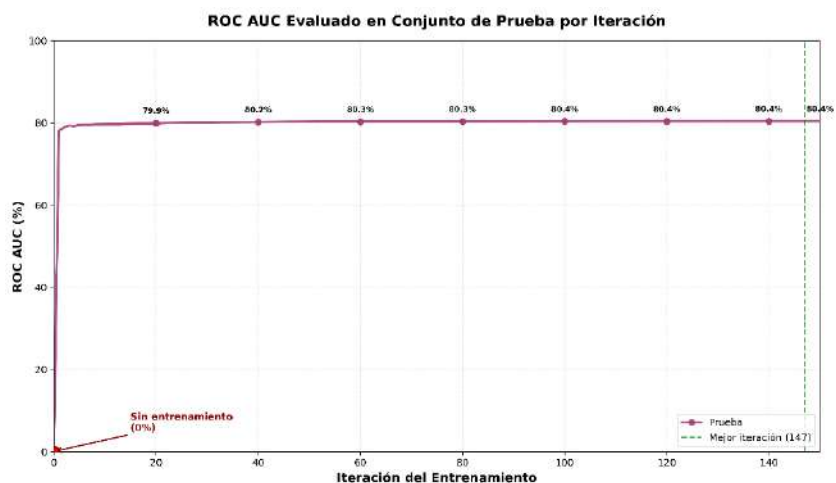


Figura 5. Evolución del desempeño en el conjunto de prueba.

Nota. La trayectoria del AUC sigue un patrón de mejora idéntico al del entrenamiento, estabilizándose en 0,804. La convergencia entre ambas fases confirma una excelente generalización y descarta problemas de sobreajuste.

Al cotejar ambas dinámicas, se observa que la curva de validación replica fielmente la tendencia ascendente del entrenamiento, alcanzando un valor final de 80,40, es determinante notar la estrecha cercanía entre los valores finales de ambas fases, lo que demuestra que el modelo no se limitó a memorizar los datos de entrenamiento. Esta consistencia estructural permite afirmar que la regularización interna y la validación cruzada fueron altamente efectivas, el comportamiento paralelo de las curvas valida la ausencia de sobreajuste y garantiza que la capacidad predictiva del modelo es robusta ante nuevos casos clínicos [14].

Importancia de Factores de Riesgo

Se examinó la contribución relativa de cada variable al proceso de decisión del algoritmo, dado que la interpretabilidad clínica es fundamental para validar la utilidad del modelo, el análisis de importancia de características, ilustrado en la Figura 6, reveló que el Índice de Masa Corporal (IMC), la Edad y la Autopercepción de Salud General constituyen los predictores de mayor jerarquía dentro del sistema.

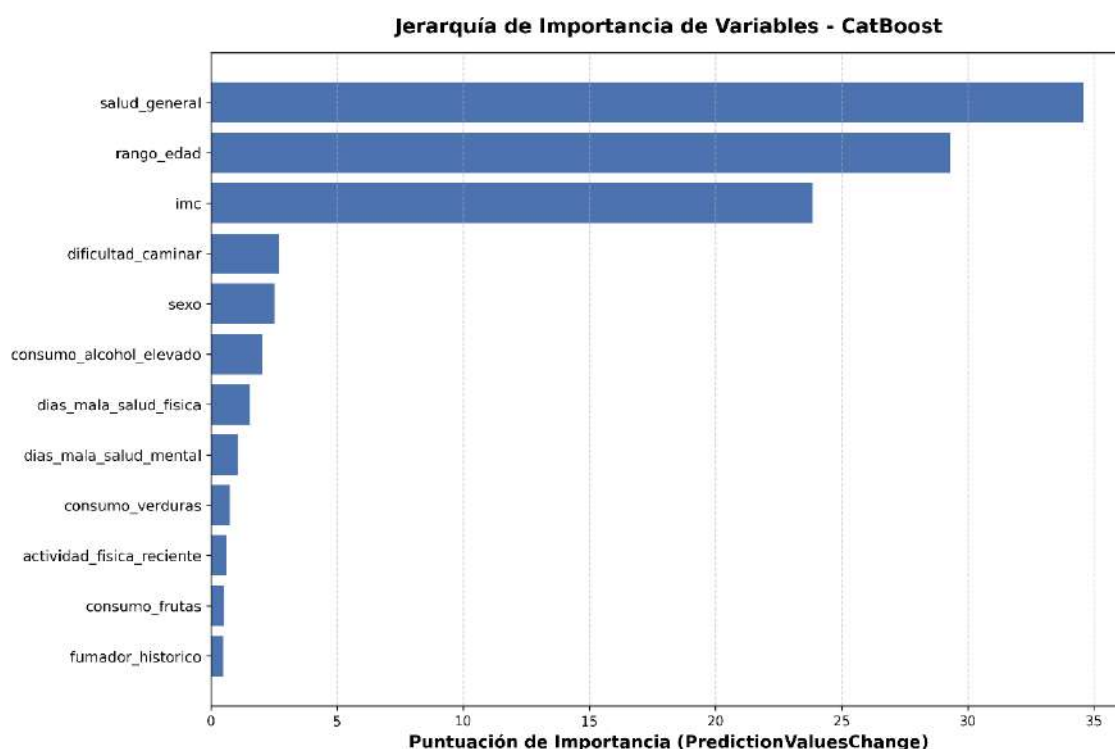


Figura 6. Jerarquía de importancia de las variables predictoras.

Nota. El gráfico de barras muestra el peso asignado por el algoritmo CatBoost a cada factor de riesgo.

Este perfil de riesgo se alinea rigurosamente con la evidencia fisiopatológica establecida, la preeminencia del IMC corrobora los estándares de la American Diabetes Association [15], [16], que identifican al exceso de peso y la obesidad visceral como los determinantes modificables más críticos para el desarrollo de la resistencia a la insulina. La alta relevancia asignada a la edad es consistente con la biología del envejecimiento, la cual documenta un deterioro progresivo en la función de las células beta pancreáticas y una menor sensibilidad a la insulina a medida que avanza la edad biológica [17]. Es notable destacar que el modelo fue capaz de jerarquizar estas relaciones de manera autónoma.

Existe una diferencia sustancial respecto a la literatura previa; estudios recientes demuestran que, para alcanzar precisiones superiores al 80 %, los algoritmos tradicionales suelen depender críticamente de la glucosa plasmática. En contraste, el presente modelo logra un AUC competitivo de 0,804 utilizando exclusivamente variables no invasivas, lo que posibilitó un tamizaje masivo y de bajo costo.

Finalmente, variables de comportamiento como la actividad física y la dieta, aunque presentaron una contribución individual menor en comparación con el IMC, mostraron un efecto protector

acumulativo. Este hallazgo replica los resultados del histórico Diabetes Prevention Program [18], el cual probó definitivamente que la modificación combinada del estilo de vida es más efectiva que la intervención farmacológica para reducir la incidencia de diabetes tipo 2.

Validación de la herramienta, limitaciones y trabajo futuro

La utilidad real de un modelo de aprendizaje automático no reside únicamente en su capacidad predictiva numérica, sino en su viabilidad para ser integrado en el flujo de trabajo de la salud pública, desde un ejercicio de transparencia científica, se discuten las restricciones del alcance actual y se proponen estrategias concretas para evolucionar el sistema hacia una medicina de precisión.

Implementación y pruebas de la interfaz

En lo concerniente a la aplicabilidad tecnológica de la propuesta, la integración del modelo predictivo en una interfaz gráfica de usuario demostró ser funcional y eficiente, como se muestra en la Figura 7, la herramienta permite procesar las 12 variables de entrada y generar una estimación de riesgo en tiempo real mediante un flujo de trabajo intuitivo.

Las pruebas de usabilidad indican que el sistema opera sin requerir conexión a internet ni infraestructura de cómputo de alto rendimiento, esto representa una ventaja significativa frente a las arquitecturas basadas puramente en la nube; como señalan en un informe de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la brecha digital y la desigualdad en la infraestructura de conectividad en América Latina siguen siendo barreras críticas que pueden excluir a poblaciones vulnerables [19]. Esta herramienta, al ser de ejecución local, garantiza su funcionalidad en campañas de salud en zonas rurales o desconectadas.

Evaluador de Riesgo de Diabetes

Modelo: CatBoost Classifier | Sensibilidad: 89.19% | ROC AUC: 85.48% | Métrica: F1 Score

Información Personal	Hábitos y Estilo de Vida	Estado de Salud
Peso (kg): 85	¿Hace ejercicio regularmente?: Si	¿Cómo es su salud general?: Buena
Altura (cm): 165	¿Come frutas diariamente?: Si	¿Desea con más salud física (último mes): Ninguno
¿Cuál es su rango de edad?: 18-24	¿Come verduras diariamente?: Si	¿Desea con estabilidad emocional (último mes): Ninguno
Sexo biológico: Femenino	¿Fuma o ha fumado?: No	¿Dificultad para caminar/subir escaleras?: Si
	¿Consumo alcohol frecuentemente?: No	

RIESGO DETECTADO DE DIABETES

Probabilidad
31.0%

M100: 11.0%
 M0: 31.2 (Sensibilidad)

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS	ANÁLISIS DETALLADO	RECOMENDACIONES
Situación de Riesgo El modelo ha detectado un riesgo elevado fundamentado en la presencia de 1 factor de riesgo significativo. Factores identificados: • Obesidad (IMC >30) Acción Inmediata Requerida: Es fundamental que consulte con un médico para realizar exámenes específicos de glucosa en sangre (ayunada en ayunas y HbA1c) y recibir orientación personalizada.	IMC: 31.2 Edad: 18-24 Actividad Física: Si Alimentación: Buena Tabaquismo: No Alcohol: Normal Salud General: Buena Salud Física: Buena Salud Mental: Buena Movilidad: Sin problemas	PRIMERIDAD ALTA Consulta Médica Programa una consulta para monitoreo de glucosa (ayunada y HbA1c) lo antes posible. Control de Peso Consulte a nutricionista. Objetivo: reducir 5-10% del peso actual en 6 meses. Monitoreo Checkeo cada 5-6 meses: glucosa, presión arterial, perfil lipídico.

[Ver: Historia clínica completa para entender mejor su perfil de riesgo.](#)

Figura 7. Interfaz gráfica de usuario de la herramienta de predicción de riesgo. Módulo de ingreso de datos (arriba). Módulo de resultados (abajo).

Nota. Despliega la estimación de riesgo generada por el modelo y una alerta visual para la toma de decisiones.

La aplicación fue implementada utilizando la librería PyQt5, lo que permite su ejecución nativa en ordenadores de escritorio sin depender de navegadores web.

Limitaciones y perspectivas futuras

Es imperativo reconocer las restricciones inherentes al presente estudio, la principal limitación radica en la naturaleza de la fuente de datos primaria, la cual se basa en información auto-reportada. Estudios validados [20], [21], han demostrado estadísticamente que existe una discrepancia entre los datos declarados y los reales, observándose una tendencia a subestimar el Índice de Masa Corporal (IMC) y sobreestimar la estatura, lo cual podría introducir un sesgo en la predicción.

Adicionalmente, aunque la alta sensibilidad del modelo (99,1 %) es ideal para el cribado, la tasa de Falsos Positivos implica que algunos usuarios sanos serán alertados, por ello, esta herramienta debe actuar como un “filtro primario” y no como sustituto del diagnóstico clínico. Finalmente, el trabajo futuro debe orientarse hacia la validación clínica prospectiva y la incorporación de biomarcadores genéticos.

Tal como discuten otros investigadores [21], la transición hacia una “medicina de precisión” en diabetes permitirá estratificar el riesgo considerando componentes étnicos y genéticos específicos de nuestra población, mejorando la especificidad de los algoritmos predictivos sin sacrificar su accesibilidad.

CONCLUSIONES

En primer lugar, se desarrolló y validó con éxito un modelo predictivo basado en el algoritmo CatBoost, capaz de estratificar el riesgo de diabetes y prediabetes mediante el análisis exclusivo de 12 variables no invasivas. Se concluye que la integración de determinantes demográficos, conductuales y de estilo de vida en una arquitectura de aprendizaje supervisado es suficiente para inferir la probabilidad de alteración metabólica con alta fidelidad. Este resultado es disruptivo, ya que permite prescindir de la dependencia absoluta de pruebas hematológicas invasivas en las fases iniciales del cribado poblacional, reduciendo barreras de acceso y costos operativos.

En segundo lugar, la evidencia experimental demuestra que el empleo de estrategias de ponderación asimétrica de clases, en conjunto con la optimización del umbral de decisión (punto de corte de 0,1104), constituye una solución técnica robusta ante el desbalance inherente de los registros sanitarios. El modelo alcanzó una sensibilidad (recall) del 99,1 %, validando la hipótesis de que es técnica y clínicamente posible maximizar la recuperación de pacientes en riesgo, minimizando los falsos negativos que representan un peligro crítico en el diagnóstico preventivo.

Asimismo, el análisis de importancia de características identificó al Índice de Masa Corporal (IMC), la Edad y la Autopercepción de Salud como los predictores biológicos de mayor peso relativo, resultados que mantienen una estricta coherencia con la fisiopatología metabólica establecida. En tercer lugar, se demostró la viabilidad tecnológica del sistema mediante el despliegue de una interfaz gráfica de ejecución local. A diferencia de las soluciones basadas en la nube, esta arquitectura garantiza la autonomía funcional en entornos con conectividad limitada, asegurando la soberanía de los datos y la privacidad del paciente.

La validación del software confirmó que el motor de inferencia opera eficientemente en hardware convencional, democratizando el acceso a herramientas de inteligencia artificial sin requerir infraestructura costosa. En resumen, la principal contribución de este trabajo a la medicina preventiva radica en la provisión de un artefacto tecnológico de bajo costo que optimiza la gestión de recursos. La herramienta actúa como un filtro primario, permitiendo a las instituciones de salud focalizar sus intervenciones clínicas en segmentos alertados por el modelo, facilitando así la transición de un modelo sanitario reactivo hacia uno proactivo y preventivo, centrado en la detección temprana antes del desarrollo de complicaciones crónicas sistémicas.

Contribución y autoría

J.G. y A.A.: Conceptualización, metodología, software, análisis formal, investigación, curación de datos y redacción: preparación del borrador original. **D.A. y V.S.:** Validación, recursos, redacción: revisión y edición, visualización y supervisión. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

J.G. and A.A.: Conceptualization, methodology, software, formal analysis, investigation, data curation, and writing: original draft preparation. **D.A. and V.S.:** Validation, resources, writing: review and editing, visualization, and supervision. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por las universidades patrocinantes en el marco de sus actividades de investigación.

Declaración ética

Se declara que la presente investigación se fundamenta en un análisis secundario in silico de datos provenientes del Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS), específicamente el conjunto de datos correspondiente al año 2015 [Ref]. Esta es una base de datos de acceso público gestionada por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), disponible para la comunidad científica bajo protocolos de datos abiertos.

Por esta razón, este estudio no involucró experimentación directa ni intervención clínica con seres humanos ni con animales por parte de los autores, por lo que no se requirió la aprobación específica de un comité de ética institucional para la ejecución del modelado computacional. Adicionalmente, se garantiza que el conjunto de datos utilizado se encuentra totalmente anonimizado, cumpliendo con los estándares de confidencialidad y protección de datos personales, ya que no contiene información que permita la identificación individual de los sujetos encuestados. Cabe destacar que la recolección original de los datos por parte del CDC se realizó bajo estrictos protocolos de consentimiento informado y aprobación ética vigentes en su momento.

Uso de inteligencia artificial

La concepción del estudio, el diseño experimental, el análisis e interpretación de los resultados, así como la redacción y revisión crítica del manuscrito, fueron realizados de manera autónoma por los autores, quienes asumen la responsabilidad plena por el contenido final del artículo. Los autores declaran que se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa de forma asistida exclusivamente para apoyar tareas técnicas de programación.

Disponibilidad de datos

Los datos y los artefactos de investigación que respaldan los resultados de este estudio están disponibles de forma abierta en el repositorio Zenodo (DOI: [10.5281/zenodo.18452614](https://doi.org/10.5281/zenodo.18452614)). Asimismo, con el objetivo de garantizar la reproducibilidad computacional, el código fuente completo, los *scripts* de preprocesamiento, configuración del entrenamiento y módulos de despliegue han sido depositados en el repositorio público de GitHub: github.com/cxborjas/Model-for-Early-Detection-of-Diabetes-Risk.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés de carácter financiero, académico o personal en relación con la realización, interpretación o publicación del presente trabajo de investigación.

Agradecimientos

Se expresa un agradecimiento especial a Claudio Borja Saltos por su colaboración técnica en la revisión de la arquitectura del modelo predictivo y sus observaciones críticas, las cuales contribuyeron significativamente a la validación de los resultados presentados.

REFERENCIAS

- [1] P. Arokiasamy, S. Salvi, y Y. Selvamani, «Global Burden of Diabetes Mellitus», en *Handbook of Global Health*, I. Kickbusch, D. Ganten, y M. Moeti, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 1-44. doi: 10.1007/978-3-030-05325-3_28-2.
- [2] S. Laha, A. Rajput, S. S. Laha, y R. Jadhav, «A Concise and Systematic Review on Non-Invasive Glucose Monitoring for Potential Diabetes Management», *Biosensors*, vol. 12, n.º 11, p. 965, nov. 2022, doi: 10.3390/bios12110965.
- [3] E. K. Oikonomou y R. Khera, «Machine learning in precision diabetes care and cardiovascular risk prediction», *Cardiovasc Diabetol*, vol. 22, n.º 1, p. 259, sep. 2023, doi: 10.1186/s12933-023-01985-3.
- [4] J. Torales y I. Barrios, «Diseño de investigaciones: algoritmo de clasificación y características esenciales», *Medicina Clínica y Social*, vol. 7, n.º 3, pp. 210-235, sep. 2023, doi: 10.52379/mcs.v7i3.349.
- [5] Centers for Disease Control and Prevention (CDC), «BRFSS 2015 Annual Data». 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.cdc.gov/brfss/annual_data/annual_2015.html
- [6] M. D'Agostino et al., «Toward a holistic definition for Information Systems for Health in the age of digital interdependence», *Revista Panamericana de Salud Pública / Pan American Journal of Public Health*, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55195>
- [7] O. Iparraguirre-Villanueva, K. Espinola-Linares, R. O. Flores Castañeda, y M. Cabanillas-Carbonell, «Application of Machine Learning Models for Early Detection and Accurate Classification of Type 2 Diabetes», *Diagnostics*, vol. 13, n.º 14, p. 2383, jul. 2023, doi: 10.3390/diagnostics13142383.
- [8] L. Prokhorenkova, G. Gusev, A. Vorobev, A. V. Dorogush, y A. Gulin, «CatBoost: unbiased boosting with categorical features», en *Advances in Neural Information Processing Systems*, S. Bengio, H. Wallach, H. Larochelle, K. Grauman, N. Cesa-Bianchi, y R. Garnett, Eds., Curran Associates, Inc., 2018. [En línea]. Disponible en: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2018/file/14491b756b3a51daac41c24863285549-Paper.pdf

- [9] F. H. Vera-Rivera, «Cognitive complexity points: a metric to evaluate the design of microservices-based applications», *inycomp*, vol. 26, n.º 1, mar. 2024, doi: 10.25100/iyv.v26i1.13145.
- [10] A. Vabalas, E. Gowen, E. Poliakoff, y A. J. Casson, «Machine learning algorithm validation with a limited sample size», *PLoS ONE*, vol. 14, n.º 11, p. e0224365, nov. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0224365.
- [11] R. Trevethan, «Sensitivity, Specificity, and Predictive Values: Foundations, Plausibilities, and Pitfalls in Research and Practice», *Front. Public Health*, vol. 5, p. 307, nov. 2017, doi: 10.3389/fpubh.2017.00307.
- [12] D. Chicco y G. Jurman, «The advantages of the Matthews correlation coefficient (MCC) over F1 score and accuracy in binary classification evaluation», *BMC Genomics*, vol. 21, n.º 1, p. 6, dic. 2020, doi: 10.1186/s12864-019-6413-7.
- [13] F. S. Nahm, «Receiver operating characteristic curve: overview and practical use for clinicians», *Korean J Anesthesiol*, vol. 75, n.º 1, pp. 25-36, feb. 2022, doi: 10.4097/kja.21209.
- [14] A. Martín Conejero y M. Alonso García, «Epidemiological studies or how we have to design our research», *Angiología*, 2023, doi: 10.20960/angiologia.00543.
- [15] American Diabetes Association Professional Practice Committee *et al.*, «2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024», *Diabetes Care*, vol. 47, n.º Supplement_1, pp. S20-S42, ene. 2024, doi: 10.2337/dc24-S002.
- [16] Y. Qin *et al.*, «Machine Learning Models for Data-Driven Prediction of Diabetes by Lifestyle Type», *IJERPH*, vol. 19, n.º 22, p. 15027, nov. 2022, doi: 10.3390/ijerph192215027.
- [17] M. E. Cerf, «Beta Cell Dysfunction and Insulin Resistance», *Front. Endocrinol.*, vol. 4, 2013, doi: 10.3389/fendo.2013.00037.
- [18] «Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes with Lifestyle Intervention or Metformin», *N Engl J Med*, vol. 346, n.º 6, pp. 393-403, feb. 2002, doi: 10.1056/NEJMoA012512.
- [19] A. Lana Pérez, M. J. García Fernández, y M. L. López González, «Evaluación del proceso de un programa realizado a través de Internet y de la telefonía móvil para promover conductas saludables en estudiantes de educación secundaria de España y México», *Rev. Esp. Salud Publica*, vol. 87, n.º 4, pp. 393-406, ago. 2013, doi: 10.4321/S1135-57272013000400009.
- [20] A. Martín Conejero, «Validation of diagnostic tests (part-II). Quantitative tests», *Angiología*, 2023, doi: 10.20960/angiologia.00475.
- [21] V. Quick *et al.*, «Concordance of self-report and measured height and weight of college students», *J Nutr Educ Behav*, vol. 47, n.º 1, pp. 94-98, 2015, doi: 10.1016/j.jneb.2014.08.012.

Biografía de los autores

Jesús Ernesto González Torres

Ingeniero de Software graduado por la Universidad Estatal de Bolívar, cuenta con una sólida experiencia profesional en la industria tecnológica, habiendo desempeñado roles estratégicos como Desarrollador de Software y Líder de Proyectos. En la actualidad, ejerce como desarrollador en el Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) de la UEB. Sus áreas de interés técnico y líneas de investigación se centran en la programación avanzada, el diseño y gestión de bases de datos, y la implementación de soluciones de inteligencia artificial aplicada a problemas reales.

Software Engineer graduated from the State University of Bolívar (UEB). He possesses solid professional experience in the technology industry, having held strategic roles such as Software Developer and Project Leader. Currently, he serves as a developer in the Department of Information and Communication Technologies (ICT) at UEB. His technical interests and research lines focus on advanced programming, database design and management, and the implementation of artificial intelligence solutions applied to real-world problems.

Alexander Ufredo Alegría Chaves

Ingeniero de Software titulado por la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), Ecuador. Cuenta con experiencia profesional como desarrollador de software y actualmente ejerce como Especialista de Desarrollo de Software en el Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación de la misma universidad. Sus líneas de interés e investigación abarcan la programación, la inteligencia artificial, así como las tecnologías blockchain y criptomonedas.

Software Engineer holding a degree from the State University of Bolívar (UEB), Ecuador. He has professional experience as a software developer and currently serves as a Software Development Specialist in the Department of Information and Communication Technologies (ICT) at the same university. His research interests encompass programming, artificial intelligence, as well as blockchain technologies and cryptocurrencies.

Diana Magali Alegría Camino

Es Licenciada en Ciencias de la Educación con mención en Informática Educativa y Magíster en Sistemas de Información, con especialización en Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos Masivos. Su formación se complementa con la certificación en Formación de Formadores, avalada por el Sistema Nacional de Cualificaciones y Capacitación Profesional, lo que respalda su sólida competencia metodológica. Actualmente, se desempeña como docente en la carrera de Desarrollo de Software, donde integra su doble perfil pedagógico y tecnológico. Sus principales áreas de interés e investigación abarcan la programación, la investigación educativa y la aplicación de la inteligencia artificial, enfocándose en el uso de nuevas tecnologías para la innovación académica y el análisis de datos.

She holds a Licentiate degree in Education Sciences with a major in Educational Informatics and a Master's degree in Information Systems, specializing in Business Intelligence and Big Data Analytics. Her background is complemented by the "Training of Trainers" certification, endorsed by the

National System of Qualifications and Professional Training, which underpins her strong methodological competence. Currently, she serves as a professor in the Software Development program, where she integrates her dual pedagogical and technological profile. Her main areas of interest and research include programming, educational research, and the application of artificial intelligence, focusing on the use of emerging technologies for academic innovation and data analysis.

Verónica Elizabeth Sánchez Aguiar

Es Licenciada en Ciencias de la Educación con mención en Informática Educativa y Magíster en Sistemas de Información, con especialización en Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos Masivos. Su preparación metodológica está respaldada por la certificación en Formación de Formadores del Sistema Nacional de Cualificaciones y Capacitación Profesional. En la actualidad, ejerce como docente en la carrera de Electrónica, donde aplica su formación interdisciplinaria. Sus principales áreas de interés y desarrollo profesional se centran en las Tecnologías de la Información, integrando herramientas de gestión de datos y sistemas informáticos en el ámbito de la ingeniería y la educación técnica.

She holds a Licentiate degree in Education Sciences with a major in Educational Informatics and a Master's degree in Information Systems, specializing in Business Intelligence and Big Data Analytics. Her methodological preparation is supported by the "Training of Trainers" certification from the National System of Qualifications and Professional Training. Currently, she serves as a professor in the Electronics program, where she applies her interdisciplinary background. Her primary areas of interest and professional development focus on Information Technologies, integrating data management tools and computer systems within the fields of engineering and technical education.

Descargo de responsabilidad

Los libros y capítulos de libros publicados en la Editorial Unión Científica representan únicamente las opiniones de los autores. La Editorial Unión Científica, su equipo editorial y sus revisores no se hacen responsables del contenido, las interpretaciones o las consecuencias derivadas de la aplicación de los métodos o conclusiones incluidos en los trabajos. Todas las publicaciones se rigen por las políticas éticas de la editorial.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DEL VOLUMEN

Hacia una gobernanza inteligente y un mercado humano

Al finalizar el recorrido por los cinco capítulos que integran este V2N1 (2026), surge una conclusión importante: la transformación digital y la evolución de los mercados son procesos vacíos si no se anclan en una comprensión detallada de la condición humana y sus entornos físicos.

1. Síntesis de los resultados

Este volumen ha mostrado que la sostenibilidad no es un concepto etéreo, sino una disciplina técnica y operativa. La integración de la visión por computador (YOLOv8) y las estrategias de economía circular en la industria textil evidencian que el mercado está transitando hacia un modelo donde la eficiencia es inseparable de la responsabilidad ambiental.

Por otro lado, el análisis del capital cultural y las éticas comunitarias nos recuerda que la ciudadanía no es una masa uniforme. El éxito de cualquier innovación tecnológica o educativa depende de su capacidad para resonar con los valores, creencias y bagajes previos de los individuos. Finalmente, la aplicación de Inteligencia Artificial en la salud preventiva marca el estándar de lo que debe ser la tecnología en esta década, una herramienta de empoderamiento ciudadano que protege la vida como el recurso más valioso de cualquier nación.

2. Perspectivas de aplicación (2026-2027)

A partir de las investigaciones presentadas, el Comité Editorial perfila tres líneas de acción para los próximos años:

- i. **En el sector público.** Los modelos de detección de residuos y de riesgos de salud aquí expuestos deben servir como base para el diseño de *Smart Cities* más humanas, donde la gestión urbana sea predictiva y no solo reactiva.
- ii. **En el sector educativo.** Es imperativo que las instituciones reconozcan la brecha de capital cultural identificada en este número. La innovación no debe ser solo tecnológica, sino también pedagógica, ajustándose a las realidades sociológicas de los estudiantes.
- iii. **En el sector industrial.** La economía circular en las maquilas debe dejar de ser un proyecto piloto para convertirse en una normativa de mercado, apoyada en la transparencia que ofrecen las nuevas tecnologías de monitoreo.

3. Futuras líneas de investigación para la colección

Este volumen abre el camino para futuras entregas que exploren la ética de los algoritmos supervisados en la salud pública y el papel de las creencias colectivas en la adopción de nuevas economías. La colección continuará siendo un espacio para el pensamiento crítico que desafíe los dogmas tecnológicos y promueva un mercado más justo.

Reiteramos nuestro agradecimiento a los autores por presentar en esta colección los resultados de sus investigaciones y a los lectores por su compromiso con un entendimiento integral de nuestra sociedad. En un mundo de datos, el conocimiento sigue siendo nuestra mejor brújula.



EDITORIAL
UNIÓN CIENTÍFICA

MERCADO, TECNOLOGÍA Y CIUDADANÍA

e-ISSN:3103-117X

ISBN: 978-9942-7391-7-9



9 789942 739179

FRECUENCIA
CUATRIMESTRAL