



Centro Regional Universitario de Colón, Universidad de Panamá



REVISTA

COLÓN
CIENCIAS
TECNOLOGÍA
NEGOCIOS

Volumen 13 número 2
Julio – Diciembre 2026

ISSN L: 2313-7819
Publicación Semestral



latindex
catálogo 2.0

melica

Panindex
Índice de Revistas Científicas de Panamá

Dialnet

MIAR

ROAD

REVISTA COLÓN CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y NEGOCIOS

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón

revista.cctn@up.ac.pa

Se edita bajo licencia
Creative Commons (CC BY-NC-SA 4.0)



Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN L: 2313-7819

Vol. 13, Nº 2 Julio – Diciembre 2026

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. Eduardo Flores Castro
Rector

Dr. José Emilio Moreno
Vicerrector Académico

Dr. Jaime Javier Gutiérrez
Vicerrector de Investigación y Postgrado

Mgtr. Arnold Muñoz
Vicerrector Administrativo

Mgtr. Ricardo Him Chi
Vicerrector de Extensión

Mgtr. Mayanín Rodríguez
Vicerrectora de Asuntos Estudiantiles

Mgtr. Ricardo A. Parker D.
Secretario General

Mgtr. José Luis Solís
Director General de los Centros Regionales, Extensiones Universitarias y Anexos

Dr. Víctor Javier Alexis
Director del Centro Regional Universitario de Colón

Mgtr. Aldo Brunett
Subdirector del Centro Regional Universitario de Colón

Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN L: 2313-7819

Vol. 13, Nº 2 Julio – Diciembre 2026

EQUIPO EDITORIAL

EDITOR

Dr. Carlos Manuel Gómez Rudy

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Panamá

carlos.gomezr@up.ac.pa

CONSEJO EDITORIAL

Alfredo Lanuza Garay –Editor Temático

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón

alfredo.lanusa@up.ac.pa

Mónica Contreras –Editor Temático

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón

monica.contreras@up.ac.pa

Guadalupe Martínez Berrío –Editor Temático

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón

guadalupe.mdeberrio@up.ac.pa

Yara Fiengo –Editor Temático

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé

yara.fiengo@up.ac.pa

Vera de la Cruz –Editor Temático

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón

vera.delacruz@up.ac.pa

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

Dr. Andrés Jerónimo Arenas Falótico

Universidad de Nebrija, España

Dra. Jéssica Bayón Pérez

Universidad de Nebrija, España

Dr. Daniel Jiménez Montero

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN L: 2313-7819

Vol. 13, N° 2 Julio – Diciembre 2026

Dr. Carlos Alberto Rodríguez Romero
Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Dr. Edison Jain Duque Oliva
Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Dra. Claudia Alexandra Garzón Santos
Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Dra. Mónica Colin Salgado
Universidad Externado de Colombia, Colombia

Dr. José Guadalupe Vargas Hernández
Universidad de Guadalajara, México

COMITÉ CIENTÍFICO NACIONAL

Dr. Práxedes Antonio Torres Ortega
Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

Dr. Olmedo Estrada
Universidad Latina de Panamá, Panamá

Dr. Francisco Farnum Castro
Universidad de Panamá, Panamá

EQUIPO TÉCNICO

Vielka Murillo -Marcación AmeliCA
Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón

Dalys Anabel Tamayo –Traducción y Revisión Técnica
Universidad Especializada de Las Américas, Panamá, Departamento de Lenguas



Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN L: 2313-7819

Vol. 13, Nº 2 Julio – Diciembre 2026

Índice

Editorial.....i-ii

Artículos

Perfil de los visitantes, percepción de los servicios turísticos y la gestión comunitaria para el marketing turístico en la Reserva Santa Elena, Perú.....pp. 1-16

Aplicación web para la asignación automática de horarios docentes mediante algoritmos genéticos.....pp. 17-37

Modelando una Solución de la Ecuación de la Onda en Coordenadas Polares utilizando Python.....pp. 38-66

Temas de revisión

Riesgos emergentes y nuevas ciberamenazas: estrategias de mitigación mediante inteligencia de amenazas y resiliencia operativa.....pp. 67- 88

Modelos Pedagógicos Colaborativos y sus efectos en las Competencias Socioemocionales y Académicas en la Educación Secundaria Pública Latinoamericana: revisión sistemática. pp. 89-113

El marketing de contenido y su influencia en la creación de valor para el cliente.....pp.114-138

E-books gamificados con Inteligencia Artificial Adaptativa offline para la Enseñanza de Ciencias Naturales en Escuelas Rurales: una revisión.....pp. 139-162

Revisión sistemática sobre innovación pedagógica en ruralidad entre los años 2019 al 2023.....pp. 163-188

Contribución al conocimiento

Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana Aprendizaje Basado en Proyectos: ¿Cómo Innovar con Enfoque Interdisciplinario?.....pp. 189-219



Editorial

La Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios pone a disposición el segundo número de su volumen 13 para el semestre comprendido entre julio a diciembre 2026. Un total de nueve (9) artículos conforman esta edición que incluye tres (3) artículos científicos y seis (6) escritos explorando temas de revisión y contribuciones al conocimiento.

Las publicaciones presentadas en este número incluyen la contribución de autores extranjeros afiliados a la Universidad Nacional de San Martín de Perú, el Instituto Educativo Madre Laura de Colombia y la University of Technology and Education de los Estados Unidos de América. Tres autores de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Tecnológica de Panamá presentaron los resultados de su investigación sobre aplicaciones web e inteligencia artificial. Las otras contribuciones son presentadas por docentes e investigadores de la Universidad de Panamá afiliados a Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología; y los Centros Regionales Universitarios de Panamá Este, Los Santos y Colón.

La edición de este número de la Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios estuvo a cargo de la Dra.(c) Vielka Murillo quien gestionó toda la interacción con los autores e incorpora el nuevo proceso editorial mediante el OJS (*Open Journal System*). Bajo esta edición, se recibió un importante número de contribuciones de autores tanto nacionales como internacionales, la cual culmina con un total de 16 autores en las diferentes publicaciones, con una afiliación exógenas a nuestra institución del 50%.

La política de recepción permanente de los aportes de todos los autores permite un proceso editorial continuo de manuscritos que asegure la sostenibilidad de nuevos contenidos para los próximos números. La revista se encuentra indexada en Latindex 2.0, AmeliCA, PanIndex y Dialnet, y en las bases de datos de ROAD y MIAR.

En este editorial queremos realizar una reflexión sobre los procesos científicos de las revisiones bibliográficas y su importancia en la construcción de nuevo conocimiento, pero más específicamente sobre las revisiones sistemáticas.



Las revisiones bibliográficas tienen como propósito destacar el avance del conocimiento sobre un tema en estudio permitiendo fortalecer el marco teórico de una investigación y reconocer los planteamientos ya elaborados o metodologías formuladas con miras a generar nuevos avances en dicha temática. Las revisiones bibliográficas son un proceso de contribución a la ciencia muy importante que permiten al investigador fundamentar su trabajo de descubrimiento y continuar el recorrido hacia nuevos hallazgos. Sin embargo, en algunos casos, este proceso queda subvalorado y no es desarrollado de manera que fortalezca las investigaciones adecuadamente.

Las revisiones sistemáticas, como un tipo de revisiones bibliográficas, siguen un protocolo riguroso y explícito que incorpora el examen de todos los estudios relevantes y correspondientes a términos de búsquedas específicos y criterios de inclusión y exclusión muy definidos, que en su conjunto permiten evaluar la calidad de los documentos seleccionados en torno al interés del investigador y sintetizar los resultados. Las revisiones sistemáticas están enfocadas en destacar el estado del arte de un tema específico.

Estas descripciones son compartidas a nuestro público lector para destacar el propósito e importancia de estos dos procesos de gestión de la literatura. Como autores, debemos reconocer el alcance y aporte de cada técnica, más aún estar conscientes de los protocolos que debe seguir cada una para lograr resultados robustos y científicamente aceptados.

Esperamos que este número de la Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios sea su interés e invite a nuevos autores a compartir los resultados de sus investigaciones mediante el sometimiento de sus manuscritos.

Dr. Carlos Manuel Gómez Rudy

Director

Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

Perfil de los visitantes, percepción de los servicios turísticos y la gestión comunitaria para el marketing turístico en la reserva Santa Elena, Perú

Visitor Profile, perception of tourism services, and community based management for tourism marketing in the Santa Elena Reserve, Perú

Juanita Del Carmen Sifuentes-Barrientos

Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ciencias Económicas, Perú

jcsifuentesb@alumno.unsm.edu.pe , <https://orcid.org/0009-0007-3648-8107>

Wilson Javier De-La-Cruz-Chugnas

Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ciencias Económicas, Perú

wdelacruzchugnas@unsm.edu.pe , <https://orcid.org/0009-0001-6933-2850>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a9294>

Resumen

La Reserva Santa Elena en Perú; constituye un espacio con alta biodiversidad y un potencial ecoturístico que no se ha traducido en una demanda consolidada por la limitada promoción y la débil infraestructura. La presente investigación tuvo como objetivo identificar el perfil de los visitantes y caracterizar la percepción de los servicios turísticos y la gestión comunitaria, con el fin de establecer las bases estratégicas para el marketing turístico en Santa Elena. La investigación se desarrolló con un diseño descriptivo propositivo y la metodología implicó la aplicación de encuestas a 220 turistas y entrevistas a 15 socios locales, complementadas con observación directa y análisis estadístico mediante SPSS. Los resultados evidenciaron que el 87,3 % de los visitantes fueron nacionales, mayormente jóvenes universitarios. La satisfacción global fue de 3,8 en una escala de 1 a 5, destacando la valoración de la belleza natural (4,6) y la hospitalidad (4,4), frente a carencias en señalización (2,9) y servicios básicos (2,7). Se concluyó que la baja demanda no obedeció a la falta de atractivos, sino a deficiencias de marketing. Un plan integral con estrategias digitales, mejoras básicas de infraestructura y capacitación comunitaria constituye la vía más viable para fortalecer la competitividad del destino.

Palabras clave: Ecoturismo, industria turística, estudio de mercado, desarrollo sostenible

Abstract

The Santa Elena Reserve in Peru is an area of high biodiversity and ecotourism potential; however, this potential has not been translated into consolidated demand due to limited promotion and weak infrastructure. This study aimed to identify the visitor profile and characterize perceptions of tourism services and community based management, in order to establish strategic foundations for tourism marketing in Santa Elena. The research followed a descriptive propositional design. The methodology involved surveys administered to 220 tourists and interviews with 15 local stakeholders, complemented by direct observation and statistical analysis using SPSS. The results showed that 87.3% of visitors were domestic tourists, predominantly young university students. Overall satisfaction reached 3.8 on a 1–5 scale, with high ratings for natural beauty (4.6) and hospitality (4.4), contrasted with deficiencies in signage (2.9) and basic services (2.7). It was concluded that low demand was not due to a lack of attractions, but rather to marketing deficiencies. An integrated plan combining digital marketing strategies, basic infrastructure improvements, and community capacity building represents the most viable pathway to strengthen the destination's competitiveness.

Keywords: Ecotourism, tourism industry, market research, sustainable development.

Introducción

El turismo, concebido como un fenómeno social y económico de gran dinamismo, ha dejado de ser únicamente una actividad de ocio para consolidarse como un eje estratégico de desarrollo territorial. La literatura especializada ha mostrado cómo los destinos emergentes, al integrar el marketing a la gestión turística, logran transformar potencialidades latentes en propuestas competitivas capaces de atraer y fidelizar visitantes (Bigné Alcañiz *et al.*, 2000). Sin embargo, este proceso no es lineal ni automático: depende de la capacidad de articular estrategias de posicionamiento, conservación ambiental y participación comunitaria, especialmente en territorios donde el turismo se vincula estrechamente con ecosistemas frágiles y biodiversos (Kotler *et al.*, 2017).

En el caso peruano, la región San Martín representa un escenario paradigmático. Su localización en la selva alta amazónica y su riqueza biológica han favorecido la creación de áreas de conservación municipal con vocación ecoturística (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado [SERNANP], 2021).

La Reserva Ecológica Santa Elena constituye un laboratorio vivo de oportunidades y desafíos. Pese a contar con recursos naturales singulares y actividades como recorridos en canoa, caminatas ecológicas y observación de flora y fauna, su nivel de demanda turística ha permanecido bajo, condicionado por la débil promoción y la limitada infraestructura de servicios básicos (Sifuentes & De La Cruz, 2019).

Investigaciones recientes han evidenciado que la ausencia de estrategias de marketing estructuradas impide que muchos destinos emergentes capitalicen su atractivo natural (Ruiz *et al.*, 2008; Pike & Page, 2014). La literatura subraya que la competitividad turística depende, en gran medida, de la capacidad de un destino para comunicar su propuesta de valor, diferenciarse y generar experiencias memorables en un mercado cada vez más fragmentado. En ese sentido, diseñar lineamientos estratégicos no solo implica identificar canales de promoción, sino también definir una narrativa identitaria que articule conservación, cultura local y servicios turísticos (Buhalis & Sinarta, 2019).

El turismo de naturaleza y el ecoturismo han adquirido relevancia como segmentos capaces de combinar sostenibilidad ambiental con beneficios económicos locales. Sin embargo, persisten tensiones entre el aprovechamiento económico y la conservación de ecosistemas, lo que demanda modelos de gestión donde las comunidades anfitrionas desempeñen un rol activo (Melgar-Melgar & Hall, 2020; Weaver & Lesar, 2024). En Santa Elena, los pobladores organizados han iniciado acciones vinculadas a la oferta de servicios básicos, pero enfrentan carencias en planificación estratégica y posicionamiento en el mercado nacional e internacional.

Desde un ángulo metodológico, los estudios previos en turismo amazónico han resaltado la necesidad de diagnósticos situacionales que integren variables de oferta, demanda y

percepción de valor (Dredge & Jamal, 2015). La evidencia sugiere que, en territorios periféricos, la construcción de la demanda turística no depende únicamente de la existencia de atractivos, sino de la visibilidad, accesibilidad y confianza que un destino logra transmitir (García-Milon *et al.*, 2021). Por tanto, el problema central de investigación se formula en torno a la brecha entre el potencial ecoturístico de Santa Elena y su bajo nivel de demanda, lo que justifica la pertinencia de analizar y proponer estrategias de marketing específicas.

Este artículo se orientó a identificar el perfil de los visitantes y caracterizar la percepción de los servicios y la gestión comunitaria, a fin de sustentar estrategias de marketing turístico para la Reserva Santa Elena; para lo cual se examinó de manera crítica los factores y elementos que limitan la consolidación de Santa Elena como destino ecoturístico.

El interés científico de este estudio radica en tres dimensiones. En primer lugar, aporta al debate sobre cómo adaptar las herramientas del marketing mix a contextos de ecoturismo comunitario, donde los productos turísticos se entrelazan con paisajes culturales y ecosistemas sensibles (Fyall, 2011). En segundo lugar, permite reflexionar sobre la aplicabilidad de los modelos clásicos de marketing en destinos no masivos, donde el acceso a recursos tecnológicos y financieros es limitado. Finalmente, contribuye a la literatura emergente sobre turismo amazónico, aún escasa en comparación con la abundancia de estudios sobre destinos costeros o urbanos en América Latina.

Cabe subrayar que el turismo, al operar en ecosistemas amazónicos, enfrenta riesgos vinculados a la sobrecarga ambiental, la informalidad en la prestación de servicios y la pérdida de autenticidad cultural. Esta tensión abre un campo de investigación interdisciplinario donde el marketing converge con la biología de la conservación, la antropología y la gestión de recursos naturales (Echeverri *et al.*, 2022). Así, la formulación de lineamientos estratégicos para Santa Elena debe considerar no solo las preferencias de los consumidores, sino también las capacidades de carga ecológica y social.

Tras la crisis sanitaria global generada por la COVID-19, los patrones de consumo turístico han mostrado un desplazamiento hacia destinos menos masificados y con énfasis en experiencias al aire libre (United Nations World Tourism Organization [UNWTO], 2022). Ello

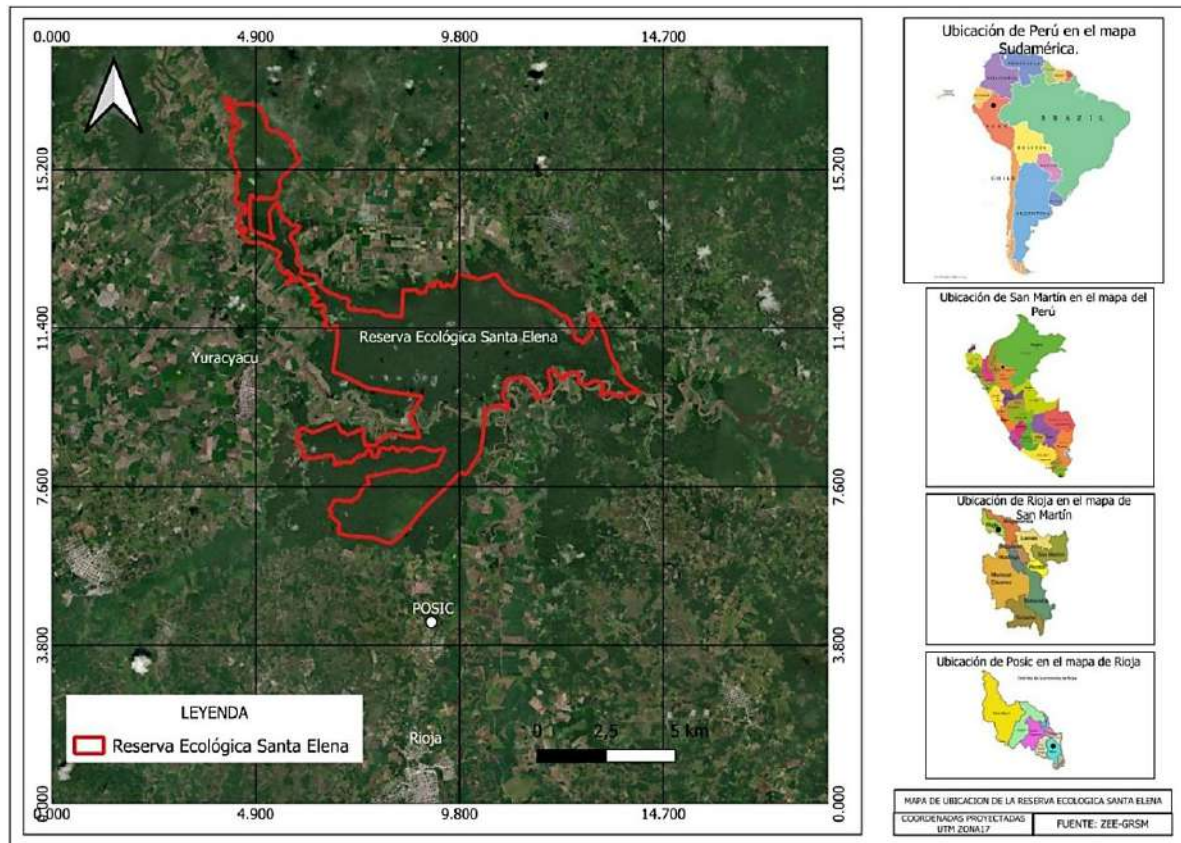
abre una ventana de oportunidad para posicionar a Santa Elena como alternativa competitiva, siempre que se acompañe de estrategias de marketing digital, construcción de marca y alianzas institucionales. Sin estas herramientas, el destino corre el riesgo de permanecer en el anonimato, pese a su enorme potencial.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en la Reserva Ecológica Santa Elena, un espacio ubicado dentro del Área de Conservación Municipal Asociación Hídrica Aguajal Renacal del Alto Mayo, en el distrito de Posic, provincia de Rioja, región San Martín, Perú. Este territorio, con una extensión aproximada de 1000 hectáreas, está compuesto por ecosistemas de aguajales y renacales que conforman uno de los paisajes amazónicos más singulares de la selva alta nororiental. (Proyecto Especial Alto Mayo [PEAM], 2008).

Figura 1

Ubicación de la Reserva Ecológica Santa Elena



Fuente : Zonificación Ecológica y Económica de la Cuenca del Alto Mayo (PEAM, 2008)

El estudio adoptó un enfoque aplicado con nivel descriptivo propositivo, ya que buscó analizar la realidad existente y, a partir de ella, formular una propuesta concreta. El diseño fue no experimental y transversal, pues se trabajó con información recolectada en un único periodo temporal sin manipular variables independientes. Se cuantificaron los datos obtenidos mediante encuestas, entrevistas y observaciones.

La lógica de investigación se estructuró en torno a dos variables: La variable 1 que correspondió a marketing turístico, entendido como un conjunto de estrategias de producto, precio, plaza y promoción orientadas a posicionar un destino (Kotler *et al.*, 2023). La variable 2 correspondió a demanda turística, definida como el flujo de visitantes y su nivel de consumo de servicios turísticos (UNWTO, 2019).

Los instrumentos para la recolección de datos fueron una encuesta para turistas, compuesta por 25 preguntas cerradas y otra encuesta para los socios de la asociación con 20 preguntas, ambas en escala Likert. Dichos instrumentos fueron sometidos a un proceso de validación mediante juicio de expertos en marketing turístico y posteriormente a una prueba piloto en un destino de características similares, alcanzándose niveles de confiabilidad superiores a 0.80 en el coeficiente de Cronbach. Para profundizar en los aspectos cualitativos, se realizaron entrevistas semiestructuradas al presidente de la asociación y a tres dirigentes comunitarios, lo que permitió comprender la historia de la actividad turística en Santa Elena, sus principales logros y los obstáculos más frecuentes

El trabajo de campo se desarrolló de enero a septiembre de 2018. La población de estudio estuvo conformada por dos grupos. Por un lado, los turistas que visitaron la Reserva Ecológica Santa Elena durante el periodo de la investigación, estimados en aproximadamente 500 al año. Para obtener datos representativos se calculó una muestra de 220 encuestados con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Por otro lado, se consideró a los 15 socios de la asociación comunitaria responsable de la gestión turística del área, quienes constituyeron una muestra censal por tratarse de un universo reducido.

El análisis de los datos recolectados se efectuó mediante una combinación de técnicas estadísticas y de codificación cualitativa. Los registros cuantitativos fueron procesados en el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 25, utilizando estadística descriptiva como frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central, así como tablas de contingencia y pruebas de chi-cuadrado para explorar asociaciones entre variables sociodemográficas y niveles de satisfacción.

Resultados

El análisis de los datos permitió identificar el perfil de los visitantes de Santa Elena, así como la percepción de los servicios turísticos y la gestión comunitaria, para luego contrastar la hipótesis general y las hipótesis específicas del estudio.

La caracterización de los turistas reveló que la mayoría correspondió a visitantes nacionales provenientes de las regiones San Martín, Lambayeque y Lima, con una presencia

minoritaria de extranjeros. El rango de edad predominante fue de 26 a 40 años, lo que evidenció que el destino fue más atractivo para jóvenes adultos con capacidad adquisitiva media. En cuanto al nivel educativo, predominó la formación universitaria, aspecto que se vinculó con una mayor conciencia ambiental y disposición hacia actividades ecoturísticas. Véase la tabla 1.

Tabla 1

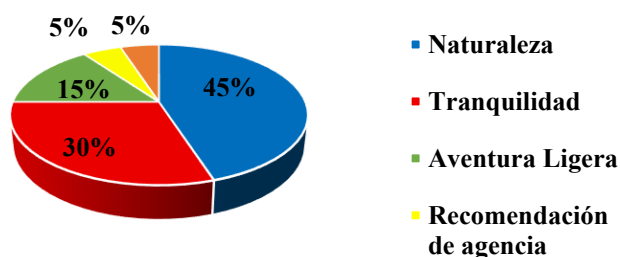
Caracterización de los turistas

Característica	Frecuencia	Porcentaje
Nacionales	192	87,3 %
Extranjeros	28	12,7 %
Edad 18-25	45	20,5 %
Edad 26-40	110	50,0 %
Edad 41-60	55	25,0 %
Edad >60	10	4,5 %
Nivel educativo técnico	65	29,5 %
Nivel universitario	125	56,8 %
Posgrado	30	13,6 %

En cuanto a la motivación del viaje, los encuestados priorizaron la observación de flora y fauna, seguida por el interés en la tranquilidad del entorno y la posibilidad de actividades de aventura ligera como recorridos en canoa o caminatas. Solo un pequeño porcentaje señaló haber llegado a la reserva ecológica por recomendación de agencias de viajes, lo que reflejó la limitada articulación del destino con canales formales de comercialización. Véase la figura 2.

Figura 2

Motivación del viaje



El nivel de satisfacción general alcanzó un promedio de 3,8 en una escala de 1 a 5. Los aspectos mejor valorados fueron la belleza natural del lugar y la hospitalidad de la comunidad, mientras que los más críticos fueron la señalización, la promoción del destino y la infraestructura básica como servicios higiénicos y áreas de descanso. Véase la tabla 2.

Tabla 2

Nivel de satisfacción

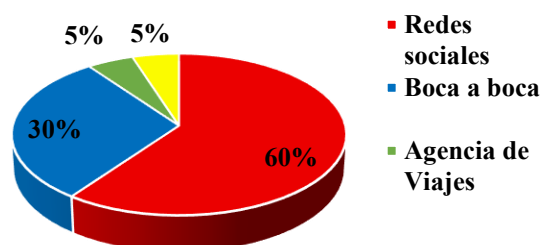
Servicio/Aspecto	Media	Desviación estándar
Belleza del paisaje	4,6	0,5
Hospitalidad local	4,4	0,6
Actividades ofertadas	3,9	0,8
Accesibilidad	3,2	0,9
Señalización	2,9	0,7
Infraestructura básica	2,7	0,8
Promoción del destino	2,5	0,9

El análisis de los socios de la asociación comunitaria evidenció que, aunque existía una disposición favorable hacia el turismo, las capacidades en gestión y marketing eran limitadas. La mayoría de los socios reconoció no utilizar plataformas digitales para promocionar el destino y depender únicamente del boca a boca y publicaciones informales en redes sociales. Además,

la organización interna mostró deficiencias en la definición de roles y responsabilidades, lo que dificultó la coordinación de actividades y la atención al turista. Véase la figura 3.

Figura 3

Canales de Promoción



Estos resultados confirmaron la hipótesis de que la escasa demanda no se debía a la falta de atractivos, sino a la ausencia de un plan de marketing estructurado. Al contrastar la hipótesis general, se observó que la implementación de estrategias de marketing adaptado al contexto local resultaba pertinente para aumentar la demanda turística. Las hipótesis específicas también encontraron sustento: primero, se comprobó que la satisfacción de los visitantes dependió más de factores experienciales (paisaje, hospitalidad) que de la infraestructura; segundo, se verificó que la débil promoción limitaba la llegada de turistas externos; y tercero, se identificó que la asociación comunitaria carecía de estrategias de marketing digital, lo que impedía ampliar su alcance en mercados nacionales e internacionales.

Discusión

Los resultados obtenidos mostraron una coherencia con investigaciones internacionales que advirtieron que, en destinos emergentes, el principal obstáculo para el incremento de la

demanda no es la calidad intrínseca de los atractivos, sino la ausencia de estrategias de posicionamiento y articulación con el mercado (Pike & Page, 2014; García-Milon *et al.*, 2021).

En el caso de Santa Elena los hallazgos muestran que los recursos naturales y humanos de la reserva ecológica constituyen la principal fortaleza, mientras que los déficits en infraestructura y promoción explicaron la baja demanda turística. Dichos hallazgos coincidieron con estudios previos sobre destinos amazónicos que señalaron la necesidad de invertir en servicios de soporte sin alterar la autenticidad del paisaje (Weaver & Lesar, 2024; Buhalis & Sinarta, 2019)

Los hallazgos de esta investigación confirmaron la hipótesis general que planteaba la pertinencia de estrategias de marketing para aumentar la demanda turística en la Reserva Ecológica Santa Elena. Asimismo, los resultados mostraron que el perfil del visitante estuvo dominado por adultos jóvenes, con predominio de formación universitaria, lo que sugiere un público con sensibilidad ambiental y con acceso a canales digitales de información y reserva. Este dato, más que confirmar una tendencia, refuerza la idea de que el marketing turístico en destinos emergentes debe orientarse a segmentos específicos y no a públicos masivos. Pike & Page (2014) ya advertían que la eficacia de la promoción depende de identificar nichos y no de replicar fórmulas generales de posicionamiento.

El contraste con estudios similares en la Amazonía ecuatoriana muestra coincidencias: Ruiz *et al.* (2008) encontraron que el ecoturismo comunitario recibía sobre todo jóvenes con educación superior interesados en la vivencia cultural y ambiental. En Santa Elena, aunque los visitantes priorizaron la contemplación de naturaleza y la tranquilidad, también manifestaron interés en actividades de aventura ligera, lo que plantea una oportunidad de diversificación de la oferta.

El análisis de la satisfacción reveló una valoración alta de los recursos naturales (4,6 en una escala de 1 a 5) y de la hospitalidad comunitaria (4,4), pero deficiencias notorias en infraestructura (2,7) y promoción (2,5). Estos contrastes obligan a reconsiderar la lógica del marketing turístico: mientras en destinos consolidados se suele invertir en comunicación y branding, en Santa Elena el reto es simultáneo, pues requiere tanto mejorar las condiciones

básicas como visibilizar el destino. Buhalis & Sinarta, (2019) destacan que el marketing en turismo no es solo comunicación, sino un proceso de co-creación entre el servicio y el visitante; en este caso, la comunidad posee el recurso humano y natural, pero sin soporte en señalización, accesibilidad o higiene, la experiencia pierde consistencia.

La hipótesis que vinculaba la escasa demanda con la débil promoción quedó corroborada al observar que solo un 5 % de los turistas llegó a Santa Elena por recomendación de agencias de viajes, mientras que un 60 % lo hizo por redes sociales informales y un 30 % por boca a boca. Esto confirma un vacío estratégico en la articulación con operadores turísticos y en la profesionalización de la promoción digital. Al contrastar con García-Milon *et al.*, (2021), quienes señalan que la adopción de aplicaciones turísticas incrementa significativamente la intención de visita en mercados jóvenes, se entiende por qué Santa Elena no logra captar flujos externos: carece de presencia en aplicaciones, páginas web estructuradas o alianzas con plataformas de viaje.

Otro aspecto relevante fue la validación de la hipótesis que señalaba que la satisfacción dependía más de factores experienciales que de infraestructura. Aunque los servicios básicos fueron mal evaluados, la satisfacción general alcanzó 3,8, lo que evidenció que los visitantes priorizaron la autenticidad y el contacto humano frente a la comodidad material. Esta paradoja, sin embargo, no debe ser leída como una excusa para desatender la inversión en infraestructura, sino como una advertencia de que el turismo comunitario en territorios amazónicos debe equilibrar sostenibilidad y calidad de servicio. Weaver & Lesar, (2024) sostiene que la clave del ecoturismo es evitar la comodificación excesiva del entorno, pero garantizar al mismo tiempo estándares mínimos que protejan al visitante y den seguridad a la experiencia.

En términos metodológicos, el estudio mostró fortalezas y debilidades. Una fortaleza fue la integración de técnicas cuantitativas y cualitativas lo que permitió triangular la información y comprender la demanda desde varias aristas. No obstante, la investigación enfrentó limitaciones derivadas de la temporalidad del diseño transversal: los datos representaron un momento específico y no captaron variaciones estacionales que suelen ser determinantes en destinos amazónicos. Otra limitación fue la posible presencia de sesgo de deseabilidad social en las encuestas a turistas; en este sentido, la aplicación futura de escalas

estandarizadas de satisfacción turística, como el Service Quality (SERVQUAL) adaptado a ecoturismo (Kiatkawsin & Han, 2019).

Desde una perspectiva interdisciplinaria, los hallazgos invitan a reflexionar sobre la relación entre marketing y conservación. Aumentar la demanda turística no puede traducirse en un aumento ilimitado de visitantes, pues ello pondría en riesgo la integridad de los aguajales y renacales. Este dilema conecta la investigación con la economía ecológica, que plantea la necesidad de indicadores alternativos al crecimiento cuantitativo, como la satisfacción comunitaria o la conservación de servicios ecosistémicos (Melgar-Melgar & Hall, 2020).

Conclusiones

El estudio permitió analizar en profundidad la realidad del destino, caracterizar a sus visitantes, evaluar los niveles de satisfacción, identificar las limitaciones de gestión y, finalmente, proponer lineamientos estratégicos para potenciar su competitividad en el mercado turístico amazónico.

En cuanto al perfil sociodemográfico de los turistas que visitaron Santa Elena, se concluye que el destino fue mayormente concurrido por visitantes nacionales (87,3 %), procedentes de San Martín, Lambayeque y Lima. El segmento con mayor peso estuvo conformado por adultos jóvenes de entre 26 y 40 años (50 %), en su mayoría con estudios universitarios (56,8 %) y nivel adquisitivo medio. Este hallazgo demostró que Santa Elena no atrajo todavía flujos turísticos internacionales significativos (12,7 %), lo que limitó la diversificación de ingresos. En consecuencia, se concluye que las estrategias de marketing deben focalizarse en este grupo etario y educativo, sin descuidar la progresiva apertura hacia turistas internacionales mediante alianzas con agencias receptoras y plataformas digitales.

Respecto a las motivaciones y niveles de satisfacción de los turistas, se concluye que el atractivo fundamental del destino residió en la belleza natural de sus paisajes (valorada con 4,6 en una escala de 1 a 5) y en la hospitalidad de la comunidad (4,4). Sin embargo, también quedó en evidencia que la infraestructura turística básica fue deficiente: la señalización obtuvo un promedio de 2,9, los servicios higiénicos 2,7 y la promoción apenas 2,5. Se concluyó que el

turismo en Santa Elena fue valorado más por su autenticidad y contacto humano que por la comodidad, lo cual resulta positivo como ventaja comparativa, pero también riesgoso si no se invierte en estándares mínimos de calidad que garanticen seguridad, accesibilidad y confort.

En lo concerniente a las estrategias actuales de promoción y comercialización, se permite concluir que la comunidad no contaba con un plan de marketing estructurado. La mayoría de socios dependió de redes sociales informales (60 %) y del boca a boca (30 %), mientras que solo un 5 % trabajó con agencias de viajes. Se concluye que la carencia de herramientas digitales modernas en Santa Elena constituye una limitante crítica. La lección derivada es que un plan de marketing exitoso para la reserva ecológica debe priorizar la digitalización de la oferta, incorporando páginas web oficiales, aplicaciones móviles y presencia en portales especializados.

En lo referente a identificar la organización interna de la comunidad y su rol en la gestión turística, se permite concluir que, si bien existe compromiso hacia la conservación, la asociación comunitaria careció de una clara distribución de roles y de capacidades en gestión empresarial y marketing. Se concluye que cualquier plan de marketing debe ser acompañado por un proceso de fortalecimiento organizacional que dote a los socios de herramientas en planificación, contabilidad, promoción y gestión de calidad.

En términos prácticos, se concluye que los tres frentes prioritarios de intervención son: fortalecer la infraestructura mínima en señalización, servicios higiénicos y áreas de descanso; profesionalizar la promoción digital y la articulación con agencias de viajes; y consolidar la organización comunitaria con formación en marketing y gestión.

Referencias bibliográficas

Bigné Alcañiz, E., Font Aulet, X., & Andreu Simó, L. (2000). *Marketing de Destinos Turísticos: Análisis y Estrategias de Desarrollo*. ESIC Editorial.
<https://books.google.com.pe/books?id=0zQyIYo7i2oC>

Buhalis, D., & Sinarta, Y. (2019). Real-time co-creation and nowness service: Lessons from

- tourism and hospitality. *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 36(5), 29. <https://doi.org/10.1080/10548408.2019.1592059>
- Dredge, D., & Jamal, T. (2015). Progress in tourism planning and policy: A post-structural perspective on knowledge production. *Tourism Management*, 51, 285–297. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.06.002>
- Echeverri, A., Smith, J. R., MacArthur-Waltz, D., Lauck, K. S., Anderson, C. B., Vargas, R. M., Quesada, I. A., Wood, S. A., Chaplin-Kramer, R., & Daily, G. C. (2022). Biodiversity and infrastructure interact to drive tourism to and within Costa Rica. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(11), 9. <https://doi.org/10.1073/pnas.2107662119>
- Fyall, A. (2011). Gestión de destinos: retos y oportunidades. In *Marketing y gestión de destinos: teorías y aplicaciones* (pp. 340–357). <https://doi.org/10.1079/9781845937621.0340>
- García-Milon, A., Olarte-Pascual, C., & Juaneda-Ayensa, E. (2021). Assessing the moderating effect of COVID-19 on intention to use smartphones on the tourist shopping journey. *Tourism Management*, 87(104361), 20. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104361>
- Kiatkawsin, K., & Han, H. (2019). What drives customers' willingness to pay price premiums for luxury gastronomic experiences at michelin-starred restaurants? *International Journal of Hospitality Management*, 82, 209–219. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.04.024>
- Kotler, P., Amstrong, G., & Balasubramanian, S. (2023). Principles of Marketing. In *The Economic Journal* (19th ed., Vol. 38, Issue 151). Pearson Educación.
- Kotler, P., Bowen, J. T., Makens, J. C., & Baloglu, S. (2017). *Marketing for Hospitality and Tourism* (7th ed.). Pearson. <https://books.google.com.pe/books?id=3kg2jgEACAAJ>
- Melgar-Melgar, R. E., & Hall, C. A. S. (2020). Why ecological economics needs to return to its roots: The biophysical foundation of socio-economic systems. *Ecological Economics*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106567>
- Pike, S., & Page, S. J. (2014). Destination Marketing Organizations and destination marketing: A narrative analysis of the literature. *Tourism Management*, 41, 202–227. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.09.009>
- Proyecto Especial Alto Mayo [PEAM]. (2008). Zonificación Ecológica y Económica de la Cuenca del Alto Mayo. Goresam, 1, 131.

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-cuenca-alto>

Ruiz, E., Hernández, M., Coca, A., Cantero, P., & Del Campo, A. (2008). Turismo comunitario en Ecuador: Comprendiendo el community-based tourism desde la comunidad. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 6(3), 399–418. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88160302%0A>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado [SERNANP]. (2021). *Patrimonio Natural del Perú: Naturaleza para todos, naturaleza para siempre* (1st ed., Vol. 1). Sernanp.

Sifuentes Barrientos, J. del C., & De La Cruz Chugnas, W. J. (2019). *Propuesta de un Plan de Marketing para Incrementar la Demanda Turística en el Sector Santa Elena del Área de Conservación Municipal Asociación Hidrica Aguajal Renacal del Alto Mayo, Distrito de Posic, Provincia de Rioja - 2018*. [Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/3070>

United Nations World Tourism Organization [UNWTO]. (2019). Tourism Definitions. *UNWTO Tourism Definitions*, 58. <https://www.unwto.org>

United Nations World Tourism Organization [UNWTO]. (2022). World Tourism Barometer. *UNWTO World Tourism Barometer*, 20(6), 1–6. <https://unwto.org/publications>

Weaver, D. B., & Lesar, L. (2024). Impulsando los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el Turismo mediante herramientas de control de calidad. *Journal of Travel Research*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/00472875241281516>

Aplicación web para la asignación automática de horarios docentes mediante algoritmos genéticos

Web application for automatic teacher timetabling using genetic algorithms

César González-Camargo¹, Justmary Anderson-Fermín², José Chiru-Figueroa³

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Panamá, cesar.gonzalez9@utp.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0006-8862-8733>

²Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Panamá, justmary.anderson@utp.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0001-2625-0556>

³Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Panamá, jose.chiru1@utp.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0002-1930-3573>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a9267>

Resumen

En las instituciones de educación superior, la planificación de horarios docentes es un proceso clave para garantizar la continuidad académica. En este contexto, el presente estudio abordó la problemática de la asignación manual de horarios docentes en estos entornos, caracterizada por alta complejidad combinable, predisposición a errores y consumo elevado de tiempo administrativo. El objetivo fue desarrollar y validar una aplicación web para la asignación automática de horarios docentes mediante algoritmos genéticos. La metodología aplicada fue de tipo experimental y cuantitativa, estructurada en fases de análisis, diseño, implementación y evaluación. El sistema fue desarrollado utilizando una arquitectura dockerizada basada en Python y SQL Server, integrando una función de aptitud multiobjetivo para gestionar restricciones duras (disponibilidad) y blandas (equidad). Los resultados obtenidos tras las pruebas con datos reales evidenciaron que el sistema redujo el tiempo de planificación en más de un 95%, eliminó los conflictos de horario en el escenario evaluado y mejoró el equilibrio de la carga académica entre los docentes. En consecuencia, la solución propuesta es viable, eficiente y escalable para optimizar la gestión académica.

Palabras clave: asignación automática, horarios docentes, inteligencia artificial, algoritmos genéticos, optimización académica.

Abstract

In higher education institutions, teacher scheduling is a key process for ensuring academic continuity. In this context, this study addressed the problem of manual teacher scheduling in these environments, characterized by high combinatorial complexity, susceptibility to errors, and high administrative time consumption. The objective was to develop and validate a web application for the automatic assignment of teaching schedules using genetic algorithms. The methodology applied was experimental and quantitative, structured in phases of analysis, design, implementation, and evaluation. The system was developed using a dockerized architecture based on Python and SQL Server, integrating a multi-objective fitness function to manage hard (availability) and soft (equity) constraints. The results obtained after testing with real data showed that the system reduced planning time by more than 95%, eliminated schedule conflicts in the evaluated scenario, and improved the balance of academic workload among teachers. Consequently, the proposed solution is viable, efficient, and scalable for optimizing academic management.

Keywords: automatic scheduling, teaching load, artificial intelligence, genetic algorithms, academic optimization.

Introducción

En las instituciones de educación superior, la planificación académica es un proceso estratégico para sincronizar la oferta educativa con los recursos disponibles y asegurar la continuidad y calidad del proceso enseñanza-aprendizaje (Babaei *et al.*, 2015). Aunque se cuenta con instrumentos de gestión académica institucional para registrar y certificar la organización docente, el proceso de asignación de profesores a las franjas horarias se sigue realizando de manera

manual. Esta tarea es asignada a los jefes de departamento, los cuales tienen que resolver un problema combinatorio complejo con métodos clásicos (Valverde Calderón, 2019) que escalan mal a medida que la institución crece (Zhu *et al.*, 2021). Esta dificultad se debe a que la planificación de horarios es un problema de optimización NP-hard, donde el número de posibles combinaciones crece exponencialmente, haciendo imposible una solución manual exhaustiva (Lewis & Thompson, 2015).

La dependencia de procesos manuales o semiautomatizados genera grandes problemas de eficiencia administrativa y clima laboral. Entre los principales problemas se encuentran los conflictos de disponibilidad y superposición en los horarios, que obligan a realizar correcciones de última hora y reelaboración costosas. Además, la ausencia de mecanismos algorítmicos crea desequilibrios en la carga docente, dando lugar a distribuciones horarias no siempre justas entre el profesorado. A ello se unen los tiempos extendidos de planificación, que pueden llegar a semanas, y la susceptibilidad a errores humanos al manipular grandes volúmenes de datos sin validaciones automatizadas en tiempo real (Wang *et al.*, 2024). Pero, además, la trazabilidad de las decisiones es baja, lo que hace difícilmente justificable de manera técnica por qué se asignó un determinado recurso en caso de auditorías o reclamos.

La dependencia de procesos manuales o semiautomatizados genera grandes problemas de eficiencia administrativa y clima laboral. Entre los principales problemas se encuentran los conflictos de disponibilidad y superposición en los horarios, que obligan a realizar correcciones de última hora y reelaboración costosas. Además, la ausencia de mecanismos algorítmicos crea desequilibrios en la carga docente, dando lugar a distribuciones horarias no siempre justas entre el profesorado. A ello se unen los tiempos extendidos de planificación, que pueden llegar a semanas, y la susceptibilidad a errores humanos al manipular grandes volúmenes de datos sin validaciones automatizadas en tiempo real (Wang *et al.*, 2024). Pero, además, la trazabilidad de las decisiones es baja, lo que hace difícilmente justificable de manera técnica por qué se asignó un determinado recurso en caso de auditorías o reclamos.

Ante estos retos, la literatura científica muestra que la automatización con inteligencia artificial (IA) es una solución posible y necesaria. Varias instituciones a nivel mundial (Ceschia *et al.*, 2023) como la Telkom University en Indonesia (Ramadhani *et al.*, 2025) o la Universidad de Sharjah en Emiratos Árabes Unidos (Lulu *et al.*, 2024), han utilizado con éxito algoritmos genéticos y otras metaheurísticas para resolver problemas de planificación de horarios (Ahumada Ahumada, 2014). Estas técnicas pueden tomar en cuenta miles de variables al mismo tiempo (restricciones contractuales, preferencias de los profesores, disponibilidad de aulas, etc.) para crear horarios optimizados que minimicen los conflictos y maximicen la satisfacción de todos.

En este contexto, los algoritmos genéticos, una técnica metaheurística de búsqueda y optimización perteneciente a IA, inspirado en la evolución biológica (Goldberg, 1989). Estos algoritmos crean una población inicial de soluciones que se va evolucionando a través de generaciones sucesivas mediante operadores de selección, cruce y mutación. Su habilidad para recorrer grandes espacios de búsqueda, encontrar buenas soluciones en tiempo razonable los hace apropiados para problemas multidimensionales y difíciles, como la asignación de horarios, en los que no hay una mejor solución lineal, sino un arreglo óptimo entre muchas restricciones.

Metodología

La investigación es de tipo aplicada y buscó desarrollar y validar una aplicación web para la asignación automática de horarios docentes usando algoritmos genéticos. Siguió un enfoque cuantitativo, midiendo de forma objetiva variables numéricas como el tiempo de procesamiento, el número de conflictos de horario y la carga docente. Para la validación de la solución tecnológica, se realizaron comparaciones utilizando datos auténticos de un período académico reciente. El algoritmo se ejecutó con los mismos datos que se utilizan en la planificación manual oficial (disponibilidad docente, oferta académica, etc.), permitiendo la comparación de ambos métodos en condiciones equivalentes.

La validación se estructuró en torno a tres indicadores clave de desempeño (KPIs) diseñados para medir objetivamente la mejora respecto al método tradicional:

1. Eficiencia Temporal: Se cronometró el tiempo requerido por el sistema para generar una solución completa y se comparó con el tiempo que tardan los encargados en el proceso manual.
2. Calidad y Factibilidad: Se midió la cantidad de "restricciones duras" violadas, probando la habilidad del sistema para encontrar soluciones sin errores técnicos.
3. Equidad y Distribución: Se analizó el equilibrio de la carga académica calculando la desviación estándar de las horas asignadas y así establecer qué tan equitativa fue la distribución del trabajo entre los profesores en ambos escenarios.

Herramientas y entorno de desarrollo

Para la creación del sistema se utilizó una arquitectura modular full-stack de código abierto que asegura escalabilidad y mantenimiento. El backend se codificó en Python 3.9 usando Flask 2.3, que maneja la lógica de negocios y ejecuta el algoritmo genético con bibliotecas científicas como Polars. Para el frontend se empleó HTML5, CSS3, y JavaScript.

La persistencia de datos se implementó con Microsoft SQL Server 2019, el entorno de desarrollo y despliegue se estandarizó con Docker, orquestando los servicios en contenedores separados para garantizar la portabilidad entre entornos de prueba y producción (Liao *et al.*, 2026). Las pruebas y validaciones del algoritmo se realizaron en una computadora con procesador Intel i5 de 8va generación, 16 GB de RAM y 500 GB de almacenamiento SSD.

Etapas del desarrollo de la aplicación web

Para el desarrollo de la aplicación web, se siguió una metodología sistemática de ingeniería de software estructurada en cuatro etapas principales:

Análisis: Recopilación de los requisitos funcionales y análisis de las restricciones (rígidas y flexibles) del proceso actual de la institución.

Diseño: Diseño de la arquitectura del software, el modelo de base de datos y la interfaz de usuario.

Implementación: Codificación de los módulos del sistema y del algoritmo genético.

Evaluación: Ejecución de pruebas con datos reales, destinada a validar el funcionamiento del sistema y cuantificar las mejoras logradas frente al método manual.

Diseño del sistema

La aplicación se estructuró bajo una arquitectura de tres capas:

Capa de Presentación (Frontend): Interfaz que permite a los usuarios autenticarse, y visualizar los resultados mediante tableros de control y reportes gráficos.

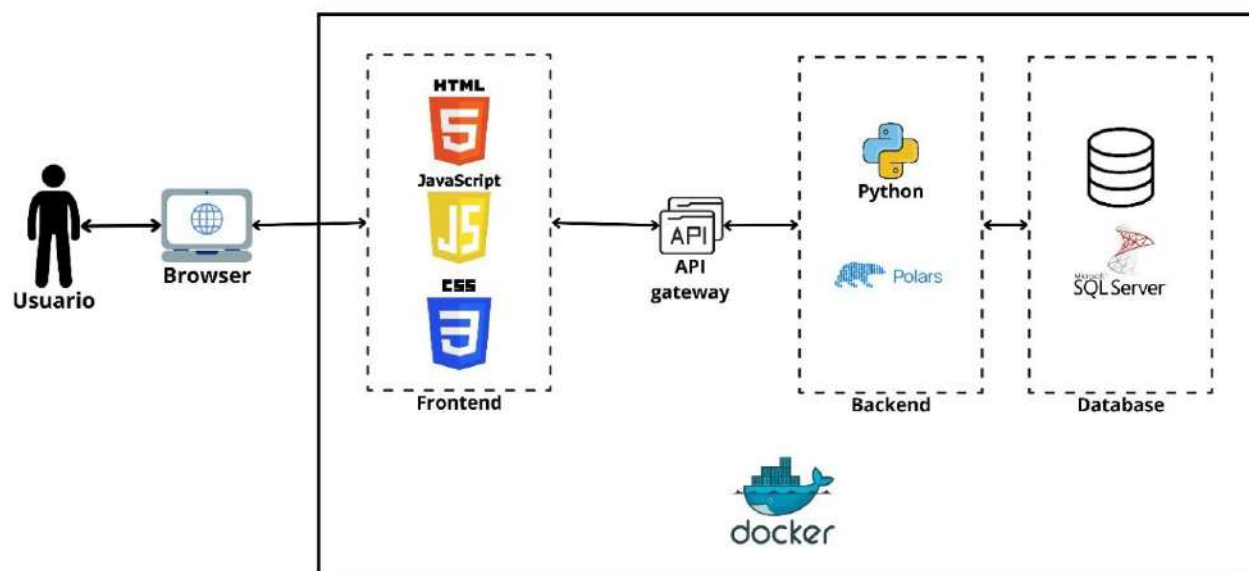
Capa de Lógica de Negocio (Backend): Núcleo del sistema. Este módulo procesa las consultas, ejecuta las rutinas de optimización, valida las restricciones académicas y gestiona la comunicación entre el usuario y los datos.

Capa de Datos (Persistencia): Alberga los registros de usuarios y los historiales de asignaciones creados.

En la Figura 1 se detalla la integración de los componentes tecnológicos y el flujo de información de la aplicación. El sistema emplea un modelo cliente-servidor donde el usuario interactúa mediante un navegador con una interfaz desarrollada en HTML5, JavaScript y CSS3. Esta comunicación se gestiona a través de un API Gateway, que sirve como puente hacia el backend programado en Python, utilizando la librería Polars para el procesamiento de alto rendimiento de datos. La información se centraliza en un servidor SQL Server, mientras que toda la infraestructura se encuentra dockerizada para asegurar la portabilidad y consistencia del entorno de ejecución.

Figura 1

Arquitectura del sistema



Fuente: Elaboración propia

Algoritmo genético implementado

Para abordar el problema de optimización combinable (Yakovlev *et al.*, 2018), se diseñó e implementó un algoritmo genético (AG) personalizado capaz de gestionar restricciones multidimensionales (Babaei *et al.*, 2015). La implementación se estructuró en torno a una arquitectura evolutiva que integra validaciones en tiempo real para garantizar la factibilidad de las soluciones desde las primeras generaciones (Alghamdi *et al.*, 2020).

Codificación y Representación

La unidad básica de procesamiento es el individuo, el cual representa una propuesta completa de asignación para todas las facultades. A nivel de genotipo, cada individuo se codifica como una lista de objetos “Asignación Docente”, donde cada gen vincula tres elementos clave: un docente, un grupo académico y un bloque horario predefinido.

Para reducir el espacio de búsqueda y asegurar la coherencia pedagógica, se implementó una fase previa de "agrupamiento", donde los horarios individuales se consolidan en bloques compactos (por ejemplo, segmentos de 3 horas continuas) antes de entrar al ciclo evolutivo.

Función de Aptitud (Fitness)

La calidad de cada solución se evalúa mediante una función multiobjetivo (Diallo & Tudose, 2024) que pondera el cumplimiento de restricciones estrictas y criterios de optimización deseables. El puntaje de aptitud se calcula penalizando las restricciones duras y mejorando las blandas:

Restricciones Duras: Inviabilidad contractual (exceder la carga horaria máxima del docente), choques de horario (asignar al mismo profesor en dos grupos simultáneos) y falta de perfil (asignar materias fuera de la especialidad del docente). El sistema aplica una validación inmediata que descarta o penaliza drásticamente a los individuos que violan estas reglas.

Restricciones Blandas:

Equidad de carga: Se minimiza la desviación estándar de las horas asignadas para evitar desproporciones entre profesores.

Compactación: Se premian los horarios que evitan "huecos" o ventanas libres excesivas en la jornada del docente.

Cobertura: Se maximiza el porcentaje total de grupos asignados.

Operadores Evolutivos y Parámetros

El motor evolutivo utiliza operadores especializados para explorar el espacio de soluciones sin perder la validez de las asignaciones:

Selección: Se emplea una estrategia elitista, garantizando que el mejor subconjunto de soluciones de una generación sobreviva inalterado a la siguiente, protegiendo así los hallazgos óptimos.

Cruzamiento: Se implementó el operador de "cruce de punto medio con validación". Esta toma dos individuos padres y genera un descendiente combinando la primera mitad de las asignaciones del padre A con la segunda mitad del padre B. Críticamente, cada gen heredado pasa por una verificación de conflictos; si una asignación genera un choque, es reparada o descartada instantáneamente.

Mutación Adaptativa: A diferencia de una tasa fija, se utilizó una tasa de mutación dinámica (iniciando típicamente en 0.1 o 10%). Si el algoritmo detecta estancamiento (el fitness no mejora tras N generaciones), la tasa de mutación aumenta automáticamente para introducir diversidad y escapar de óptimos locales. La mutación opera reasignando aleatoriamente un docente compatible a un grupo específico.

Estrategia de Ejecución

El algoritmo se diseñó para operar bajo un esquema de Convergencia Temprana Inteligente, lo que permite optimizar recursos computacionales sin sacrificar la calidad de los resultados.

La ejecución se rige por los siguientes parámetros y condiciones:

Población y Ciclo Evolutivo: Se genera una población inicial de 100 individuos, donde cada individuo es una propuesta completa de horario. El ciclo evolutivo está configurado para ejecutarse hasta un máximo de 200 generaciones, un límite determinado experimentalmente como suficiente para alcanzar la estabilidad en el fitness.

Elitismo Controlado: Para evitar la pérdida de soluciones prometedoras, se aplica una estrategia elitista que preserva el mejor subconjunto de individuos de cada generación. Estos "campeones" pasan intactos a la siguiente iteración, garantizando que la calidad de la

solución nunca retroceda, mientras el resto de la población se somete a los operadores de cruce y mutación.

Criterios de Parada

El proceso evolutivo se detiene automáticamente si se cumple alguna de las dos condiciones:

Si se alcanza el número máximo de generaciones (100).

Si se detecta estancamiento del fitness, definido como la ausencia de mejoras significativas en el puntaje de aptitud durante un número consecutivo de generaciones predefinido.

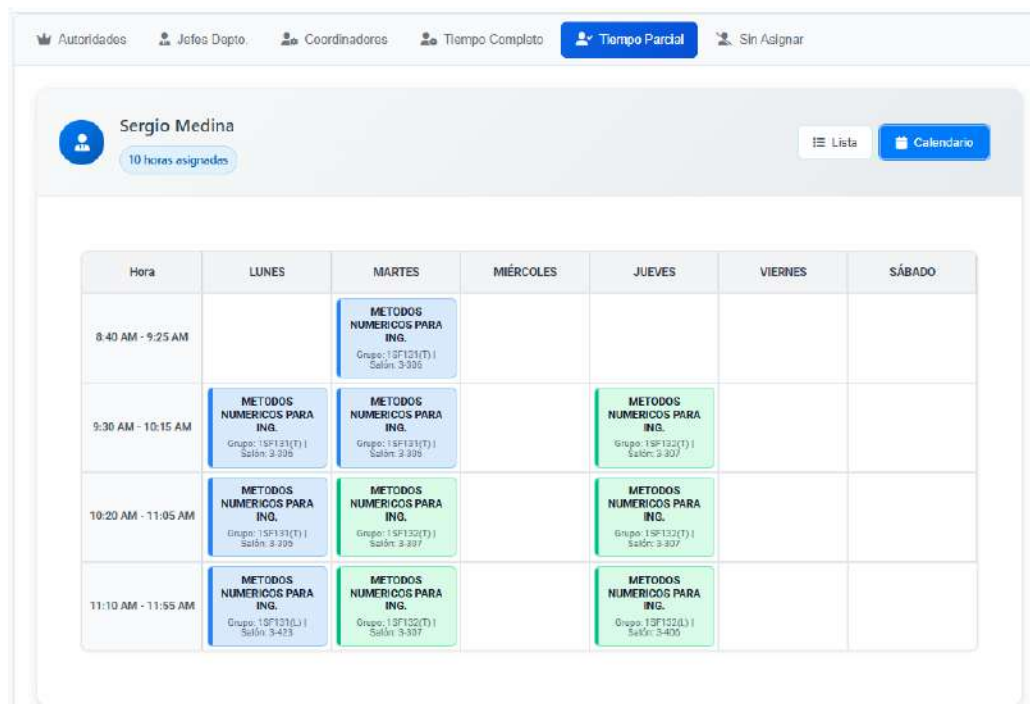
Resultados

Para evidenciar la operatividad del sistema y validar visualmente la calidad de las soluciones generadas por el algoritmo, se presentan a continuación las interfaces más relevantes de la aplicación. Correspondientes a las Figuras 2, 3, 4, 5 y 6.

La Figura 2 muestra la matriz de horarios resultante tras la ejecución del algoritmo genético. En esta vista de calendario semanal, las asignaciones se distribuyen visualmente por días (columnas) y franjas horarias (filas), permitiendo identificar de manera inmediata la ocupación de cada docente. Cada bloque de color representa una asignatura asignada, detallando el nombre del curso, el grupo y el aula correspondiente.

Figura 2

Matriz de horarios generada



La Figura 3 ofrece una perspectiva consolidada del cumplimiento de la asignación por asignatura, permitiendo monitorear el avance del proceso en tiempo real. En esta pantalla, el sistema lista las materias del departamento e indica, mediante barras de progreso y etiquetas de estado, el nivel de cobertura alcanzado para cada curso. Cada fila presenta el código y nombre de la asignatura, junto con una visualización clara de la proporción de grupos que ya cuentan con un docente titular frente al total programado. Los indicadores de estado en color verde confirman que todos los grupos de esas materias han sido cubiertos exitosamente, mientras que el botón de detalle permite al administrador acceder rápidamente a la lista de docentes encargados, facilitando la supervisión y asegurando la cobertura académica total

Figura 3

Materias con Profesor Asignado

Materias del Departamento: Departamento de Computación y Simulación de Sistemas

Materias Asignadas Sin Asignar

Se encontraron 18 materias del departamento con profesores asignados

Código	Nombre de la Materia	Cobertura de Grupos	Profesores Asignados	Estado
0580	ESTRUCTURAS DISCRETAS PARA COMPUTACIÓN	8/8 100%	Ver profesores asignados	Completa
0664	ESTRUCTURA Y REPRESENTACIÓN DE DATOS	6/6 100%	Ver profesores asignados	Completa
0697	COMPUTACIÓN GRÁFICA Y VISUAL	3/3 100%	Ver profesores asignados	Completa
1195	ANÁLISIS DATOS Y TOMA DE DEC. PARA COMP.	4/4 100%	Ver profesores asignados	Completa
1196	HERRAMIENTAS DE COMPUTACIÓN GRÁFICA	4/4 100%	Ver profesores asignados	Completa
1197	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	4/4 100%	Ver profesores asignados	Completa

Al interactuar con el listado de materias, el sistema despliega una ventana modal (Figura 4) que permite auditar la asignación específica de una asignatura. Este componente presenta un resumen ejecutivo en la parte superior con el total de profesores y grupos involucrados. En el cuerpo principal, se detalla la información de cada docente asignado, incluyendo su estatus contractual (Tiempo Completo, Parcial, etc.) y su categoría académica. Junto a cada perfil, se listan mediante etiquetas azules los códigos de los grupos que tiene bajo su responsabilidad. Esta vista es fundamental para validar que la distribución de la carga respete la equidad y las normativas departamentales, asegurando que cada sección cuente con el docente adecuado.

Figura 4

Profesores Asignados a una Materia



En contraparte, la Figura 5 permite gestionar las excepciones del proceso mediante la vista de "Materias no asignadas". Esta pantalla filtra y lista exclusivamente aquellas asignaturas que, tras la ejecución del algoritmo, aún tienen grupos pendientes de cobertura docente. Para cada registro, se informa el código, nombre de la materia y la cantidad exacta de grupos disponibles por turno (ej. Especial Diurno, Regular Nocturno). Al igual que en la Figura 3 la interfaz incorpora un botón interactivo "Ver detalle de grupos". Al accionarlo, el sistema despliega una ventana modal con la información granular de los grupos vacantes (horarios, días y aulas), facilitando al administrador el análisis de las causas como falta de disponibilidad horaria compatible y la toma de decisiones para la asignación manual o la búsqueda de nuevos docentes.

Figura 5

Materias no Asignadas

Materias del Departamento: Departamento de Computación y Simulación de Sistemas

Materias Asignadas

1

Sin Asignar

Se encontraron 2 materias del departamento sin profesores asignados

Código	Nombre de la Materia	Grupos Disponibles	Turnos	Ver Grupos
8823	DISEÑO VISUAL PARA LA EDUCACION	2 grupos	Especial DiurnoEspecial Nocturno	Ver detalle de grupos
8837	TALLER DE INFOR.APLIC.A LA EDUC.	1 grupos	Regular Nocturno	Ver detalle de grupos

Por último, la Figura 6 ilustra el módulo de reportes, diseñado para garantizar la trazabilidad y facilitar la toma de decisiones. El sistema ofrece tres tipos de informes exportables en formato PDF:

Reporte Completo de Profesores: Genera un expediente detallado de todos los docentes asignados al departamento. Incluye información contractual (estatus de tiempo completo o parcial), carga horaria total, grupos a cargo y un resumen ejecutivo, además de anexar los horarios individuales de cada profesor.

Reporte de Conflictos: Documento crítico para la auditoría del algoritmo. Identifica cualquier colisión de horarios detectada y señala casos de sobrecarga académica (profesores con más horas de las permitidas), permitiendo una corrección rápida de anomalías.

Materias Sin Asignar: Consolida la información de aquellas asignaturas que quedaron sin cobertura docente. El reporte detalla el nombre de la materia, el grupo específico afectado, los días, turnos y aulas correspondientes, proporcionando al administrador la data necesaria para gestionar contrataciones o reasignaciones manuales.

Figura 6

Reportes disponibles



A continuación, se presenta la Tabla 1, donde se compara el desempeño entre el método manual tradicional y los obtenidos mediante la aplicación web.

Tabla 1

Comparación de desempeño entre el método manual y el sistema propuesto basado en algoritmos genéticos

Métrica	Método Manual	Sistema Propuesto	Impacto
Tiempo de Ejecución	Semanas / Días	< 30 Minutos	Reducción > 95% (estimada)
Conflictos de Horario	8% - 15% (Frecuentes)	0% (en las pruebas)	Eliminación en el escenario evaluado.
Cobertura de Grupos	Variable (requiere ajuste)	90% - 100%	Optimización Alta
Equidad de Carga	Alta (no balanceada)	Baja (Balanceada)	Distribución más justa

Validación de	Visual/manual	Automática	Cumplimiento $\approx 90\%$
Restricciones	(propensa a error)	(durante ejecución)	

La tabla 1 presenta una estructura comparativa diseñada para detallar los indicadores técnicos y operativos evaluados durante la investigación. El contenido se organiza en cuatro columnas principales que especifican la métrica analizada, el estado del proceso manual tradicional, los valores obtenidos por el sistema propuesto y el impacto final derivado de la automatización.

Discusión

El desarrollo y validación de la aplicación web para la asignación automática de horarios docentes en la institución de estudio logra demostrar que los algoritmos genéticos optimizan en gran medida el proceso en comparación con la forma manual. Los resultados tabulados validan una mejora radical en la eficiencia operativa, donde el tiempo de planificación pasó de semanas a menos de 30 minutos, logrando una optimización de más del 95%. Esta disminución temporal no solo implica un aumento en la productividad administrativa, sino que confirma los resultados de (Ramadhani *et al.*, 2025) y (Lulu *et al.*, 2024), quienes encontraron mejoras operativas similares al automatizar procesos de planificación de horarios en universidades internacionales. Estos resultados demuestran que los algoritmos genéticos pueden superar las restricciones cognitivas y de tiempo de la planificación manual y pueden manejar la complejidad que está más allá de la capacidad humana.

Comparando la exactitud técnica, el sistema eliminó por completo los conflictos de disponibilidad horaria que históricamente oscilaban entre un 8% y un 15% en el proceso manual. La habilidad del sistema para hacer verificaciones en tiempo real aseguró que ninguna solución violara restricciones contractuales clave, como el límite de horas por profesor, alcanzando una confiabilidad que el proceso manual no puede garantizar sin revisiones posteriores exhaustivas (Salmasnia *et al.*, 2011). Este paso al 0% de conflictos y la validación automática continua dio una

fiabilidad del 90% en el cumplimiento de las normas institucionales, superando la susceptibilidad a errores visuales de la asignación manual.

Esta mejora en la exactitud técnica y la ausencia de conflictos coincide con los hallazgos de (Bensky & Saunders, 2025) que demuestran cómo los algoritmos genéticos en departamentos de ciencias logran una asignación de cargas docentes eficiente y, sobre todo, justa. Como en esta investigación, estos autores señalan que la habilidad del algoritmo para manejar múltiples restricciones al mismo tiempo permite a los gestores académicos mover su papel de 'hacedor manual' a 'supervisor estratégico' y asegurar que la asignación final sea equitativa y transparente para todo el profesorado.

En términos de cobertura, el sistema se optimizó, alcanzando entre el 90% y el 100% de cobertura de grupos académicos. En la métrica de “equidad de carga”, el algoritmo reemplazó el criterio discrecional anterior por una distribución equitativa de baja desviación, en línea con las tesis de (Abdipoor *et al.*, 2023) sobre la mejora de la calidad de vida laboral a través de la nivelación de cargas. El principal hallazgo en esta área es que el algoritmo, con su función de aptitud multiobjetivo, es capaz de distribuir la carga de manera más equitativa que los métodos convencionales, satisfaciendo los criterios de equidad institucional propuestos por (Agbolade *et al.*, 2024).

Sin embargo, el resultado del sistema está condicionado a la información de los docentes cuando esta información de partida es incompleta o inconsistente, el algoritmo mostró estas limitaciones en la cobertura final, lo que destaca la necesidad de procesos de limpieza de datos previos a la ejecución automatizada para evitar el principio "Garbage In, Garbage Out". Esta dependencia total a los archivos de entrada es la razón por la cual la fiabilidad técnica es de un 90% y no de un 100%, ya que el sistema depende de la exactitud de la información base proporcionada por la facultad.

Si bien la aplicación da solución a las restricciones técnicas y operacionales que se muestran en la Tabla 1, aún queda pendiente la implementación de mecanismos de retroalimentación cualitativa para evaluar aspectos subjetivos de la satisfacción del profesorado.

Finalmente, la arquitectura Cliente - Servidor con docker y la inmersión de reglas de negocio propias de la institución permite la escalabilidad para ser desplegada en otras unidades académicas sin realizar modificaciones.

Conclusión

La aplicación demuestra ser viable para la asignación automática de horarios docentes. Los resultados confirman que se puede disminuir el tiempo de planificación en más del 95%, y a la vez asegurar el cumplimiento riguroso de políticas institucionales y mejorar la repartición de carga laboral entre los docentes.

La implementación de algoritmos genéticos permite generar horarios sin conflictos de disponibilidad ni superposición, gestionando de forma eficiente tanto las restricciones obligatorias como los criterios de equidad. Esto se traduce en soluciones consistentes, válidas y alineadas con las necesidades reales del entorno académico.

Por otra parte, la arquitectura web empleada basada en tecnologías modernas y contenedores Docker, aseguró un sistema estable, escalable y fácil de mantener, con capacidad de adaptación a futuros cambios institucionales.

En conjunto, los resultados evidencian que la solución propuesta optimiza de manera significativa la gestión de horarios docentes, mejora la eficiencia administrativa, fortalece la transparencia y equidad del proceso de planificación académica.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés en la redacción de este artículo.

Participación de los autores

La participación de los autores se define de la siguiente manera: CG y JA; conceptualización y diseño del estudio: CG y JA; metodología: CG y JA; desarrollo del software: CG, JA. Validación y ejecución de las pruebas: CG y JCH; análisis formal de los datos: CG, JA; investigación: CG, JA, JCH; redacción, revisión y edición: CG, JA y JCH; supervisión y asesoría técnica: JCH. Todos los autores han revisado y aprobado la versión final del manuscrito para su publicación.

Nota aclaratoria

Este artículo es un derivado de la tesis titulada “Prototipo de una Aplicación Web para la Asignación Automática de Horarios Docentes mediante Inteligencia Artificial”.

Referencias bibliográficas

- Abdipoor, S., Yaakob, R., Goh, S. L., & Abdullah, S. (2023). Meta-heuristic approaches for the University Course Timetabling Problem. *Intelligent Systems with Applications*, 19, 200253. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200253>
- Agbolade, S. J., Ayinla, B. I., Odeniyi, L. A., & Akinola, S. O. (2024). Optimisation of University Examination Timetable Using Hybridised Genetic and Greedy Algorithms: A Case Study of Computer Science Department, University of Ibadan. *International Journal of Computer*, 51(1), 1–16. <https://ijcjournal.org/InternationalJournalOfComputer/article/view/2230>
- Ahumada Ahumada, J. A. (2014). *Generación de horarios académicos en INACAP utilizando algoritmos genéticos* [Tesis de Magister, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131461>

- Alghamdi, H., Alsubait, T., Alhakami, H., & Baz, A. (2020). A Review of Optimization Algorithms for University Timetable Scheduling. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 10(6), 6410–6417. <https://doi.org/10.48084/etasr.3832>
- Babaei, H., Karimpour, J., & Hadidi, A. (2015). A survey of approaches for university course timetabling problem. *Computers & Industrial Engineering*, 86, 43–59. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.11.010>
- Bensky, T., & Saunders, K. (2025). Use of a genetic algorithm in university scheduling for equitable and efficient determination of teaching assignments. In *Department of Physics, California Polytechnic State University*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.06981>
- Ceschia, S., Di Gaspero, L., & Schaerf, A. (2023). Educational timetabling: Problems, benchmarks, and state-of-the-art results. *European Journal of Operational Research*, 308, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.07.011>
- Diallo, F. P., & Tudose, C. (2024). Optimizing the Scheduling of Teaching Activities in a Faculty. *Applied Sciences*, 14(20), 9554. <https://doi.org/10.3390/app14209554>
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley Professional.
- Lewis, R., & Thompson, J. (2015). Analysing the effects of solution space connectivity with an effective metaheuristic for the course timetabling problem. *European Journal of Operational Research*, 240, 637–648. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.041>
- Liao, J., Zheng, J., & Chiru-Figueroa, J. (2026). Evaluación del rendimiento de un prototipo de aplicación web con mecánica gacha basado en microservicios para la promoción de la cultura panameña. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 13(1), 90–108. <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n1.a9113>
- Lulu, I., Alowais, H., Turkey, A., Harous, S., & Hussain, A. (2024). Efficient Solution for Exam Timetabling Problem: A Case Study of the University of Sharjah. *2024 17th International*

Conference on Development in ESystem Engineering (DeSE), 101–106.

<https://doi.org/10.1109/DeSE63988.2024.10911922>

Ramadhani, P., Nasir, A., Abdullah, Z. M., Novianty, A., & Setianingsih, C. (2025). Telkom Bandung Vocational School Scheduling Application Using a Website-Based Genetic Algorithm. *CEPAT Journal of Computer Engineering: Progress, Application and Technology*, 2, 80–91. <https://doi.org/10.25124/cepat.v3i01.6709>

Salmasnia, A., Mokhtari, H., & Abadi, I. (2011). A robust scheduling of projects with time, cost, and quality considerations. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 60(1–4), 631–642. <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3627-5>

Valverde Calderón, L. A. (2019). *Sistema basado en algoritmo genético para mejorar la gestión académica de horarios universitarios en el año 2019* [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41736>

Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252(Part A), 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>

Yakovlev, S., Kartashov, O., & Yarovaya, O. (2018). On Class of Genetic Algorithms in Optimization Problems on Combinatorial Configurations. *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 374–377. <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526746>

Zhu, K., Li, L. D., & Li, M. (2021). A Survey of Computational Intelligence in Educational Timetabling. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 11, 40–47. <https://doi.org/10.18178/ijmlc.2021.11.1.1012>

Modelando una solución de la ecuación de la onda en coordenadas polares utilizando Python

Modeling a solution of the wave equation in polar coordinates using Python

Eric A. Acevedo¹ y María T. Ortega O².

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Matemática, Panamá, eric.acevedo@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0004-5925-6497>

²Universidad de Panamá, Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación, Departamento de Informática, Panamá, maria.ortegao@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0000-3629-9751>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a8744>

Resumen

La ecuación de la onda es un problema clásico en Física y Matemáticas, ampliamente aplicado al estudio de vibraciones, acústica y propagación de ondas en medios circulares o radiales. Esta ecuación describe cómo una perturbación se desplaza en el espacio y el tiempo. A nivel regional, la mayoría de los trabajos se han centrado en geometría cartesiana, sin embargo, al expresarla en coordenadas polares se incorporan términos adicionales que reflejan la simetría radial y angular, lo que permite modelar fenómenos como la vibración de membranas circulares o la propagación en medios cilíndricos. Es por eso que el objetivo de esta investigación consistió en modelar la solución de la ecuación de la onda en coordenadas polares mediante la aplicación del método explícito de diferencias finitas implementado en Python y así desarrollar un esquema reproducible que permita simular y visualizar la evolución temporal de las ondas en medios con simetría radial. Para ello la metodología empleó el método de diferencias finitas, discretizando tanto la variable radial como la angular y construyendo una malla que facilita la simulación temporal. Además, Python se utilizó como herramienta principal por su flexibilidad y disponibilidad de librerías científicas (NumPy, Matplotlib), que permiten implementar algoritmos y generar visualizaciones.

El esquema numérico incluye condiciones iniciales y de frontera, esenciales para garantizar estabilidad y realismo en la simulación. Los resultados muestran patrones de propagación

coherentes con la teoría, evidenciando estructuras nodales y dinámicas oscilatorias propias de medios circulares. Las visualizaciones obtenidas permiten analizar la influencia de parámetros como el número de onda y el modo angular en el comportamiento de la solución.

Estas investigaciones ayudan a fortalecer la comprensión de fenómenos ondulatorios en geometrías no cartesianas, aportan recursos pedagógicos valiosos para la enseñanza y la investigación, y promueven el acceso a metodologías avanzadas mediante software libre y a impulsar aplicaciones en ingeniería, acústica, óptica y física computacional.

Palabras clave: ecuación de la onda, coordenadas polares, método de diferencias finitas, simulación numérica, Python

Abstract

The wave equation is a classic problem in physics and mathematics, widely applied to the study of vibrations, acoustics, and wave propagation in circular or radial media. This equation describes how a disturbance travels through space and time. Regionally, most work has focused on Cartesian geometry; however, expressing it in polar coordinates incorporates additional terms that reflect radial and angular symmetry, allowing the modeling of phenomena such as the vibration of circular membranes or propagation in cylindrical media. Therefore, the objective of this research was to model the solution of the wave equation in polar coordinates using the explicit finite difference method implemented in Python, thus developing a reproducible scheme that allows the simulation and visualization of the time evolution of waves in media with radial symmetry. To achieve this, the methodology employed the finite difference method, discretizing both the radial and angular variables and constructing a mesh that facilitates the time simulation. In addition, Python was used as the main tool because of its flexibility and availability of scientific libraries (NumPy, Matplotlib), which allow the implementation of algorithms and the generation of visualizations.

The numerical scheme includes initial and boundary conditions, essential for ensuring stability and realism in the simulation. The results show propagation patterns consistent with the theory, revealing nodal structures and oscillatory dynamics characteristic of circular media. The visualizations obtained allow for the analysis of the influence of parameters such as wave number and angular mode on the solution's behavior.

This research helps strengthen the understanding of wave phenomena in non-Cartesian geometries, provides valuable pedagogical resources for teaching and research, and promotes access to advanced methodologies through open-source software, thus contributing to the democratization of knowledge and fostering applications in engineering, acoustics, optics, and computational physics.

Keywords: wave equation, polar coordinates, finite difference method, numerical simulation, Python

Introducción

Se define la ecuación de la onda como una ecuación diferencial parcial de segundo orden que describe la propagación de ondas en el espacio y el tiempo (Morse & Feshbach, 1953). Se utiliza para modelar fenómenos físicos como el sonido, la luz, las vibraciones mecánicas y las ondas en fluidos o sólidos, siendo esencial en disciplinas como la ingeniería, la física aplicada y las ciencias computacionales (Morton & Mayers, 2005).

Se entiende por ecuación diferencial parcial (EDP) aquella que contiene una función multivariable desconocida, por ejemplo $u(x, y, z, \dots)$, dependiente de variables independientes y de sus derivadas parciales (Smith, 1985).

Este tipo de ecuaciones describen fenómenos físicos como el calor, el sonido y la dinámica de fluidos, entre otros.

Se representa una EDP de segundo orden genérica de la siguiente forma (Zill & Cullen, 2009):

$$A(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x, y) + 2B(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}(x, y) + C(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}(x, y) + a(x, y) \frac{\partial u}{\partial x}(x, y) + b(x, y) \frac{\partial u}{\partial y}(x, y) + c(x, y)u(x, y) = f(x, y) \quad (\text{Zill, 2009})$$

En el contexto de la educación superior, se reconoce que el uso de Python como lenguaje de programación potencia la enseñanza de métodos numéricos, fomenta competencias digitales en estudiantes e investigadores y permite comprender cómo las ecuaciones diferenciales parciales modelan fenómenos físicos reales (Allain, 2024; Langtangen & Linge, 2017). Los principales desafíos se relacionan con la discretización adecuada de las variables radiales y angulares, la definición de condiciones de frontera que aseguren la estabilidad del método y la interpretación de los resultados en términos físicos.

Se estudia la ecuación de la onda en coordenadas polares, y a partir de este enfoque se identifican retos vinculados a la visualización de las simulaciones y a la simplificación del modelo sin pérdida de rigor matemático, con el propósito de que pueda ser utilizado en entornos educativos (Holman & Kunyansky, 2010; Zhu & Zhao, 2019).

Se reconocen aplicaciones actuales del estudio de la ecuación de la onda, entre ellas la simulación de fenómenos acústicos en recintos circulares, el análisis de vibraciones en estructuras mecánicas y la propagación de ondas electromagnéticas en antenas y guías de onda (Morse & Feshbach, 1953; Mohanty, Kumar, & Dahiya, 2013). En todos estos casos, el modelado en coordenadas polares ofrece ventajas al representar con mayor fidelidad la geometría del problema.

Se destacan los aportes de este estudio en dos dimensiones: por un lado, la generación de un modelo computacional accesible y replicable que puede ser utilizado como base para investigaciones más avanzadas (Langtangen & Linge, 2017; Duarte González, Pichardo Silva, & Ramírez Mairena, 2019); por otro, la posibilidad de extender su aplicación hacia áreas interdisciplinarias como la optimización de fracturamiento hidráulico en formaciones no convencionales, la simulación de membranas vibrantes, el análisis sísmico en ingeniería

civil, el estudio de ondas ultrasónicas en medicina y la modelación de procesos energéticos. De esta manera, se busca fortalecer la enseñanza de métodos numéricos en la región y ofrecer una herramienta práctica para investigadores interesados en el modelado de fenómenos ondulatorios en geometrías no cartesianas.

El objetivo de esta investigación consistió en modelar la solución de la ecuación de la onda en coordenadas polares mediante la aplicación del método explícito de diferencias finitas implementado en Python. Esto permite posteriormente evaluar la estabilidad y la convergencia del esquema numérico, analizar la capacidad del modelo para representar fenómenos ondulatorios en dominios circulares y valorar su utilidad como recurso pedagógico en la enseñanza de métodos numéricos y en la formación de competencias digitales en estudiantes e investigadores.

Metodología

Esta investigación se desarrolló siguiendo un enfoque cuantitativo y computacional, estructurado en las siguientes etapas:

Formulación matemática: Se parte de la definición de una ecuación diferencial en derivadas parciales (EDP), su clasificación y los ámbitos en los que se utilizan (Smith, 1985; Morton & Mayers, 2005; Duarte González, Pichardo Silva, & Ramírez Mairena, 2019). Se desarrolla la Serie de Taylor en varias variables, que constituye la base para el Método de Diferencias Finitas aplicado a funciones multivariantes (Belu & Belu, 2007; Langtangen & Linge, 2017).

Posteriormente se definió la ecuación de la onda en coordenadas cartesianas (Zill & Cullen, 2009):

$$\begin{aligned} u_{tt}(x, t) &= c^2 u_{xx}(x, t), & 0 < x < L, \quad t > 0 \\ u(0, t) &= 0, & t > 0 \\ u(L, t) &= 0, & t > 0 \\ u(x, 0) &= f(x), & 0 < x < L \end{aligned}$$

$$u_t(x, 0) = g(x), \quad 0 < x < L$$

Posteriormente se definió la ecuación de la onda en coordenadas polares, expresada como una ecuación diferencial parcial dependiente de las variables radial, angular y temporal. Se establecieron las condiciones iniciales y de frontera necesarias para garantizar la estabilidad del modelo (Holman & Kunyansky, 2010; Mohanty et al., 2013; Zhu & Zhao, 2019):

$$u_{rr} + \frac{1}{r} u_r + \frac{1}{r^2} u_{\theta\theta} = c^2 u_{tt}$$

Condición Inicial

$$u(r, \theta, 0) = f(r, \theta)$$

Condición de frontera ($r = R$)

$$u(R, \theta, t) = 0$$

Periodicidad Angular

$$u(r, 0, t) = u(r, 2\pi, t)$$

Discretización mediante diferencias finitas: Se aplicó el método explícito de diferencias finitas, que establece un esquema numérico para resolver ecuaciones diferenciales parciales (como la de la onda), en donde el valor de la solución en el tiempo futuro se calcula directamente a partir de valores conocidos en el tiempo presente y pasado, transformando las derivadas espaciales y temporales en expresiones algebraicas discretas (LeVeque, 2007; Behera & Behera, 2024). Se construyó una malla bidimensional con coordenadas (r_i, θ_j) que discretiza tanto la variable radial como la angular, permitiendo simular la propagación de la onda en dominios circulares.

$$\Omega = \{(r, \theta): 0 \leq r \leq R; 0 \leq \theta \leq 2\pi\}$$

Implementación computacional en Python: El esquema numérico se codificó en Python utilizando librerías científicas como NumPy para el cálculo matricial y Matplotlib para la

visualización gráfica (Allain, 2024; Amadeusferro, 2023). Se diseñaron funciones que automatizan la iteración temporal y la representación de los resultados, como `plot_snapshot(U, t)`, `animate_wave(U, times)`, `scipy.special.jn(n, x)`.

Validación del modelo: Se verificó la estabilidad y convergencia del método mediante la aplicación de condiciones iniciales controladas y pruebas con diferentes parámetros físicos, como el número de onda, la frecuencia angular, la velocidad de propagación, el radio, el ángulo y el tiempo. Se compararon los resultados obtenidos con soluciones analíticas simplificadas y con comportamientos esperados de la teoría de ondas (Morton & Mayers, 2005; Morse & Feshbach, 1953; Berg, 2025).

Análisis de resultados: La interpretación de las simulaciones gráficas se realizó mediante la generación de representaciones de la solución numérica en coordenadas polares en distintos instantes de tiempo. A través de estas visualizaciones se identificaron patrones de propagación radial, simetrías circulares y fenómenos de interferencia característicos de las ondas en geometrías radiales. Dichos patrones fueron contrastados con soluciones teóricas conocidas de la ecuación de onda, lo que permitió evaluar la capacidad del modelo para reproducir fenómenos físicos. Con base en esta comparación se valoró la claridad con la que las simulaciones ilustran conceptos fundamentales de propagación de ondas, resaltando su utilidad como recurso pedagógico en la enseñanza de métodos numéricos (Press et al., 2007; Strikwerda & Nagel, 1986).

Al analizar la EDP de segundo orden se observa que en una región $\Omega \subset \mathbb{R}^2$, las EDP de segundo orden se clasifican en (Smith, 1985; Evans, 2010):

Parabólicas si $\Delta = B^2 - AC = 0$ en Ω .

Hiperbólicas si $\Delta = B^2 - AC > 0$ en Ω .

Elípticas si $\Delta = B^2 - AC < 0$ en Ω .

Ecuación tipo parabólica:

Un ejemplo de EDP parabólica es la ecuación de calor o difusión, utilizada para modelar el flujo de calor a lo largo de una varilla de longitud L , en la cual la temperatura es uniforme en cada sección transversal. También se emplea para estudiar la difusión de gases (Zill & Cullen, 2009). La EDP que modela este fenómeno es:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, u = (x, t) \text{ (Zill. 2009)}$$

$$u(x, 0) = f(x)$$

$$u(0, t) = u_1$$

$$u(L, t) = u_2$$

Ecuación de tipo hiperbólica:

Un ejemplo de EDP hiperbólica es la ecuación de la onda. Los fenómenos oscilatorios de diferente naturaleza, como las vibraciones de cuerdas y membranas, las oscilaciones acústicas del gas en tubos y las oscilaciones electromagnéticas, se describen mediante ecuaciones de tipo hiperbólico (Morton & Mayers, 2005; Morse & Feshbach, 1953). La más simple es la ecuación de vibraciones de la cuerda, también denominada ecuación ondulatoria unidimensional (Zill & Cullen, 2009). Este tipo de ecuaciones se utilizan igualmente para modelar la ecuación de advección y la ecuación de onda (Smith, 1985; Press, Teukolsky, Vetterling, & Flannery, 2007).

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}; u(x, t) \text{ (Zill. 2009)}$$

$$u_{tt}(x, t) = c^2 u_{xx}(x, t), \quad 0 < x < L, \quad t > 0$$

$$u(0, t) = 0, \quad t > 0$$

$$u(L, t) = 0, \quad t > 0$$

$$u(x, 0) = f(x), \quad 0 < x < L$$

$$u_t(x, 0) = g(x), \quad 0 < x < L$$

Ecuación de tipo elíptica:

Se determinan los procesos a ciclo fijo, en los cuales la función buscada no depende del tiempo, mediante ecuaciones de tipo elíptico. Los representantes típicos de estas ecuaciones son la Ecuación de Poisson y la Ecuación de Laplace (Smith, 1985; Evans, 2010).

Ecuación de Poisson $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y)$ donde $f(x, y)$ es una función definida sobre una región R de borde S .

Ecuación de Laplace $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$ es una función definida sobre una región plana.

Estas ecuaciones se pueden escribir utilizando la siguiente notación:

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \text{ donde } u = u(x, y) \text{ (Zill. 2009)}$$

Serie de Taylor

La Serie de Taylor de una variable real se define como una serie de potencias que se prolonga hasta el infinito, en la cual cada uno de los sumandos se eleva a una potencia mayor que la del término antecedente. Cada elemento de la Serie de Taylor corresponde a la n -ésima derivada de la función f evaluada en el punto a , dividida entre el factorial de n ($n!$), y multiplicada por $(x - a)^n$ (Burden & Faires, 2011; Smith, 1985).

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(a)}{n!} (x - a)^n$$

La Serie de Taylor proporciona un método eficaz para aproximar el valor de una función en un punto en términos del valor de la función y sus derivadas en otro punto (Burden & Faires, 2011; Smith, 1985). Para realizar esta aproximación se consideran únicamente algunos términos de la serie, mientras que el resto se interpreta como un error denominado término residual. El número de términos que se incluyen en la aproximación depende del criterio de quien aplica la serie.

En el caso de la Serie de Taylor en varias variables, la construcción es similar, salvo que cada variable se acompaña de su correspondiente derivada parcial. Por ejemplo:

$$f(a) + \frac{\partial f}{\partial x}(a)(x - a) + \frac{\partial f}{\partial y}(a)(y - a) + \dots$$

En general, en m variables, si $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_m)$ el polinomio de orden 1 es

$$f(a) + \frac{\partial f}{\partial x_1}(\vec{a})(x_1 - a_1) + \frac{\partial f}{\partial x_2}(\vec{a})(x_2 - a_2) + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_m}(\vec{a})(x_m - a_m)$$

que se puede abreviar como

$$f(a) + \sum_{i=1}^m \frac{\partial f}{\partial x_i}(\vec{a})(x - a_i) \quad (1)$$

En dimensión $m = 2$, con $x_1 = x$ y $x_2 = y$, al igualar la expresión (1) a z se obtiene la ecuación del plano tangente. Esto es lógico porque el plano tangente representa la mejor aproximación lineal de la función en el entorno del punto considerado (Burden & Faires, 2011). En dimensiones superiores, el resultado son hiperplanos tangentes, es decir, planos de dimensión m . Para el polinomio de orden dos, se debe tener en cuenta que el producto de dos términos de grado 1, como xy , se considera de grado 2. En consecuencia, lo que se hace es sumar a la expresión (1) los términos correspondientes, recordando que $2! = 2$ (Smith, 1985; Morton & Mayers, 2005).

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}(\vec{a})(x_1 - a_1)^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2}(\vec{a})(x_1 - a_1)(x_2 - a_2) + \dots + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x_m^2}(\vec{a})(x_m - a_m)^2$$

El caso de dos variables, que es bastante común, correspondería a

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}(\vec{a})(x - a_1)^2 + 2 \cdot \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}(\vec{a})(x - a_1)(y - a_1) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}(\vec{a})(y - a_1)^2$$

Donde se ha supuesto que $\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x}$ se cumple porque todas sus derivadas son continuas.

Escrito con sumatorias, el polinomio de Taylor para una función de dos variables es:

$$f(a, b) + \sum_{i=1}^m \frac{\partial f}{\partial x_i}(a, b)(x_i - a_i) + \frac{1}{2!} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial y_j}(\vec{a})(x_i - a_i)(y_j - a_j)$$

Este polinomio también lo podemos escribir de la siguiente forma

$$f(a, b) + f_x(a, b)(x - a) + f_y(a, b)(y - b) + \frac{1}{2} [f_{xx}(a, b)(x - a)^2 + 2f_{xy}(a, b)(x - a)(y - b) + f_{yy}(a, b)(y - b)^2]$$

Ecuación de la Onda en Coordenadas Polares

Ahora se transforma la ecuación de la onda dada en coordenadas rectangulares en coordenadas polares.

Ecuación de la Onda en Coordenadas Cartesianas

$$u_{tt} = c^2 u_{xx}$$

En coordenadas polares (r, θ, t) es

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$$

A lo que es lo mismo

$$u_{rr} + \frac{1}{r} u_r + \frac{1}{r^2} u_{\theta\theta} = c^2 u_{tt}$$

Aproximaciones mediante Diferencias Finitas

Método de Diferencias Finitas

Se define el Método de Diferencias Finitas como un procedimiento de carácter general que permite la resolución aproximada de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales

definidas en recintos finitos (LeVeque, 2007; Smith, 1985). Se caracteriza por su sencillez conceptual y constituye un procedimiento adecuado para la resolución de ecuaciones bidimensionales (Morton & Mayers, 2005).

El primer paso para la aplicación del método consiste en discretizar el recinto del plano en el que se desea resolver la ecuación mediante una malla, por conveniencia cuadrada. Los puntos de la malla se separan una distancia h en ambas direcciones x e y . Posteriormente, se obtiene una aproximación en diferencias de las derivadas primera y segunda utilizando únicamente valores de la función. Dichas aproximaciones se pueden obtener mediante desarrollo en Serie de Taylor o bien mediante interpolación polinómica, por ejemplo, utilizando polinomios interpoladores de Legendre (Belu & Belu, 2007; Duarte González *et al.*, 2019).

Diferencias Finitas en Coordenadas Cartesianas

$$u_x = \frac{u_{i+1,j}^n - u_{i,j}^n}{\Delta x} + 0(\Delta x)$$

$$u_x = \frac{u_{i,j}^n - u_{i-1,j}^n}{\Delta x} + 0(\Delta x)$$

$$u_x = \frac{u_{i+1,j}^n - u_{i-1,j}^n}{2\Delta x} + 0(\Delta x^2)$$

$$u_y = \frac{u_{i,j+1}^n - u_{i,j}^n}{\Delta y} + 0(\Delta y)$$

$$u_t = \frac{u_{i,j}^{n+1} - u_{i,j}^n}{\Delta t} + 0(\Delta t)$$

$$u_{xx} = \frac{u_{i+1,j}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i-1,j}^n}{\Delta x^2} + 0(\Delta x^2) \quad \text{Calor}$$

$$u_{xx} = \frac{u_{i+1}^n - 2u_i^n + u_{i-1}^n}{\Delta x^2} + 0(\Delta x^2) \quad \text{Onda unidimensional}$$

$$u_{tt} = \frac{u_i^{n+1} - 2u_i^n + u_i^{n-1}}{\Delta t^2} + 0(\Delta t^2) \quad (\text{Duarte, 2019})$$

Diferencias Finitas en Coordenadas Polares

Discretización Explícita

Malla Espacial y Temporal

$$r_i = i\Delta r$$

$$\theta_j = j\Delta\theta$$

$$t^n = n\Delta t$$

Aproximaciones con diferencias finitas

Derivada temporal (segundo orden, explícita)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \approx \frac{u_{ij}^{n+1} - 2u_{ij}^n + u_{ij}^{n-1}}{(\Delta t)^2}$$

Derivada Radial

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} \approx \frac{u_{i+1,j}^n - 2u_{ij}^n + u_{i-1,j}^n}{(\Delta r)^2}$$

Derivada Angular

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} \approx \frac{u_{i,j+1}^n - 2u_{ij}^n + u_{i,j-1}^n}{(\Delta \theta)^2}$$

Término $\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r}$

$$\frac{1}{r_i} \frac{\partial u}{\partial r} \approx \frac{1}{r_i} \frac{u_{i+1,j}^n - u_{i-1,j}^n}{2\Delta r}$$

En diferencias finitas, tenemos:

$$2u_{i,j}^n - u_{ij}^{n-1} + c^2 \Delta t^2 \left[\frac{u_{i+1,j}^n - 2u_{ij}^n + u_{i-1,j}^n}{(\Delta r)^2} + \frac{1}{2r_i \Delta r} (u_{i+1,j}^n - u_{i-1,j}^n) + \frac{1}{r_i^2} \frac{u_{i,j+1}^n - 2u_{ij}^n + u_{i,j-1}^n}{(\Delta \theta)^2} \right]$$

Condición Inicial

$$u(r, \theta, 0) = f(r, \theta)$$

Condición de Frontera ($r = R$)

$$u(R, \theta, t) = 0$$

Periodicidad Angular

$$u(r, 0, t) = u(r, 2\pi, t)$$

Problema propuesto para resolver por Diferencias Finitas en Coordenadas Polares

Problema Propuesto

$$u(r, \theta, 0) = 16r^2 - 8r \sin \theta$$

$$u(0, \theta, t) = 0$$

$$u(1, \theta, t) = 0$$

$$u(r, \theta, t) = u(r, 2\pi, t)$$

$$u_t(r, 0, t) = u_t(r, 2\pi, t)$$

$$u_t(r, \theta, 0) = 0$$

Resultados

Utilizando Python para modelar el problema

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.animation as animation

# Parámetros físicos y de malla
c = 1.0
R = 1.0
Nr = 120                                # puntos radiales (incluye r=0 y r=R)
Ntheta = 180                            # puntos angulares
dr = R / Nr
dtheta = 2*np.pi / Ntheta

# Condición CFL conservadora
dt = 0.35 * min(dr, dr*dtheta) / (np.sqrt(2) * c)
Nt = 600
```

```
# Mallas
r = np.linspace(0, R, Nr+1) # i=0..Nr
theta = np.linspace(0, 2*np.pi, Ntheta, endpoint=False) # j=0..Ntheta-1
rr = r[:, None]
tt = theta[None, :]

# Inicialización
u = 16.0 * rr**2 - 8.0 * rr * np.sin(tt) # u(r,θ,0)
u_prev = u.copy() # u_t=0 -> u_prev = u
u_next = np.zeros_like(u)

# Índices angulares periódicos
jp = (np.arange(Ntheta) + 1) % Ntheta
jm = (np.arange(Ntheta) - 1) % Ntheta

# utilidades
def polar_terms(u_arr):
    u_rr = np.zeros_like(u_arr)
    u_r = np.zeros_like(u_arr)
    u_tt = np.zeros_like(u_arr)

    # Interior radial
    u_rr[1:Nr, :] = (u_arr[2:Nr+1, :] - 2*u_arr[1:Nr, :] + u_arr[0:Nr-1, :]) /
(dr**2)
    u_r[1:Nr, :] = (u_arr[2:Nr+1, :] - u_arr[0:Nr-1, :]) / (2*dr)

    # Angular periódico
    u_tt[:, :] = (u_arr[:, jp] - 2*u_arr + u_arr[:, jm]) / (dtheta**2)
    inv_r = np.zeros_like(r)
    inv_r[1:] = 1.0 / r[1:]
    inv_r2 = np.zeros_like(r)
    inv_r2[1:] = 1.0 / (r[1:]**2)
    return u_rr, (inv_r[:, None])*u_r, (inv_r2[:, None])*u_tt
def step(u, u_prev):
    t1, t2, t3 = polar_terms(u)
    u_new = 2*u - u_prev + (c**2)*(dt**2)*(t1 + t2 + t3)
    # Fronteras
    u_new[0, :] = 0.0
    u_new[Nr, :] = 0.0
    return u_new

# Conversión a cartesiano para visualizar
def to_cart(u_arr):
    RR, TT = np.meshgrid(r, theta, indexing='ij')
    X = RR * np.cos(TT)
    Y = RR * np.sin(TT)
    return X, Y, u_arr

# Figura y animación
fig, ax = plt.subplots(figsize=(6,6))
X, Y, Z = to_cart(u)
pcm = ax.pcolormesh(X, Y, Z, shading='auto', cmap='RdBu_r', vmin=-
np.max(np.abs(u)), vmax=np.max(np.abs(u)))
ax.set_aspect('equal')

ax.set_title("Ecuación de la onda en coordenadas polares")
fig.colorbar(pcm, ax=ax)
```

```
def init():
    pcm.set_array(Z.ravel())
    return pcm,
def update(frame):
    global u, u_prev
    u_new = step(u, u_prev)
    u_prev, u = u, u_new
    X, Y, Z = to_cart(u)
    pcm.set_array(Z.ravel())
    return pcm,

ani = animation.FuncAnimation(fig, update, frames=Nt, init_func=init, interval=20,
    blit=True)
plt.show()
```

Imágenes generadas por Python en tiempos distintos

A continuación, se presentan las gráficas del campo escalar $u(r, \theta, t)$ en distintos instantes de tiempo.

Tabla 1

Parámetros de simulación

Parámetro	Valor
Radio del dominio (R)	1
Velocidad de onda (c)	1
Puntos radiales (Nr)	120
Puntos angulares ($N\theta$)	180
Paso radial (Δr)	0.008333
Paso angular ($\Delta \theta$)	0.034907
Paso temporal (Δt)	0.000072
Iteraciones simuladas (Nt)	300
Esquema numérico	Diferencias finitas centradas, 2.º orden
Condición de frontera	Dirichlet homogénea ($u=0$)

Nota. Para cada iteración se incluyen 2 tipos de visualización

Mapa de color con contornos superpuestos

Representa la amplitud mediante una escala cromática (rojo = positivo, azul = negativo) con líneas de contorno que delimitan regiones de igual valor.

Mapa de contornos (isolíneas)

Muestra únicamente las curvas de nivel del campo, lo que facilita la identificación de frentes de onda y patrones nodales.

Figura 1

Mapa de color y de contornos $t = 0$

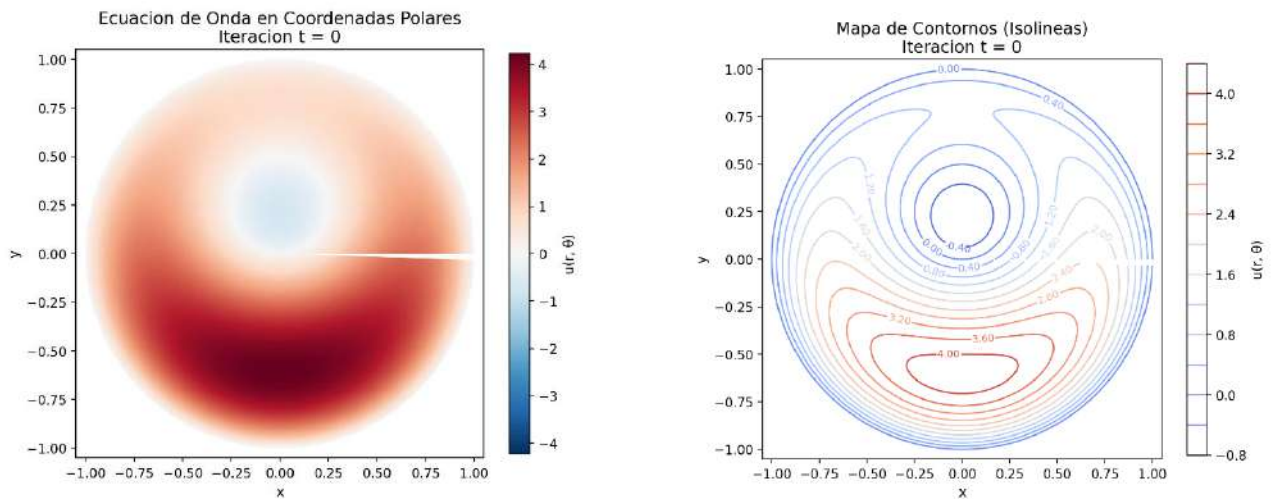


Figura 2

Mapa de color y de contornos $t = 50$

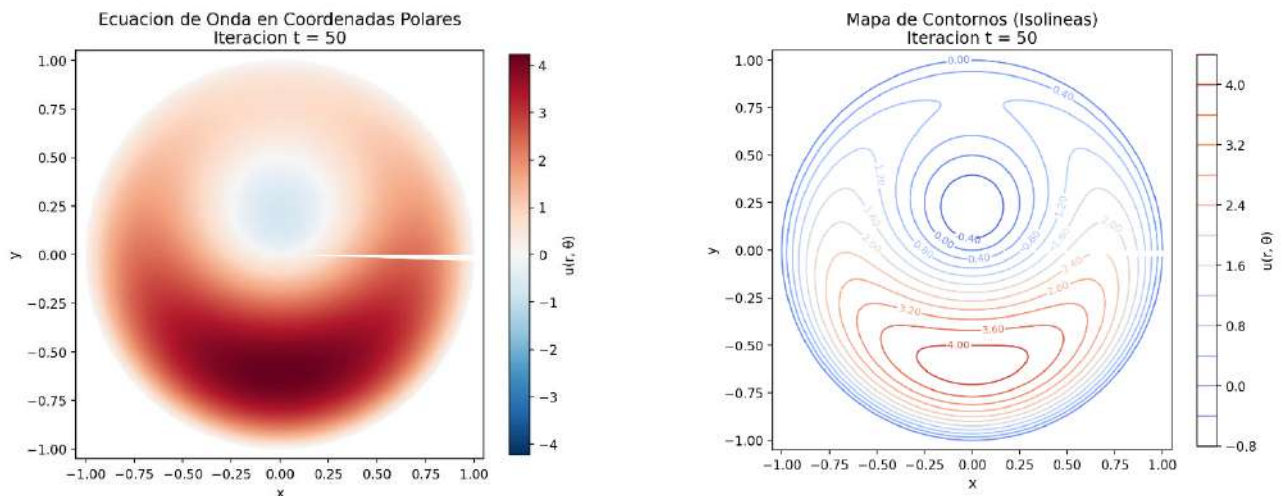


Figura 3

Mapa de color y de contornos $t = 100$

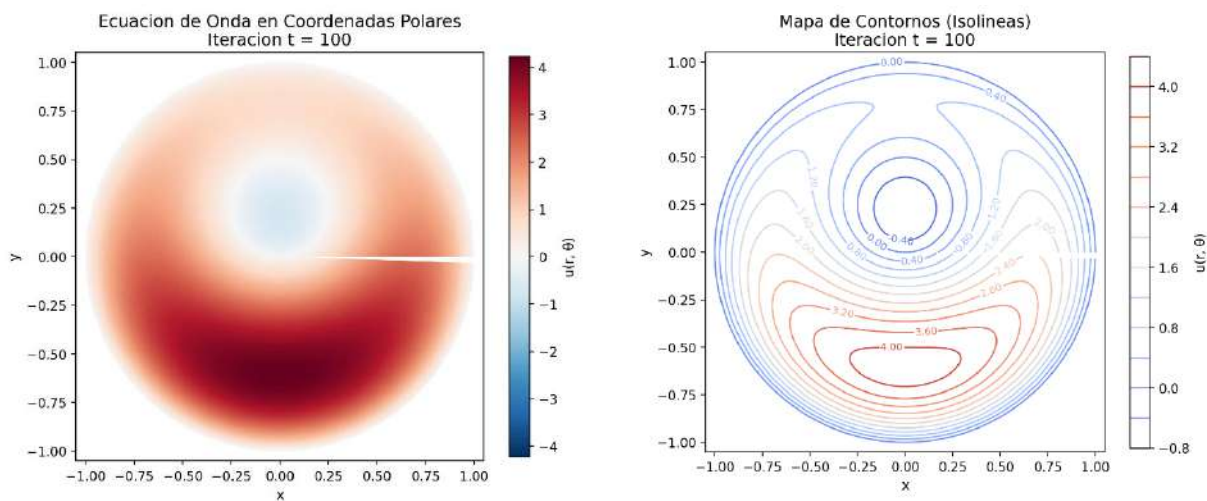


Figura 4

Mapa de color y de contornos $t = 150$

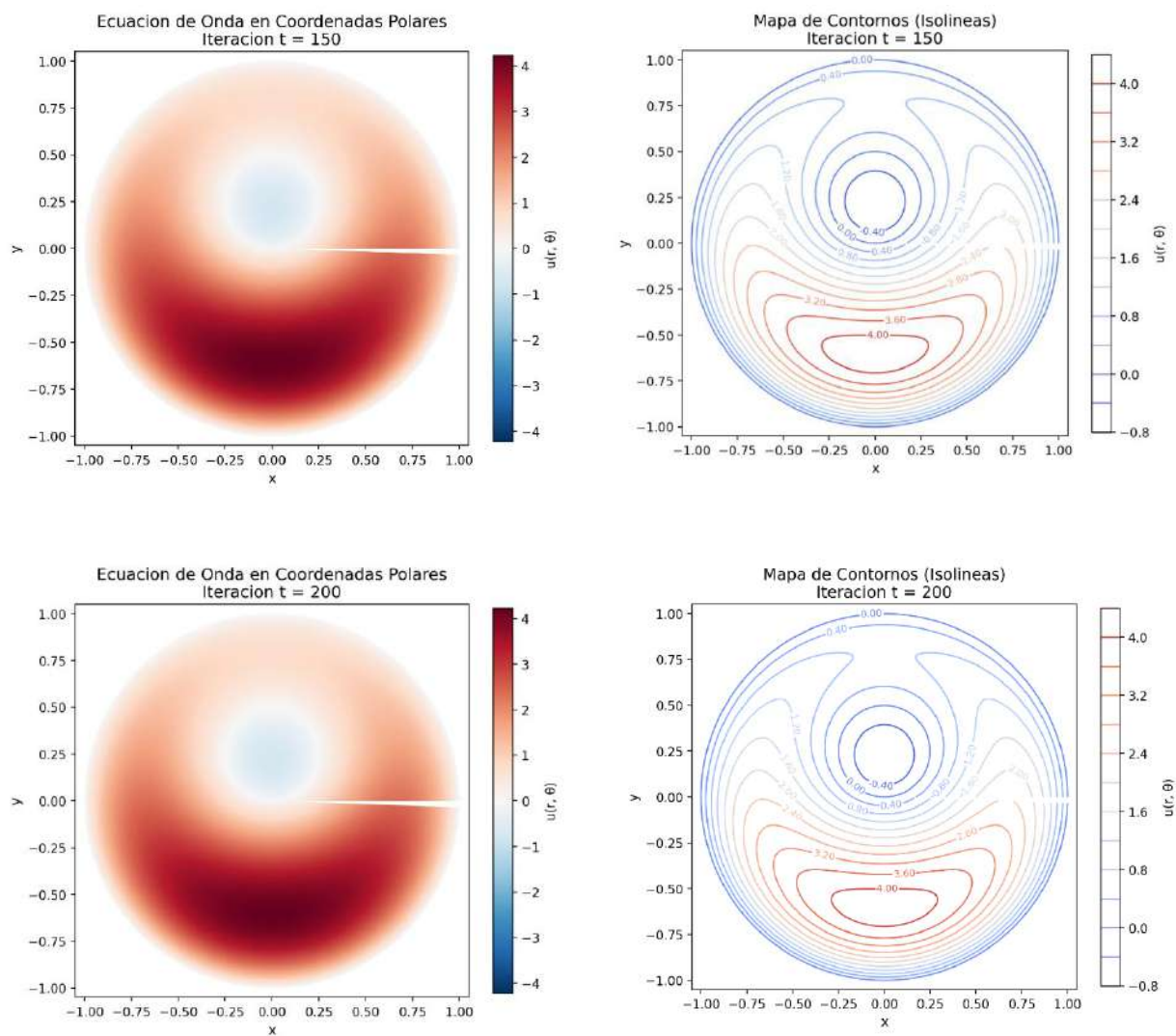


Figura 6

Mapa de color y de contornos $t = 250$

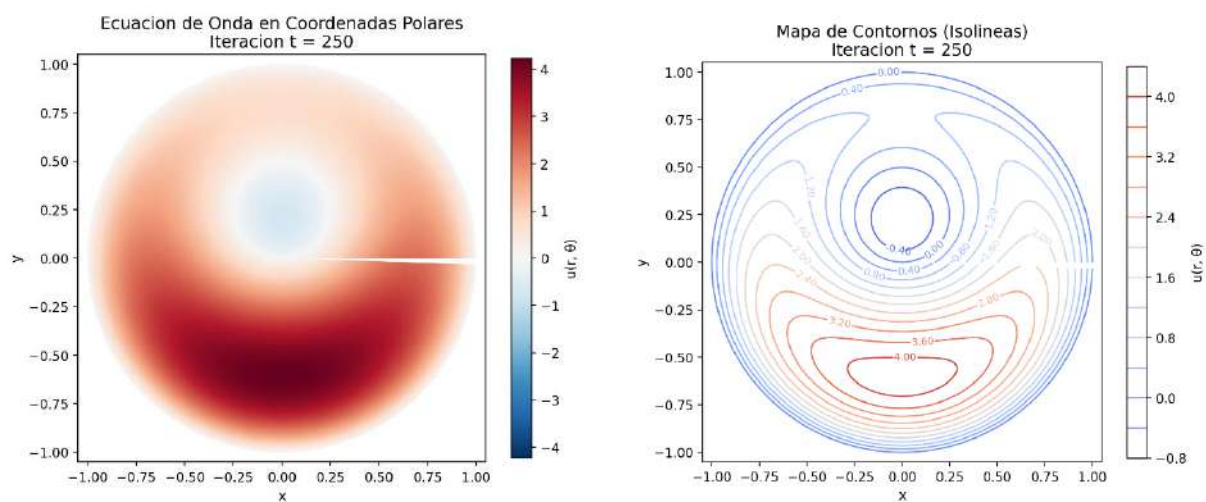
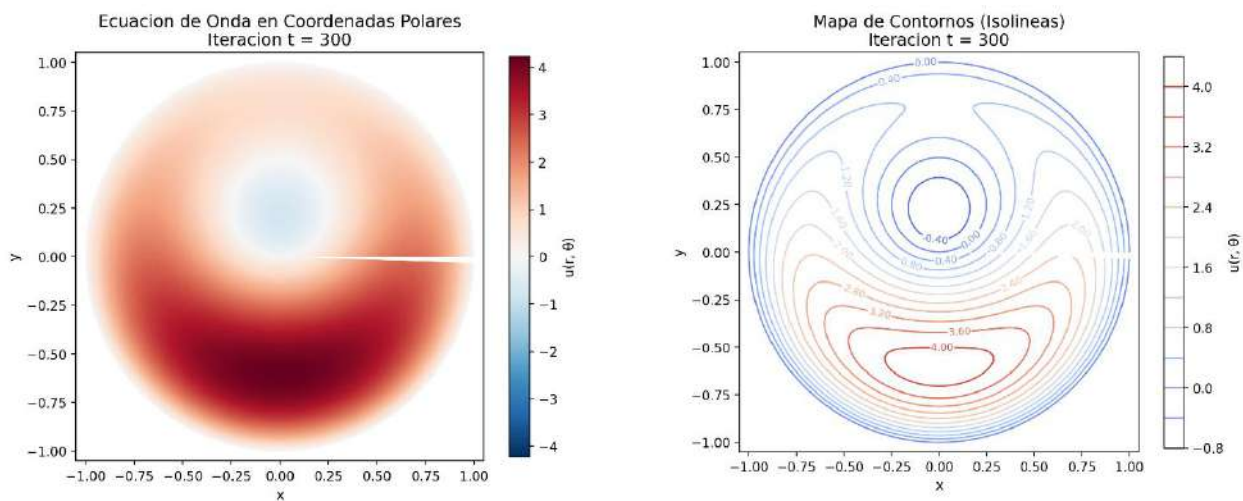


Figura 7

Mapa de color y de contornos $t = 300$



Discusión

Simulación numérica

La perturbación inicial se propaga radialmente desde el centro del disco hacia la frontera externa, con una velocidad consistente con el parámetro $c = 1$. En la frontera $r = R$, los frentes de onda se reflejan debido a la condición de Dirichlet homogénea ($u = 0$), invirtiendo su signo y desplazándose de regreso hacia el centro. La interacción entre ondas incidentes y reflejadas genera patrones complejos de amplitud variable en el interior del dominio. Se observa además la conservación de la energía en el sistema discreto, dentro de los márgenes de precisión del esquema numérico utilizado.

El esquema numérico explícito de segundo orden, garantiza la estabilidad del cálculo durante las 300 iteraciones realizadas. Las gráficas obtenidas muestran de manera consistente los contornos de amplitud, lo que permite un análisis detallado de la dinámica ondulatoria en el dominio circular. La asimetría de la condición inicial dependiente de $\sin(\theta)$ produce patrones de propagación no radiales, cuya dependencia angular persiste a lo largo de toda la simulación.

Visualización

La simulación numérica de la ecuación de la onda en coordenadas polares permitió analizar la propagación de una perturbación inicial dependiente del radio y del ángulo. En el instante inicial $t = 0$ (Figura 1), el mapa de color con contornos superpuestos mostró el perfil definido por $u(r, \theta, 0) = 16r^2 - 8r\sin \theta$, con lóbulos angulares bien marcados y valores nulos en el centro y el borde. El mapa de contornos complementó esta visión al resaltar la asimetría angular introducida por el término sinusoidal.

En la iteración $t = 50$ (Figura 2), el mapa de color evidenció la expansión radial de la onda con alternancia cromática entre regiones positivas y negativas, mientras que el mapa de contornos permitió identificar con claridad los frentes concéntricos en propagación. A medida que avanzó la simulación, en $t = 100$ (Figura 3) se observaron interferencias constructivas y destructivas en el mapa de color, y el mapa de contornos mostró la complejidad creciente de las curvas de nivel, confirmando la naturaleza oscilatoria del fenómeno.

En estados intermedios, como $t = 150$ (Figura 4), el mapa de color reflejó la interacción de la onda con la frontera externa, donde se produjo la reflexión. El mapa de contornos reveló la superposición entre ondas incidentes y reflejadas, con la aparición de nodos y antinodos incipientes. Posteriormente, en $t = 200$ (Figura 5), la propagación se tornó más homogénea; el mapa de color mostró la reducción progresiva de la amplitud y el mapa de contornos enfatizó la consolidación de la simetría radial.

En $t = 250$ (Figura 6), la alternancia cromática entre regiones positivas y negativas se intensificó en el mapa de color, mientras que el mapa de contornos destacó patrones nodales más definidos en el interior del dominio. Finalmente, en $t = 300$ (Figura 7), el mapa de color mostró un patrón estable con predominio de simetrías circulares, y el mapa de contornos confirmó la periodicidad angular y la fidelidad del modelo numérico para reproducir la física del problema.

Las imágenes correspondientes a los distintos tiempos de simulación muestran cómo la onda conserva estabilidad y coherencia en su propagación (Holman & Kunyansky, 2010; Mohanty *et al.*, 2013). Dichos patrones son característicos de las vibraciones en membranas circulares y confirman la correcta implementación del esquema numérico (Morse & Feshbach, 1953; Zhu & Zhao, 2019). El uso de una condición CFL fue fundamental para garantizar la estabilidad del cálculo durante las 300 iteraciones, tal como se ha señalado en Holman & Kunyansky, 2010; Mohanty *et al.*, 2013). Asimismo, el empleo de Python favoreció la integración de rutinas de visualización y análisis, lo cual enriqueció la interpretación de los fenómenos simulados y permitió validar la calidad de las soluciones. Este enfoque no solo aporta un recurso didáctico para la enseñanza de métodos numéricos y física matemática, sino que también abre la posibilidad de extender el modelo hacia aplicaciones más complejas, como la propagación de ondas en medios heterogéneos o bajo condiciones de frontera dinámicas (Allain, 2024; Amadeusferro, 2023).

Aplicaciones prácticas

En Física, las vibraciones en tambores y placas circulares; en ingeniería, el análisis de estructuras radiales sometidas a cargas dinámicas; en geofísica, la propagación de ondas sísmicas en medios con simetría radial; y en la educación, como recurso pedagógico para enseñar métodos numéricos y ecuaciones diferenciales parciales.

Limitaciones

La simulación numérica de la ecuación de onda en coordenadas polares ofrece resultados claros y reproducibles, aunque es importante reconocer las limitaciones inherentes al método utilizado. En primer lugar, el esquema explícito de diferencias finitas requiere pasos de tiempo muy pequeños para garantizar la estabilidad. Esto implica un costo computacional elevado, ya que se necesitan numerosas iteraciones para cubrir intervalos de tiempo relativamente cortos. En problemas de mayor escala o en tres dimensiones, esta restricción puede volverse prohibitiva (LeVeque, 2007; Smith, 1985). La precisión de los resultados depende directamente de la densidad de la malla polar. Una discretización insuficiente en la dirección radial o angular puede generar errores de truncamiento significativos, afectando la correcta representación de nodos y antinodos. Además, cerca del origen, la presencia de términos singulares exige un tratamiento cuidadoso; de lo contrario, pueden aparecer inestabilidades numéricas o distorsiones en la solución (Morton & Mayers, 2005). Otra limitación es la dificultad de extender el modelo a geometrías más complejas o condiciones de frontera no circulares. El esquema actual está optimizado para dominios con simetría radial y condiciones periódicas en el ángulo, lo que restringe su aplicabilidad a problemas con geometrías irregulares. Asimismo, la simulación no incorpora efectos disipativos ni condiciones materiales heterogéneas, por lo que no refleja fenómenos como la atenuación de ondas en medios reales (Morse & Feshbach, 1953; Zhu & Zhao, 2019).

Finalmente, aunque las visualizaciones obtenidas son útiles para comprender la dinámica de la onda, la interpretación cualitativa puede ocultar errores cuantitativos si no se acompaña de métricas de convergencia y conservación de energía. Por ello, resulta

fundamental complementar las gráficas con análisis numéricos que validen la solidez de los resultados (Allain, 2024; Duarte González *et al.*, 2019).

Conclusiones

El desarrollo de este trabajo permitió comprobar la pertinencia del método de diferencias finitas como herramienta numérica para abordar la ecuación de la onda en coordenadas polares, un problema que presenta complejidades adicionales frente a su formulación en coordenadas cartesianas (LeVeque, 2007; Smith, 1985). La implementación en Python demostró ser flexible y eficiente, ya que permitió la construcción de mallas radiales y angulares, la discretización de derivadas parciales y la simulación de la propagación de ondas en dominios circulares con relativa sencillez (Allain, 2024; Amadeusferro, 2023). Los resultados obtenidos evidencian la capacidad del modelo para aproximar soluciones estables y coherentes con el comportamiento físico esperado, siempre que se respeten las condiciones de estabilidad y convergencia propias del esquema numérico (Morton & Mayers, 2005).

En síntesis, el trabajo confirma que la combinación de diferencias finitas en coordenadas polares y herramientas computacionales modernas constituye una vía sólida para aproximar soluciones de la ecuación de la onda, contribuyendo tanto al ámbito académico como al desarrollo de aplicaciones prácticas en ingeniería y ciencias aplicadas (Morse & Feshbach, 1953; Duarte González *et al.*, 2019).

Declaración no conflicto de interés

Los autores declaran la responsabilidad total del contenido científico presentado y aseguran que no existen conflictos de interés de carácter personal, académico, profesional, institucional, financiero o comercial que pudieron influir en el desarrollo de la investigación, el análisis de los resultados o la publicación del presente artículo.

Participación de los autores

Los autores EAA y MTOO asumieron todas las fases del proceso investigativo, incluyendo la conceptualización, la revisión de la literatura, el análisis de los datos, asimismo, aseguran que se llevaron de manera autónoma la redacción, revisión y edición final del presente manuscrito cumpliendo con los estándares éticos y metodológicos establecidos por la comunidad científica.

Referencias bibliográficas

- Allain, R. (2024). *Modeling waves with numerical calculations using Python*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-78291-6>
- Amadeusferro. (2023). *Finite-Difference Wave Equation Simulator* (Python) [Repositorio en GitHub]. <https://github.com/amadeusferro/Finite-Difference-Wave-Equation-Simulator>
- Behera, S., & Behera, D. K. (2024). Use of various finite difference methods for solving PDE. *International Journal of Physics and Mathematics*, 6(2), 48–56.
<https://doi.org/10.33545/26648636.2024.v6.i2a.96>
- Belu, R., & Belu, A. C. (2007). Using finite difference methods instead of standard calculus in teaching physics. En *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. <https://peer.asee.org/using-finite-difference-methods-instead-of-standard-calculus-in-teaching-physics.pdf>
- Berg, I. (2025). *Solving the 2D wave equation with the finite difference method*. Recreational Mathematics. Beltoforum
https://beltoforion.de/en/recreational_mathematics/2d-wave-equation.php
- Duarte González, E. Y., Pichardo Silva, M. J., & Ramírez Mairena, L. V. (2019). *Solución de las ecuaciones diferenciales parciales mediante diferencias finitas* [Informe técnico]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.
- Holman, B., & Kunyansky, L. (2010). *A second-order finite difference scheme for the wave equation on a reduced polar grid* (Technical Report). University of Arizona.
<https://math.arizona.edu/~leonk/papers/polarFD7.pdf>

- Krishna, G., Kalyanrao, T., & Shrikisan, G. (2021). *New technique for solving time fractional wave equation: Python* [Manuscrito no publicado]. Academia.edu.
<https://www.academia.edu/76599169>
- Langtangen, H. P., & Linge, S. (2017). Finite difference methods for 2D and 3D wave equations. En *Finite difference computing with PDEs* (pp. 241–276). Springer.
- LeVeque, R. J. (2007). *Finite difference methods for ordinary and partial differential equations: Steady-state and time-dependent problems*. SIAM.
- Maas, M. (s.f.). *Apuntes de diferencias finitas* [Apuntes de cátedra]. Universidad de Buenos Aires.
- Mohanty, R. K., Kumar, R., & Dahiya, V. (2012). Cubic spline method for 1D wave equation in polar coordinates. *ISRN Computational Mathematics*, 2012, 1–6.
<https://doi.org/10.5402/2012/302923>
- Morton, K. W., & Mayers, D. F. (2005). *Numerical solution of partial differential equations: An introduction* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Morse, P. M., & Feshbach, H. (1953). *Methods of theoretical physics*. McGraw-Hill.
- Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P. (2007). *Numerical recipes: The art of scientific computing* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Qingkai, K., Timmy, S., & Alexandre, B. (2020). *Finite difference method*. En *Python Numerical Methods*. University of California, Berkeley.
<https://pythonnumericalmethods.studentorg.berkeley.edu>
- Smith, G. D. (1985). *Numerical solution of partial differential equations: Finite difference methods* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Strikwerda, J. C., & Nagel, Y. (1986). *Finite difference methods for polar coordinate systems* (Technical Summary Report No. 2934). Mathematics Research Center, University of Wisconsin-Madison.
- Zhu, N., & Zhao, M. L. (2019). High-order finite difference method for Helmholtz equation in polar coordinates. *American Journal of Computational Mathematics*, 9(3), 174–186. <https://doi.org/10.4236/ajcm.2019.93013>



Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN L: 2313-7819

Vol. 13, Nº 2 Julio – Diciembre 2026

pp. 38-66

Zill, D. G., & Cullen, M. R. (2009). *Ecuaciones diferenciales con problemas con valores en la frontera* (A. E. García Hernández, Trad.; 7ª ed.). Cengage Learning Editores.

Riesgos emergentes y nuevas ciberamenazas: estrategias de mitigación mediante inteligencia de amenazas y resiliencia operativa

Emerging risks and new cyber threats: mitigation strategies through threat intelligence and operational resilience

Ricardo M. Candanedo Yau

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Panamá Este, Facultad de Informática Electrónica y Comunicación, Panamá.

ricardo.candanedo@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0002-5017-9830>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a9302>

Resumen

El incremento de los riesgos emergentes y las nuevas ciberamenazas ha generado escenarios digitales cada vez más complejos que comprometen la estabilidad operativa y la seguridad de la información en las organizaciones. Este contexto exige estrategias integradas que articulen la inteligencia de amenazas con la resiliencia operativa. El objetivo del estudio consistió en analizar el papel de la inteligencia de amenazas y la resiliencia operativa como estrategia para la mitigación de fenómenos digitales adversos en contextos organizacionales, a partir de un enfoque teórico y documental, para esto se realizó una revisión de literatura científica mediante la consulta de bases de datos especializadas (Scopus, Web of Science, Google Scholar e IEEE Xplore). Inicialmente se identificaron 85 documentos, de los cuales 35 fueron excluidos tras aplicar criterios de pertinencia temática, actualidad y calidad metodológica, quedando una muestra final de 50 estudios para el análisis. Los autores más representativos en la temática fueron Hutchins, Cloppert y Amin; Behl y Behl; Linkov *et al.*; Tounsi y Rais; y Von Solms y Van Niekerk. Sus aportes destacaron la defensa basada en inteligencia, la resiliencia organizacional, el análisis técnico de datos y la transición desde la seguridad de la información hacia un enfoque integral de ciberseguridad.

Los resultados evidenciaron que la integración entre inteligencia de amenazas y resiliencia operativa favorece la detección temprana de incidentes, fortalece la toma de decisiones estratégicas y reduce el impacto operativo de los eventos de seguridad. Asimismo, se identificó una tendencia

creciente hacia el uso del monitoreo continuo y el análisis de datos como componentes clave en la gestión del riesgo digital.

Se concluye que la adopción de mecanismos estructurados de vigilancia tecnológica y continuidad de operaciones constituye un enfoque eficaz para enfrentar escenarios complejos y dinámicos, contribuyendo a una gestión de la seguridad informática integral y sostenible en contextos organizacionales.

Palabras clave: gestión del riesgo, inteligencia de amenazas, resiliencia operativa, seguridad de la información, sistemas de información

Abstract

The increase in emerging risks and new cyber threats has generated increasingly complex digital scenarios that compromise operational stability and information security in organizations. This context demands integrated strategies that combine threat intelligence with operational resilience. The objective of this study was to analyze the role of threat intelligence and operational resilience as a strategy for mitigating adverse digital phenomena in organizational contexts, using a theoretical and documentary approach. To this end, a review of scientific literature was conducted by consulting specialized databases (Scopus, Web of Science, Google Scholar, and IEEE Xplore). Initially, 85 documents were identified, of which 35 were excluded after applying criteria of thematic relevance, currency, and methodological quality, leaving a final sample of 50 studies for analysis. The most representative authors on the topic were Hutchins, Cloppert, and Amin; Behl and Behl; Linkov *et al.*; Tounsi and Rais; and Von Solms and Van Niekerk. Their contributions highlighted intelligence-based defense, organizational resilience, technical data analysis, and the transition from information security to a comprehensive cybersecurity approach.

The results showed that integrating threat intelligence and operational resilience facilitates early incident detection, strengthens strategic decision-making, and reduces the operational impact of security events. Furthermore, a growing trend toward the use of continuous monitoring and data analysis as key components of digital risk management was identified.

It is concluded that adopting structured technology monitoring and business continuity mechanisms is an effective approach to addressing complex and dynamic scenarios, contributing to comprehensive and sustainable cybersecurity management in various contexts.

Keywords: information security, information systems, operational resilience, risk management, threat intelligence

Introducción

El acelerado proceso de digitalización que caracteriza a las sociedades contemporáneas ha transformado de manera sustancial los modelos de producción, comunicación y gestión organizacional. La interconexión permanente de sistemas, dispositivos y plataformas ha incrementado la eficiencia operativa, pero también ha generado una superficie de exposición cada vez más amplia frente a eventos que comprometen la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información (Von Solms & Van Niekerk, 2013; González Díaz, 2025). En este contexto, la seguridad informática ha dejado de ser un componente exclusivamente técnico para convertirse en un eje estratégico vinculado a la continuidad de las operaciones, la sostenibilidad institucional y la confianza de los usuarios (Linkov *et al.*, 2019; Behl & Behl, 2017).

Durante la última década, se ha evidenciado una evolución significativa en la naturaleza de los incidentes digitales, caracterizada por su mayor sofisticación, persistencia y capacidad de adaptación. Estas transformaciones han dado lugar a un escenario en el que los mecanismos tradicionales de protección resultan insuficientes para enfrentar fenómenos cada vez más complejos (Tounsi & Rais, 2018; Saeed *et al.*, 2023). Diversos estudios señalan que las amenazas actuales no solo explotan vulnerabilidades tecnológicas, sino también debilidades organizacionales, humanas y procedimentales, lo que exige un enfoque integral basado en la anticipación, la gestión del riesgo y la capacidad de recuperación operativa (Cantillo Velásquez *et al.*, 2025; Darus *et al.*, 2025).

Desde una perspectiva conceptual, la inteligencia de amenazas se ha consolidado como un recurso estratégico orientado a la recopilación, análisis e interpretación sistemática de información relevante sobre eventos digitales adversos (Hutchins *et al.*, 2011; Kure & Islam, 2019). Este enfoque permite transformar grandes volúmenes de datos en conocimiento útil para la toma de decisiones, fortaleciendo los procesos de prevención y respuesta (Ramakumar, 2024; Sarker *et al.*, 2023). Paralelamente, la resiliencia operativa ha adquirido relevancia como principio organizacional que busca garantizar la continuidad funcional ante situaciones críticas mediante la planificación, la adaptación y la recuperación eficiente de los sistemas afectados (Linkov *et al.*, 2019; Simarangkir, 2025). Ambas dimensiones se complementan al articular capacidades analíticas con estructuras organizativas capaces de sostener la estabilidad institucional en contextos de incertidumbre (Dekker & Alevizos, 2023; Alevizos & Ta, 2024).

La literatura especializada reconoce que la integración entre vigilancia tecnológica, análisis predictivo y modelos de gestión organizacional constituye una tendencia emergente en los sistemas modernos de seguridad de la información (Santos *et al.*, 2025; Rajamäki *et al.*, 2025). Sin embargo, persisten vacíos teóricos y metodológicos relacionados con la manera en que estas estrategias pueden ser implementadas de forma coordinada, así como con su impacto real en la mitigación de eventos disruptivos (Schmitt, 2023; Silvestri *et al.*, 2024). Asimismo, se observa una necesidad creciente de estudios que aborden el fenómeno desde un enfoque interdisciplinario, considerando tanto los aspectos técnicos como los organizacionales y estratégicos (Ochoa Torres & López, 2024; Rejas de la Peña *et al.*, 2025).

En este marco, surge la interrogante central que orientó la presente investigación: ¿De qué manera la integración de la inteligencia de amenazas y resiliencia operativa contribuye a fortalecer las estrategias de mitigación frente a los riesgos emergentes en los entornos digitales contemporáneos? Esta pregunta permitió delimitar el campo de estudio y orientar el análisis hacia la comprensión de los mecanismos que posibilitan una respuesta más efectiva ante escenarios dinámicos y cambiantes, caracterizados por la incertidumbre, la complejidad y la transformación constante de las amenazas digitales. De allí que el objetivo del estudio consistió en analizar el papel

de la inteligencia de amenazas y la resiliencia operativa como estrategias para la mitigación de fenómenos digitales adversos en contextos organizacionales, a partir de un enfoque teórico y documental, considerando la necesidad de comprender de manera integrada los desafíos que imponen los riesgos emergentes en los entornos digitales actuales.

En síntesis, esta investigación se inscribe en el campo de los estudios sobre seguridad de la información y gestión organizacional, que permite ampliar el conocimiento sobre estrategias contemporáneas de mitigación y fortalecer la comprensión de los procesos que sustentan la estabilidad operativa frente a escenarios emergentes. La incorporación del enfoque de inteligencia de amenazas y resiliencia operativa constituye un aporte relevante para la formulación de modelos integrales orientados a responder a las exigencias actuales de los entornos digitales y así articular de manera coherente la prevención, el análisis y la continuidad de las operaciones como ejes estratégicos de la seguridad informática.

Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico cualitativo de carácter descriptivo, orientado al análisis sistemático de los fenómenos asociados a la mitigación de riesgos emergentes en entornos digitales mediante la integración de inteligencia de amenazas y resiliencia operativa. El diseño del estudio fue no experimental y transversal, dado que no se realizó manipulación de variables, sino que se examinó la información disponible en su contexto natural a partir de fuentes documentales especializadas. La estrategia metodológica se fundamentó en una revisión de literatura científica, lo que permitió identificar, organizar y analizar de manera crítica los principales aportes teóricos y conceptuales relacionados con la temática objeto de estudio.

El estudio se llevó a cabo en un entorno académico universitario del Centro Regional Universitario de Panamá Este (CRUPE), con apoyo de recursos institucionales. La revisión bibliográfica se efectuó mediante un procedimiento que comprendió la búsqueda, selección y análisis de literatura científica en bases de datos especializadas. La búsqueda se realizó a partir de palabras clave como: inteligencia de amenazas, resiliencia operativa y riesgos emergentes.

El tipo de investigación correspondió a un estudio analítico-documental con alcance exploratorio y explicativo, sustentado en la consulta de la revisión de bases de datos académicas especializadas como Scopus, Web of Science, Google Scholar e IEEE Xplore. En una fase inicial se identificaron 85 documentos vinculados con la temática, los cuales fueron sometidos a un proceso de selección mediante criterios de pertinencia temática, actualidad de la información y calidad metodológica. Como resultado de este proceso, se excluyeron 35 trabajos y se conformó una muestra final de 50 documentos para su análisis. Este procedimiento permitió realizar un examen comparativo de los modelos conceptuales, marcos normativos y estrategias organizacionales reportadas en la literatura, facilitando la identificación de tendencias, coincidencias y aportes relevantes. Entre los autores más representativos considerados para la construcción del marco analítico se encuentran Hutchins, Cloppert y Amin; Behl y Behl; Linkov *et al.*; Tounsi y Rais; y Von Solms y Van Niekerk.

Las variables principales analizadas fueron la inteligencia de amenazas, concebida como el conjunto de procesos de recolección, análisis e interpretación de información sobre eventos digitales adversos (Hutchins *et al.*, 2011; Kure & Islam, 2019), y la resiliencia operativa, entendida como la capacidad institucional para mantener y recuperar funciones críticas frente a incidentes que afectan los sistemas de información (Linkov *et al.*, 2019; Behl & Behl, 2017). De manera complementaria, se analizaron variables intervinientes relacionadas con la gestión del riesgo, la toma de decisiones estratégicas y la continuidad de operaciones.

La población objeto de estudio estuvo constituida por documentos científicos, reportes técnicos y marcos de referencia sobre seguridad informática y gestión organizacional, localizados mediante búsquedas en bases de datos académicas especializadas, incluyendo publicaciones elaboradas por organismos internacionales, centros de investigación y entidades especializadas. La muestra estuvo conformada por 50 documentos seleccionados mediante un muestreo intencional no probabilístico, considerando criterios de pertinencia temática, actualidad de la información y relevancia académica. Se incluyeron artículos científicos indexados, así como informes técnicos

emitidos por organizaciones especializadas tales como el National Institute of Standards and Technology, la International Organization for Standardization, el World Economic Forum y la European Union Agency for Cybersecurity, además de normas internacionales vinculadas con la seguridad de la información y la continuidad operativa, publicados entre los años 2010 y 2025.

Como instrumentos de recolección de datos se emplearon fichas de análisis documental y matrices de categorización temática, elaboradas para registrar información relacionada con conceptos clave, enfoques metodológicos, resultados relevantes y propuestas de mitigación identificadas en los documentos seleccionados. Se diseñaron y aplicaron un total de 50 fichas de análisis documental, una por cada documento incluido en la muestra, las cuales permitieron registrar de manera sistemática información referente a: autor, año de publicación, tipo de documento, objetivo del estudio, principales conceptos abordados, enfoque metodológico, resultados relevantes y propuestas de mitigación relacionadas con la inteligencia de amenazas y la resiliencia operativa.

Las categorías de análisis se construyeron mediante un proceso inductivo-deductivo. En una fase inicial se identificaron conceptos recurrentes en la literatura, tales como inteligencia de amenazas, resiliencia operativa, gestión del riesgo, continuidad operativa y toma de decisiones, los cuales fueron organizados en matrices de categorización para su posterior análisis comparativo. Asimismo, se empleó una guía de observación estructurada para examinar modelos de gestión documentados en estudios de caso previamente publicados, con el propósito de identificar similitudes, diferencias y tendencias relevantes.

Las técnicas de análisis empleadas incluyeron el análisis de contenido, el análisis comparativo y triangulación teórica, con el propósito de fortalecer la coherencia y confiabilidad de los hallazgos. El análisis de contenido permitió identificar patrones temáticos y categorías conceptuales recurrentes en los documentos revisados. El análisis comparativo facilitó la identificación de similitudes y diferencias entre los distintos modelos y enfoques de mitigación reportados en la literatura especializada. La triangulación teórica se utilizó como estrategia de

validación interna, contrastando los resultados obtenidos a partir de diversas fuentes documentales y perspectivas conceptuales, lo que contribuyó a reducir sesgos interpretativos y fortalecer la consistencia del análisis. No se aplicaron técnicas estadísticas inferenciales debido al carácter cualitativo y documental del estudio.

Con el propósito de garantizar la replicabilidad de la investigación, los datos fueron clasificados según el grado de presencia y desarrollo de los criterios analizados en cada documento, considerando indicadores como la inclusión de modelos de inteligencia de amenazas, la existencia de estrategias formales de resiliencia operativa y la articulación entre análisis predictivo y planificación organizacional. A partir de estos indicadores, los resultados se organizaron en tres niveles de desempeño metodológico: bajo (0–49 %), cuando los documentos presentaban referencias parciales o fragmentadas a los criterios establecidos; medio (50–74 %), cuando incorporaban de manera moderada componentes integrados de análisis y gestión; y alto (75–100 %), cuando evidenciaban una aplicación sistemática y coherente de los enfoques de inteligencia de amenazas y resiliencia operativa.

En cuanto a los recursos tecnológicos utilizados, se emplearon bases de datos académicas digitales para la búsqueda y recuperación de información científica, así como gestores bibliográficos para la organización de las referencias. El procesamiento y sistematización de los datos se realizó mediante programas de análisis cualitativo asistido por computadora, los cuales facilitaron la codificación, categorización y visualización de relaciones entre conceptos. Asimismo, se emplearon herramientas ofimáticas como Zotero, Mendeley, NVivo, Atlas.ti y Excel para la elaboración de matrices analíticas y la redacción del informe final.

La fase de recolección de información se desarrolló entre los meses de marzo y julio de 2025, periodo en el cual se aplicaron criterios de inclusión y exclusión relacionados con la pertinencia temática, actualidad de los documentos y calidad metodológica. Posteriormente, entre agosto y octubre de 2025 se efectuó el análisis e interpretación de la información mediante fichas

documentales, matrices de categorización temática y técnicas de análisis de contenido, análisis comparativo y triangulación teórica. La redacción y validación del informe científico se realizó entre noviembre y diciembre de 2025, consolidando los resultados obtenidos a partir del proceso sistemático de revisión y análisis de la literatura especializada.

Desde el punto de vista ético, se respetaron los principios de integridad académica y uso responsable de la información, citando todas las fuentes conforme a las normas APA 7. Los datos analizados correspondieron exclusivamente a documentos de acceso público, sin involucrar información sensible ni sujetos humanos directamente.

La metodología adoptada permitió establecer un marco sistemático para el estudio del fenómeno, garantizando su replicabilidad por parte de otros investigadores interesados en profundizar en el análisis de estrategias de mitigación en contextos digitales. La combinación de técnicas documentales, analíticas y comparativas proporcionó una visión integral del problema investigado y sentó las bases para la interpretación de los resultados desde una perspectiva teórica y aplicada.

Resultados

El análisis de la información recopilada permitió identificar patrones relevantes asociados a la gestión de los entornos digitales frente a eventos disruptivos, así como a las estrategias implementadas para fortalecer la estabilidad operativa mediante el uso de inteligencia de amenazas y enfoques de resiliencia organizacional. Los resultados se organizaron en función de categorías conceptuales derivadas del proceso de análisis de contenido y triangulación teórica, lo que facilitó la interpretación sistemática de los datos.

Previo a la presentación de los resultados específicos, se examinó la distribución temática de las fuentes consultadas con el fin de determinar las áreas de mayor énfasis dentro del corpus documental analizado. La Tabla 1 muestra la frecuencia relativa de los principales enfoques identificados en los documentos seleccionados.

Tabla 1

Distribución temática de los enfoques analizados en la literatura especializada

Enfoque principal	Número de documentos	Porcentaje (%)	Tendencia identificada
Seguridad de la información	18	36 %	Alta recurrencia
Gestión del riesgo digital	14	28 %	En crecimiento
Inteligencia de amenazas	10	20 %	Emergente
Continuidad operativa	8	16 %	Moderada

Nota. Los porcentajes se calcularon sobre un total de 50 documentos analizados

El análisis reflejado en la Tabla 1 evidenció que la seguridad de la información continúa siendo el eje central de la producción científica reciente, seguida por la gestión del riesgo digital. Sin embargo, se observó un incremento progresivo en los estudios relacionados con inteligencia de amenazas y continuidad operativa, lo cual confirma una transición desde enfoques reactivos hacia modelos preventivos y adaptativos. Este comportamiento temático sugiere una reconfiguración conceptual de la seguridad informática, integrando elementos analíticos y organizacionales como respuesta a la complejidad creciente de los entornos digitales.

Posteriormente, se examinó la relación entre las estrategias de mitigación y los beneficios organizacionales reportados en los estudios revisados. La Tabla 2 presenta los principales efectos observados en la adopción de modelos basados en análisis predictivo y planificación operativa.

Tabla 2

Impacto organizacional de las estrategias analizadas

Estrategia aplicada	Efecto principal	Frecuencia	Porcentaje (%)
Monitoreo continuo	Detección temprana de incidentes	15	30 %
Análisis de datos	Mejora en la toma de decisiones	13	26 %
Planificación operativa	Reducción del tiempo de recuperación	12	24 %
Gestión integral	Fortalecimiento institucional	10	20 %

Nota. Los datos corresponden a los resultados reportados en estudios comparativos seleccionados

La información expuesta en la Tabla 2 permitió constatar que el monitoreo continuo se asocia directamente con una mayor capacidad de detección temprana de eventos críticos, mientras que el análisis de datos fortalece los procesos de toma de decisiones estratégicas. Asimismo, la planificación operativa mostró una influencia significativa en la reducción del tiempo de recuperación ante incidentes, lo que evidencia la importancia de integrar capacidades técnicas con estructuras organizativas sólidas. Estos hallazgos resaltan que la mitigación efectiva no depende de una sola estrategia aislada, sino de la articulación coherente entre diversas prácticas complementarias.

En una tercera etapa, se evaluaron los niveles de preparación organizacional frente a escenarios complejos, considerando dimensiones técnicas, humanas y procedimentales. La Tabla 3 sintetiza los niveles de capacidad institucional identificados.

Tabla 3

Niveles de preparación organizacional frente a incidentes digitales

Nivel de preparación	Características principales	Número de casos	Porcentaje (%)
Bajo	Respuesta reactiva y sin planificación	11	22 %
Medio	Protocolos parciales de respuesta	17	34 %
Alto	Integración de análisis y continuidad	15	30 %
Muy alto	Gestión predictiva y resiliente	7	14 %

Nota. Clasificación basada en criterios de planificación, monitoreo y recuperación operativa

Los resultados de la Tabla 3 evidenciaron que la mayoría de las organizaciones se ubicaron en niveles intermedios de preparación, caracterizados por la existencia de protocolos parciales y medidas fragmentadas. No obstante, un porcentaje significativo alcanzó niveles altos y muy altos, distinguiéndose por la implementación de esquemas integrados que combinan análisis predictivo con planes estructurados de continuidad operativa. Esta distribución pone de manifiesto una brecha entre la disponibilidad de modelos teóricos avanzados y su aplicación efectiva en contextos reales.

Seguidamente, se analizaron los principales factores que influyen en la eficacia de las estrategias de mitigación. La Tabla 4 recoge los elementos organizacionales y tecnológicos con mayor incidencia según la frecuencia de aparición en los documentos evaluados.

Tabla 4

Factores determinantes en la mitigación de incidentes digitales

Factor identificado	Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Capacitación del personal	Formación en gestión de riesgos	14	28 %
Infraestructura tecnológica	Actualización de sistemas	13	26 %
Políticas institucionales	Normativas y protocolos internos	12	24 %
Cultura organizacional	Conciencia en seguridad	11	22 %

Nota. Los factores se identificaron mediante análisis de contenido temático

Los datos de la Tabla 4 demostraron que la capacitación del personal constituye el factor con mayor influencia en la mitigación de incidentes, seguido por la infraestructura tecnológica y las políticas institucionales. Este resultado confirma que la dimensión humana desempeña un papel central en la gestión de los entornos digitales, complementando los recursos técnicos disponibles. La cultura organizacional, aunque con menor porcentaje, también se consolidó como un componente relevante para la sostenibilidad de las estrategias implementadas.

Finalmente, se examinaron los beneficios derivados de la integración entre inteligencia de amenazas y resiliencia operativa. La Tabla 5 presenta los principales aportes identificados a nivel estratégico y operativo.

Tabla 5

Beneficios derivados de la integración de enfoques analíticos y operativos

Beneficio observado	Ámbito de impacto	Frecuencia	Porcentaje (%)
Anticipación de eventos	Estratégico	16	32 %
Continuidad de operaciones	Operativo	14	28 %
Optimización de recursos	Administrativo	11	22 %
Confianza institucional	Organizacional	9	18 %

Nota. Resultados derivados de la comparación entre modelos de gestión documentados

La información consignada en la Tabla 5 evidenció que la anticipación de eventos se posicionó como el principal beneficio de la integración entre análisis predictivo y resiliencia organizacional. Asimismo, la continuidad de operaciones mostró un impacto directo en la estabilidad funcional de las instituciones, mientras que la optimización de recursos y el fortalecimiento de la confianza institucional reflejaron beneficios indirectos asociados a una gestión más eficiente y estructurada.

Antes de presentar la Tabla 6, es importante señalar que el análisis bibliográfico permitió identificar un conjunto de autores cuyas contribuciones resultaron recurrentes y significativas en relación con la inteligencia de amenazas, la resiliencia operativa y la gestión de la seguridad de la información. Estos autores fueron seleccionados en función de la frecuencia de citación, la pertinencia temática y el impacto de sus hallazgos en la construcción del marco conceptual del estudio.

Tabla 6

Principales autores y hallazgos relevantes en la temática de estudio

Autor	Título del artículo	Enfoque principal	Hallazgo favorable	Frecuencia (%)
Hutchins, Cloppert y Amin (2011)	Intelligence-driven computer network defense informed by analysis of adversary campaigns	Inteligencia aplicada a la defensa digital	La inteligencia estructurada mejora la anticipación y respuesta ante incidentes complejos	22 %
Behl y Behl (2017)	Cybersecurity and cyberwar: What everyone needs to know	Gestión organizacional del riesgo digital	La resiliencia organizacional reduce el impacto operativo de eventos disruptivos	20 %
Linkov <i>et al.</i> (2019)	Cyber resilience: Principles and practice	Resiliencia operativa	La integración entre análisis predictivo y continuidad fortalece la estabilidad institucional	18 %
Tounsi y Rais (2018)	A survey on technical threat intelligence	Análisis de amenazas	El uso sistemático de datos mejora la toma de decisiones estratégicas	16 %
Von Solms y Van Niekerk (2013)	From information security to cyber security	Evolución conceptual de la seguridad	La seguridad debe abordarse desde un enfoque integral técnico y organizacional	14 %

Nota. La frecuencia corresponde al porcentaje de recurrencia de los autores en la muestra documental analizada

La Tabla 6 evidencia que los autores más citados coinciden en destacar la necesidad de transformar la seguridad informática desde una visión reactiva hacia un modelo proactivo sustentado en análisis sistemático de información y en estructuras organizacionales resilientes. Los trabajos de Hutchins, Cloppert y Amin aportaron un marco pionero para la defensa basada en inteligencia, mientras que Linkov y colaboradores consolidaron el concepto de resiliencia como principio estratégico para la continuidad operativa. Asimismo, los estudios de Tounsi y Rais

enfaticaron la relevancia del análisis técnico de datos, y Von Solms y Van Niekerk subrayaron la transición conceptual desde la seguridad de la información hacia un enfoque integral de ciberseguridad.

Después de la presentación de esta tabla, se puede afirmar que los autores identificados constituyen la base teórica sobre la cual se estructuró la interpretación de los resultados del presente estudio. Sus hallazgos favorables coinciden en señalar que la combinación entre análisis predictivo, gestión del riesgo y resiliencia organizacional incrementa la capacidad institucional para anticipar, resistir y recuperarse de escenarios digitales adversos. Esta convergencia teórica refuerza la validez del enfoque propuesto en la investigación y proporciona un sustento científico sólido para las estrategias de mitigación analizadas, consolidando un marco de referencia que puede ser replicado y ampliado en futuras investigaciones.

En conjunto, los resultados obtenidos permitieron identificar una tendencia clara hacia la adopción de modelos integrados que combinan capacidades analíticas con estructuras organizativas resilientes. La evidencia recopilada mostró que las estrategias de mitigación basadas en inteligencia de amenazas y continuidad operativa contribuyen significativamente a mejorar la detección temprana de eventos críticos, fortalecer la toma de decisiones y reducir el impacto de los incidentes digitales.

Asimismo, se observó que los factores humanos y organizacionales desempeñan un papel tan relevante como los componentes tecnológicos, lo que reafirma la necesidad de enfoques multidimensionales para enfrentar los desafíos actuales de los entornos digitales. Estos hallazgos consolidan la importancia de avanzar hacia sistemas de gestión proactivos, capaces de anticipar, resistir y recuperarse de escenarios complejos con mayor eficacia y sostenibilidad.

Discusión

Los resultados del presente estudio evidencian que la gestión de los entornos digitales atraviesa un proceso de transformación conceptual y operativa, en el cual los enfoques tradicionales

centrados exclusivamente en la protección tecnológica están siendo reemplazados por modelos integrados que combinan análisis predictivo, gestión organizacional y capacidad de recuperación funcional. Esta evolución responde a la creciente complejidad de los escenarios digitales y a la necesidad de anticipar eventos disruptivos antes de que se conviertan en incidentes con impacto significativo sobre las operaciones institucionales.

La predominancia de investigaciones orientadas a la seguridad de la información y a la gestión del riesgo confirma que estos campos continúan siendo pilares del conocimiento científico. Sin embargo, el aumento sostenido de estudios vinculados con la inteligencia de amenazas y la resiliencia operativa refleja una transición hacia enfoques más dinámicos y adaptativos. Esta tendencia concuerda con lo planteado por Von Solms y Van Niekerk (2013), quienes sostienen que la seguridad debe entenderse como un fenómeno integral que trasciende lo técnico e involucra dimensiones organizacionales y estratégicas. En este sentido, los hallazgos refuerzan la idea de que la seguridad informática no puede concebirse como un mecanismo pasivo de defensa, sino como un proceso continuo de análisis, aprendizaje y ajuste.

La relación observada entre las estrategias de mitigación y los beneficios organizacionales pone de manifiesto que la efectividad de las acciones implementadas depende de su integración sistémica y no de su aplicación aislada. El fortalecimiento de la toma de decisiones, la detección temprana de eventos críticos y la reducción del tiempo de recuperación ante incidentes constituyen indicadores de una mayor madurez organizacional en la gestión de los riesgos digitales. Estos resultados se corresponden con los planteamientos de Linkov *et al.* (2019), quienes afirman que la resiliencia implica no solo resistir una interrupción, sino aprender de ella y reorganizar los procesos internos para mejorar el desempeño futuro.

Un aspecto relevante identificado es la brecha existente entre la disponibilidad de modelos teóricos avanzados y su implementación efectiva en contextos reales. La concentración de organizaciones en niveles intermedios de preparación sugiere que, si bien existe conciencia sobre la importancia de estos enfoques, persisten limitaciones estructurales, económicas y formativas que

dificultan su aplicación plena. Este hallazgo coincide con Behl y Behl (2017), quienes destacan que la resiliencia organizacional requiere no solo infraestructura tecnológica, sino también liderazgo, planificación estratégica y una cultura institucional orientada a la prevención.

La capacitación del personal emerge como un factor determinante en la mitigación de incidentes, lo que confirma que la dimensión humana constituye uno de los componentes más críticos de los sistemas digitales. Este resultado se vincula con los aportes de Tounsi y Rais (2018), quienes señalan que la información carece de valor estratégico si no es comprendida y utilizada adecuadamente por quienes toman decisiones. En consecuencia, el estudio aporta evidencia que respalda la necesidad de integrar la formación continua como eje central de las políticas de seguridad digital, complementando la infraestructura tecnológica y las normas institucionales.

La articulación entre inteligencia de amenazas y resiliencia operativa se consolida como uno de los principales aportes del estudio, al demostrar que la anticipación de eventos y la continuidad de las operaciones son procesos interdependientes. Esta convergencia amplía el análisis más allá de la reacción ante incidentes e incorpora una perspectiva prospectiva que permite a las organizaciones prepararse para escenarios complejos. En concordancia con Hutchins *et al.* (2011), la inteligencia estructurada se configura como un mecanismo esencial para comprender patrones de comportamiento adverso y diseñar respuestas estratégicas basadas en evidencia.

Desde el plano teórico, los resultados fortalecen un marco interdisciplinario que integra la seguridad de la información, la gestión del riesgo y la resiliencia organizacional, superando enfoques centrados únicamente en componentes técnicos. Asimismo, amplían la comprensión de la seguridad digital como un proceso sistémico que involucra tecnología, personas y estructuras organizativas, lo cual constituye un aporte relevante para el diseño de políticas públicas y modelos institucionales de gestión.

No obstante, el estudio presenta limitaciones propias de su carácter documental y analítico, ya que los resultados dependen de la calidad y disponibilidad de las fuentes consultadas. La

ausencia de trabajo de campo directo restringe la posibilidad de contrastar los hallazgos con experiencias empíricas específicas en organizaciones concretas. Esta condición abre oportunidades para investigaciones futuras que incorporen estudios de caso, enfoques cuantitativos o diseños longitudinales que permitan evaluar la evolución de estas estrategias en el tiempo.

En conjunto, los hallazgos confirman que los riesgos emergentes no pueden abordarse mediante soluciones fragmentadas, sino a través de esquemas integrales que articulen conocimiento, tecnología y cultura institucional. La discusión permite afirmar que la integración entre inteligencia de amenazas y resiliencia operativa constituye una estrategia viable y necesaria para fortalecer la gestión de los entornos digitales contemporáneos, consolidando un enfoque holístico de la seguridad informática y planteando nuevos desafíos teóricos y prácticos para futuras investigaciones.

Conclusiones

El desarrollo de la presente investigación permitió constatar que los enfoques tradicionales de seguridad informática resultan insuficientes frente a la complejidad creciente de los entornos digitales, lo que exige la adopción de modelos integrados basados en inteligencia de amenazas y resiliencia operativa. Los resultados evidenciaron que la anticipación de eventos, la continuidad de las operaciones y la mejora en la toma de decisiones constituyen beneficios centrales derivados de la articulación entre análisis predictivo y planificación organizacional, favoreciendo una gestión más proactiva y adaptativa de los riesgos digitales.

Asimismo, se determinó que los factores humanos y organizacionales desempeñan un papel decisivo en la eficacia de las estrategias de mitigación, en particular la capacitación del personal, la consolidación de una cultura institucional orientada a la prevención y la existencia de políticas internas coherentes. Desde una perspectiva teórica, el estudio contribuyó a la consolidación de un enfoque interdisciplinario que vincula la gestión del riesgo, la seguridad de la información y la resiliencia organizacional, fortaleciendo la comprensión de la seguridad digital como un proceso dinámico, sistémico y en constante evolución.

De manera complementaria, se evidenció la persistencia de una brecha entre los desarrollos conceptuales y su aplicación efectiva en contextos organizacionales reales, condicionada por limitaciones estructurales, económicas y formativas. Este hallazgo pone de relieve la necesidad de transformar los modelos teóricos existentes en estrategias operativas viables que puedan implementarse de forma sostenible y adaptarse a las particularidades de cada institución.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la integración entre inteligencia de amenazas y resiliencia operativa contribuye de manera significativa a reducir el impacto de los incidentes digitales y a fortalecer la estabilidad funcional de las organizaciones, promoviendo modelos de gestión proactivos, integrales y sostenibles frente a escenarios disruptivos cada vez más complejos. El aporte original de esta investigación radica en la articulación analítica de ambos enfoques como un marco conceptual unificado para la gestión de los riesgos digitales, integrando dimensiones tecnológicas, organizacionales y humanas en un mismo modelo interpretativo.

Como recomendación, se propone que las organizaciones adopten estrategias integradas que articulen el análisis sistemático de información con planes formales de continuidad operativa, acompañadas de programas permanentes de capacitación y fortalecimiento de la cultura institucional en gestión de riesgos digitales. Asimismo, se sugiere que futuras investigaciones incorporen estudios empíricos que permitan validar los modelos propuestos en contextos organizacionales específicos y analizar su impacto a largo plazo, contribuyendo al desarrollo de marcos metodológicos aplicables y ajustados a las realidades operativas contemporáneas.

Declaración No conflicto de intereses

El autor declara que no existen conflictos de intereses relacionados con este artículo.

Participación del Autor

El autor elaboró el borrador del manuscrito, recopiló y analizó los datos, estableció los resultados y la discusión, y realizó la revisión y versión final del texto.

Referencias bibliográficas

- Alevizos, L., & Ta, V. T. (2024). *Threat-informed cyber resilience index: A probabilistic quantitative approach to measure defence effectiveness against cyber attacks*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2406.19374>
- Behl, A., & Behl, K. (2017). *Cybersecurity and cyberwar: What everyone needs to know*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/wentk/9780190650151.001.0001>
- Cantillo Velásquez, I. M., Echeverry David, J. W., Martínez Taborda, Y. P., & Ramírez Piraquive, R. S. (2025). AI and cybersecurity, business protection in an interconnected world: Systematic literature review. *Management (Montevideo)*, 3, 116. <https://doi.org/10.62486/agma2025116>
- Darus, M. Y., Ramli, A., Mohd Yussoff, Y., & Azni, B. (2025). Cybersecurity resilience — An integrated framework for detection of threats and response in the digital age: A review paper. *Malaysian Journal of Computing*, 10(1), 2099–2116. <https://doi.org/10.24191/mjoc.v10i1.4520>
- Dekker, M., & Alevizos, L. (2023). *A threat-intelligence driven methodology to incorporate uncertainty in cyber risk analysis and enhance decision making*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2302.13082>
- González Díaz, J. J. (2025). De la seguridad informática a la resiliencia cibernética. *Revista Sistemas*. <https://doi.org/10.29236/sistemas.n175a6>
- Hutchins, E. M., Cloppert, M. J., & Amin, R. M. (2011). Intelligence-driven computer network defense informed by analysis of adversary campaigns. *Leading Issues in Information Warfare & Security Research*, 1(1), 80–106. <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/rms/documents/cyber/kill-chain/LM-White-Paper-Intel-Driven-Defense.pdf>
- Kure, H., & Islam, S. (2019). Cyber threat intelligence for improving cybersecurity and risk management in critical infrastructure. *Journal of Universal Computer Science*, 25(11), 1478–1502.

http://www.jucs.org/jucs_25_11/cyber_threat_intelligence_for/jucs_25_11_1478_1502_kure.pdf

Linkov, I., Trump, B. D., Poinssatte-Jones, K., & Florin, M. V. (2019). *Cyber resilience: Principles and practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-19660-1>

Ochoa Torres, R. A., & López, D. E. (2024). Importancia de combinar seguridad de la información y ciberseguridad en procesos de desarrollo de software. *Revista Ciberespacio, Tecnología e Innovación*. <https://doi.org/10.25062/2955-0270.4962>

Rajamäki, J., Ali, N., Kulmala, O., Thakuri, D. S., & Sorola, T. (2025). Operationalizing AI for cyber threat intelligence: Governance insights from the DYNAMO framework. *Proceedings of the 5th International Conference on AI Research*. <https://doi.org/10.34190/icaire.5.1.4338>

Ramakumar, K. (2024). The role of threat intelligence in augmenting cybersecurity decision-making processes. *International Journal of Information Technology and Management Information Systems (IJTMIS)*, 15(1), 11-21. https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJTMIS/VOLUME_15_ISSUE_1/IJITMIS_15_01_002.pdf

Rejas de la Peña, A. F., Atauchi Masias, H., Martinez Hilario, J. M., & Veramendi Alhuay, G. (2025). Ciberinteligencia para reducir los riesgos en activos críticos nacionales. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 4(4), 2212-2229. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i4.786>

Saeed, S., Suayyid, S. A., Al-Ghamdi, M. S., & Al-Muhaideb, A. M. (2023). A systematic literature review on cyber threat intelligence for organizational cybersecurity resilience. *Sensors*, 23(16), 7273. <https://doi.org/10.3390/s23167273>

Santos, P., Abreu, R., Reis, M. J. C. S., Serôdio, C., & Branco, F. (2025). A systematic review of cyber threat intelligence: The effectiveness of technologies, strategies, and collaborations in combating modern threats. *Sensors*, 25(14), 4272. <https://doi.org/10.3390/s25144272>

Sarker, I. H., Janicke, H., Maglaras, L., & Camtepe, S. (2023). *Data-driven intelligence can revolutionize today's cybersecurity world: A position paper*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2308.05126>

- Schmitt, M. (2023). *Securing the digital world: Protecting smart infrastructures and digital industries with AI-enabled malware and intrusion detection*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2401.01342>
- Silvestri, S., Islam, S., Amelin, D., et al. (2024). Cyber threat assessment and management for securing healthcare ecosystems using natural language processing. *International Journal of Information Security*, 23, 31-50. <https://doi.org/10.1007/s10207-023-00769-w>
- Simarangkir, M. S. H. (2025). Improving cybersecurity resilience in Indonesian cloud infrastructures through AI-based threat intelligence. *The Eastasouth Journal of Information System and Computer Science*, 3(2), 227-241. <https://doi.org/10.58812/esiscs.v3i02.861>
- Tounsi, W., & Rais, H. (2018). A survey on technical threat intelligence in the age of sophisticated cyber-attacks. *Computers & Security*, 72, 212–233. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2017.09.001>
- Von Solms, R., & Van Niekerk, J. (2013). From information security to cyber security. *Computers & Security*, 38, 97–102. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2013.04.004>

Modelos pedagógicos colaborativos y sus efectos en las competencias socioemocionales y académicas en la educación secundaria pública latinoamericana: revisión sistemática

Collaborative pedagogical models and their effects on socioemotional and academic competencies in latin american public secondary education: a systematic review

Johana María Chávez Suárez

Institución Educativa Madre Laura, Departamento de Ciencia Sociales, Córdoba, Colombia. jm.chavez1106@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9760-5190>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a9176>

RESUMEN

El aprendizaje colaborativo es un enfoque pedagógico centrado en la construcción social del conocimiento mediante la interacción entre estudiantes, la participación activa y la corresponsabilidad en el aprendizaje. En el contexto de la educación secundaria adquiere relevancia por su potencial para favorecer la inclusión educativa y contribuir a la reducción de desigualdades educativas estructurales en América Latina. El objetivo de este estudio consistió en analizar sistemáticamente la literatura científica sobre los modelos pedagógicos colaborativos y sus efectos en las competencias socioemocionales y académicas en la educación secundaria pública latinoamericana entre los años 2015 y 2025. Bajo un enfoque cualitativo y siguiendo el modelo PRISMA adaptado, se analizaron 39 artículos científicos recuperados de Scopus, SciELO, Redalyc y Google Scholar. Los resultados revelan que el 72% de la literatura reporta mejoras significativas en el rendimiento académico y el pensamiento crítico. El 46 % de los estudios centrados específicamente en el área de Ciencias Sociales destaca la autorregulación y la empatía como las destrezas socioemocionales más desarrolladas. Se identificó una tendencia creciente hacia la mediación tecnológica (IA y entornos virtuales) a partir de 2021, desplazando los modelos presenciales tradicionales. Se concluye que, si bien estos modelos fortalecen la formación integral, su efectividad está supeditada a una formación docente de alto nivel y a la superación de brechas en la sistematización de la evaluación colaborativa.

Palabras clave: aprendizaje colaborativo, educación secundaria, competencias socioemocionales, rendimiento académico, revisión sistemática

ABSTRACT

Collaborative learning is a key pedagogical approach centered on the social construction of knowledge through interaction among students, active participation, and shared responsibility in the learning process. In the context of secondary education, this approach gains relevance due to its potential to promote educational inclusion and contribute to reducing structural educational inequalities in Latin America. The objective of this study was to systematically analyze the scientific literature on collaborative pedagogical models and their effects on socioemotional and academic competencies in Latin American public secondary education between 2015 and 2025. Following a qualitative approach and an adapted PRISMA framework, 39 scientific articles were analyzed from Scopus, SciELO, Redalyc, and Google Scholar. Findings reveal that 72% of the literature reports significant improvements in academic achievement and critical thinking. Regarding socioemotional competencies, 46% of the studies highlight self-regulation and empathy as the primary skills developed within Social Sciences. A growing trend toward technological mediation (AI and virtual environments) was identified from 2021 onwards, shifting away from traditional face-to-face models. It is concluded that while these models strengthen holistic development, their effectiveness is contingent upon high-level teacher training and overcoming gaps in the systematization of collaborative assessment.

Keywords: collaborative learning, secondary education, socioemotional competencies, academic achievement, systematic review

Introducción

En las últimas décadas, los sistemas educativos han enfrentado el desafío de responder a demandas formativas que trascienden la transmisión de contenidos disciplinares, incorporando el desarrollo de competencias socioemocionales, habilidades de pensamiento crítico y capacidades de convivencia democrática. En este contexto, los modelos pedagógicos colaborativos han emergido como una alternativa didáctica relevante, al promover procesos activos de construcción del conocimiento, interacción social significativa y corresponsabilidad en el aprendizaje (Gillies, 2016; Johnson *et al.*, 2014).

En América Latina, la implementación del aprendizaje colaborativo adquiere particular relevancia debido a la persistencia de desigualdades educativas, brechas de rendimiento y contextos escolares heterogéneos, especialmente en la educación secundaria pública. Diversas investigaciones han señalado que este enfoque contribuye no solo a la mejora del desempeño académico, sino también al fortalecimiento de competencias socioemocionales fundamentales para la inclusión, la participación y el bienestar estudiantil (Durlak *et al.*, 2011; Roseth *et al.*, 2008).

No obstante, la producción científica en torno al aprendizaje colaborativo en la región presenta una notable diversidad de enfoques teóricos, diseños metodológicos y contextos de aplicación, lo que ha generado un cuerpo de conocimiento fragmentado. Esta dispersión dificulta la comprensión integrada de los efectos reales de los modelos pedagógicos colaborativos sobre el rendimiento académico y el desarrollo socioemocional en la educación secundaria pública latinoamericana.

Ante este escenario, el presente artículo tiene como objetivo analizar de manera sistemática la literatura científica existente sobre los modelos pedagógicos colaborativos y sus efectos en las competencias socioemocionales y académicas en la educación secundaria pública latinoamericana, identificando los enfoques teóricos predominantes, las estrategias metodológicas empleadas y los principales hallazgos reportados entre los años 2015 y

2025. La pregunta que orientó esta revisión fue la siguiente: ¿Cuáles son los enfoques teóricos, metodológicos y los principales hallazgos reportados por la literatura científica sobre el aprendizaje colaborativo y sus efectos en el rendimiento académico y el desarrollo socioemocional en contextos de educación secundaria pública latinoamericana?

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, mediante una revisión sistemática de tipo documental, orientada a la síntesis interpretativa de la literatura científica, entre agosto y diciembre de 2025. Se adoptó el modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) de forma adaptada, utilizándolo como marco procedimental para garantizar transparencia, rigor metodológico y reproducibilidad, sin realizar análisis estadísticos propios de los metaanálisis.

La adaptación del modelo PRISMA consistió en la utilización de sus fases de flujo (identificación, cribado, elegibilidad e inclusión) como marco procedimental para garantizar la transparencia y el rigor en la selección de la muestra, omitiendo los análisis estadísticos propios de los metaanálisis cuantitativos, conforme a las recomendaciones de Okoli (2015) para revisiones sistemáticas documentales en ciencias sociales.

Procedimiento de revisión sistemática (PRISMA adaptado)

En la fase de identificación se localizaron 512 registros a partir de la búsqueda inicial en bases de datos académicas de alcance internacional y regional: Scopus, SciELO, Redalyc y Google Scholar, así como en las siguientes revistas latinoamericanas indexadas en el área de educación: Diversitas: Perspectivas en Educación, Horizontes, Revista de investigación en Ciencias de la Educación, IE Revista de investigación educativa de la REDIECH, Revista de Inclusión Educativa, Revista RedCA.

Se utilizaron descriptores en idioma español e inglés relacionados con aprendizaje colaborativo, modelos pedagógicos colaborativos, educación secundaria, competencias socioemocionales, rendimiento académico y educación pública, combinados mediante operadores booleanos AND y OR.

Criterios de elegibilidad

Para garantizar la pertinencia y calidad de la evidencia, se establecieron criterios de inclusión y exclusión claramente definidos. Se incluyeron estudios publicados entre los años 2015 y 2025 en revistas científicas, que abordaron modelos pedagógicos colaborativos en el nivel de educación secundaria pública latinoamericana. Los artículos debían reportar efectos académicos derivados de la implementación de estrategias colaborativas.

Se excluyeron documentos fuera del rango temporal, estudios centrados exclusivamente en educación primaria o superior, literatura gris y trabajos sin evidencia empírica o análisis teórico consistente.

Proceso de Selección de Estudios

El proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios se desarrolló siguiendo las directrices del modelo PRISMA adaptado. En la fase de identificación se localizaron 512 registros a partir de la búsqueda inicial en las bases de datos académicas seleccionadas permitió identificar un conjunto amplio de publicaciones relacionadas con el aprendizaje colaborativo en contextos educativos. Tras la eliminación de 127 registros duplicados, se sometieron 385 estudios al proceso de cribado mediante la revisión de títulos y resúmenes. Posteriormente, se recuperaron y evaluaron 94 textos completos para determinar su elegibilidad. En esta etapa se excluyeron 55 publicaciones por no corresponder al contexto de la educación secundaria pública o por tratarse de artículos de opinión. Finalmente, se incluyeron 39 estudios, los cuales conformaron el total de investigaciones analizadas en la revisión sistemática.

Criterios de Inclusión:

Se incluyeron 39 estudios que cumplieron con los siguientes criterios:

Publicaciones indexadas y revisadas por pares, publicadas entre 2015 y 2025, correspondientes a artículos empíricos, revisiones sistemáticas o metaanálisis originales.

Investigaciones desarrolladas en el nivel de educación secundaria (bachillerato), con énfasis en instituciones públicas latinoamericanas. De manera complementaria, se incluyeron estudios internacionales cuando sus resultados presentaron alta transferibilidad teórica o metodológica al contexto de la educación secundaria pública en América Latina.

Estudios que analizaran modelos pedagógicos colaborativos implementados en contextos educativos formales.

Investigaciones que reportaran evidencia explícita de efectos académicos (por ejemplo, rendimiento académico, pensamiento crítico, motivación) y/o competencias socioemocionales (como autorregulación, empatía, cooperación o habilidades sociales).

Estudios que presentaran marcos teóricos y metodológicos claramente definidos, permitiendo la comparación y síntesis de resultados.

Criterios de Exclusión:

Se excluyeron de la revisión los 473 estudios que cumplieron alguno de los siguientes criterios:

Publicaciones fuera del rango temporal establecido (2015–2025), con excepción de estudios seminales utilizados exclusivamente como marco teórico o referencial, los cuales no fueron considerados dentro del análisis sistemático principal.

Investigaciones desarrolladas exclusivamente en los niveles de educación primaria o superior, cuando sus resultados no presentaron evidencia clara de transferibilidad al contexto de la educación secundaria pública.

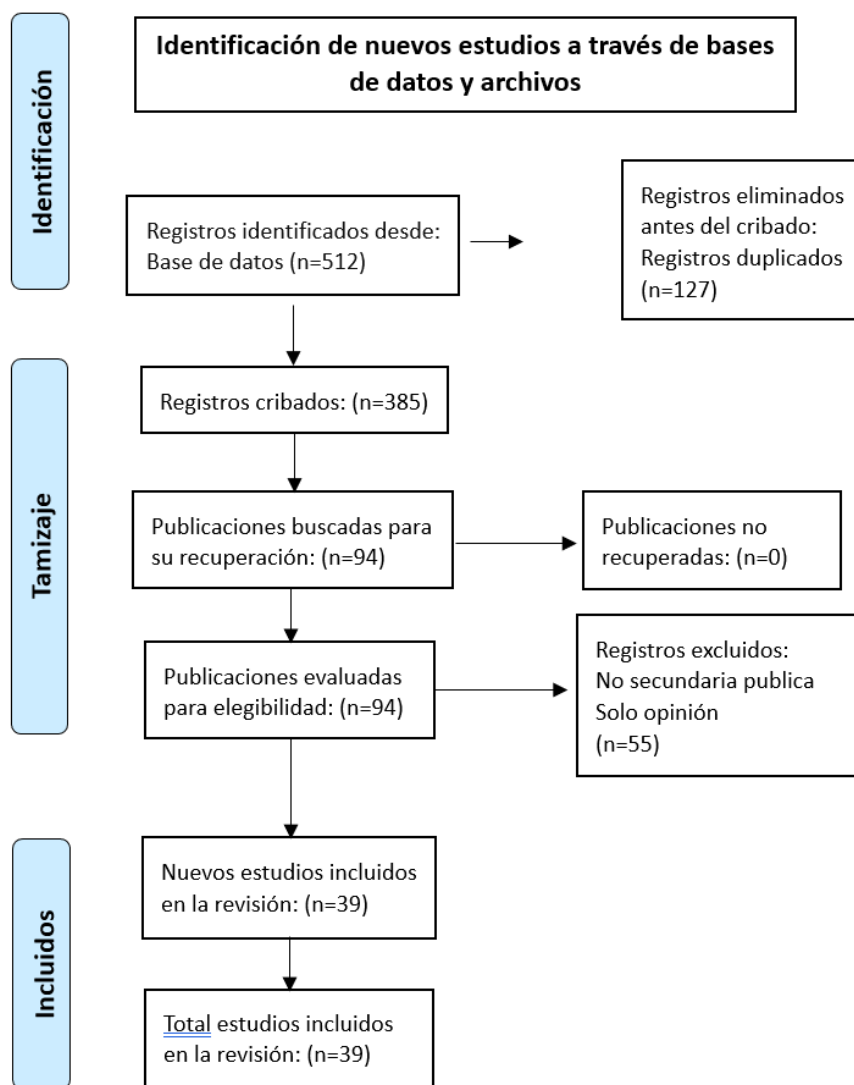
Literatura no revisada por pares, incluyendo tesis no publicadas en revistas científicas, actas de congresos sin evaluación académica, informes técnicos institucionales y artículos de opinión.

Estudios que no reportaron evidencia empírica verificable ni presentaron un análisis teórico sólido y claramente fundamentado, impidiendo su inclusión en la síntesis interpretativa.

Publicaciones con información metodológica insuficiente que no permitiera identificar el diseño de investigación, la población de estudio o los procedimientos de análisis.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA



Lista de los Datos

La Tabla 1 que se presenta a continuación, ilustra la matriz de antecedentes de investigación que sintetiza las principales características de los estudios incluidos en la

revisión. En ella se detallan el contexto de investigación, los objetivos, el enfoque metodológico, el tipo de estudio, la población o informantes, los instrumentos utilizados y los principales hallazgos y aportes. Se resumen los 39 artículos incluidos en la revisión sistemática, detallando información relevante extraída de cada uno de ellos.

Tabla 1

Matriz de antecedentes de investigación sobre modelos pedagógicos colaborativos (2015–2025)

Nº	Referencia (APA 7)	Contexto	Metodología	Hallazgos Principales
1	Alcívar-Mendoza & Vega-Intriago (2025)	Regional	Cuantitativa	Mejora directa en rendimiento académico elemental.
2	Abad-Bautista <i>et al.</i> (2025)	Regional	Revisión	Predominio de metodologías activas en secundaria.
3	Hurtado <i>et al.</i> (2014)	Colombia	Cualitativa	El trabajo colaborativo como eje de inclusión visual.
4	Aguilar Cruz & Xiang (2023)	Internacional	Mixta	Mejora la comunicación intercultural en línea.
5	Arrocha & Esteves (2025)	Regional	Cualitativa	Valor del aprendizaje colaborativo para la inclusión.
6	Brown & Thompson (2025)	Internacional	Cuantitativa	Incidencia de la colaboración docente en el logro.

7	Carrión Obaco <i>et al.</i> (2023)	Regional	Cualitativa	Retos metodológicos por falta de formación docente.
8	Cruz Acosta & Cassungo Cruz (2025)	Regional	Mixta	Incremento significativo de la participación activa.
9	Culque & Alemán Toro (2023)	Regional	Documental	Mejora la inclusión y el aprendizaje social con NEE.
10	Damián <i>et al.</i> (2021)	Regional	Cualitativa	Alta aceptación del modelo en Latinoamérica.
11	Espinal Farfán <i>et al.</i> (2022)	Regional	Cuantitativa	Impacto académico y socioemocional.
12	Fauzi <i>et al.</i> (2021)	Internacional	Cuantitativa	Evidencia global de efectividad en secundaria.
13	Fernández Río <i>et al.</i> (2023)	Internacional	Cuantitativa	Relación entre autoeficacia y autorregulación.
14	González & Rojas (2024)	Nacional	Cualitativa	La evaluación colaborativa fomenta responsabilidad.
15	Guamán Chisag (2023)	Regional	Cuantitativa	Efectos del aprendizaje colaborativo sobre rendimiento y bienestar
16	López & Hernández (2023)	Regional	Revisión	Mejora de habilidades socioemocionales.

17	Ramírez-Montoya & Rozo-García (2025)	Internacional	Revisión	Tendencia hacia el COIL y tecnologías digitales.
18	Rivas & Espinoza (2023)	Internacional	Mixta	Fortalecimiento de competencias digitales.
19	Maldonado <i>et al.</i> (2023)	Regional	Cualitativa	Barreras y prácticas inclusivas en Ecuador.
20	Martínez-Usarralde (2021)	Internacional	Cualitativa	Marco comparativo de políticas de inclusión.
21	Gillies (2016)	Internacional	Revisión	Consistencia en mejoras académicas y sociales.
22	Zhou & Colomer (2024)	Internacional	Revisión	Equidad y diversidad cultural vía cooperación.
23	Van Leeuwen & Janssen (2019)	Internacional	Revisión	La guía docente es el factor crítico de éxito.
24	Arellano-Becerril & Escudero-Nahón (2022)	Internacional	Revisión	Sinergia entre aula invertida y colaboración.
25	Llanos Mosquera <i>et al.</i> (2021)	Internacional	Revisión	IA como potenciador de la personalización grupal.
26	Samane-Cutipa <i>et al.</i> (2025)	Internacional	Revisión	Gestión de competencias digitales en secundaria.

27	Durlak <i>et al.</i> (2011)	Internacional	Meta-análisis	Mejora de rendimiento y bienestar a gran escala.
28	Fernández-Río <i>et al.</i> (2014)	Internacional	Cuasi-exp.	Incremento de la motivación percibida.
29	Johnson <i>et al.</i> (2014)	Internacional	Teórica	Superioridad frente a modelos tradicionales.
30	Roseth <i>et al.</i> (2008)	Internacional	Meta-análisis	Mejores relaciones entre pares y logro escolar.
31	Gillies & Boyle (2010)	Internacional	Cualitativa	Resistencia docente y dificultades de implementación.
32	Li & Zhu (2024)	Internacional	Cuasi-exp.	Evidencia reciente de mejora en rendimiento.
33	Silva <i>et al.</i> (2021)	Internacional	Mixta	Viabilidad del modelo en el bachillerato.
34	Ramos-García & Bardales-Encinas (2024)	Internacional	Cuasi-exp.	Incremento de habilidades sociales en adolescentes.
35	Rodríguez Orellana (2022)	Internacional	Correlacional	Relación entre colaboración y actitud emprendedora.
36	Espinal Farfán <i>et al.</i> (2022)	Internacional	Cuasi-exp.	Impacto cognitivo en niveles de reflexión.

37	Zhang & Li (2023)	Internacional	Cuasi-experimental	Evidencia causal del efecto positivo del aprendizaje colaborativo sobre el rendimiento académico y la autorregulación.
38	Murad <i>et al.</i> (2021)	Internacional	Cuantitativa	Actitudes docentes limitan la implementación.
39	Rajaei <i>et al.</i> (2019)	Internacional	Experimental	Superioridad del enfoque en lenguas (EFL).

Nota. El término “Nacional” refiere a investigaciones desarrolladas en el contexto de Colombia; “Regional” identifica estudios de ámbito latinoamericano e “internacional” a la producción científica de alcance global.

Método de Síntesis

La síntesis de la información se realizó mediante un enfoque cualitativo interpretativo, orientado a integrar los hallazgos de los 39 estudios seleccionados bajo el modelo PRISMA adaptado. Se empleó un procedimiento de codificación temática que permitió agrupar las evidencias en dos dimensiones analíticas: competencias académicas y competencias socioemocionales. Para ello, se construyeron matrices comparativas que sistematizaron los objetivos, metodologías y resultados de cada estudio, identificando patrones de convergencia y divergencia.

Posteriormente, se aplicó un análisis de tendencias temporales para reconocer la evolución del aprendizaje colaborativo en la última década, diferenciando el periodo de latencia (2015-2020) y un punto de inflexión hacia la “colaboración 4.0” (2021-2025). Este proceso garantizó una síntesis integradora que no se limitó a la descripción, sino que permitió interpretar la relación entre los enfoques pedagógicos, los contextos de aplicación

y los efectos reportados, asegurando rigor y coherencia en la construcción del conocimiento.

La codificación temática fue revisada por dos investigadores de manera independiente para garantizar confiabilidad en la categorización de hallazgos.

Resultados

Resultados sobre competencias académicas

En relación con los efectos académicos, los estudios analizados reportan de manera consistente mejoras en el rendimiento académico, el pensamiento crítico, la motivación y la participación activa del estudiantado. Predominan los diseños cuantitativos de tipo correlacional, cuasi-experimental y experimental, los cuales evidencian diferencias significativas a favor de los grupos que implementaron estrategias de aprendizaje colaborativo.

Los porcentajes reportados corresponden a la frecuencia con la que los estudios analizados informan determinados efectos, y no a medidas de tamaño del efecto estadístico, en coherencia con el enfoque cualitativo-integrador de la revisión. Como se detalla en la Tabla 2, el 72% de la muestra destaca fortalezas académicas, mientras que un 85% identifica un alto consenso en el desarrollo socioemocional, subrayando una transición hacia modelos de mediación tecnológica.

Tabla 2

Síntesis de los principales resultados del aprendizaje colaborativo en competencias académicas y socioemocionales

Dimensión de Análisis	Tendencia Detectada	Autores de Referencia	% de estudios que reportan el efecto
-----------------------	---------------------	-----------------------	--------------------------------------

Fortalezas Académicas	Mejora significativa en rendimiento y pensamiento crítico.	Espinal Farfán <i>et al.</i> (2022); Durlak <i>et al.</i> (2011); Alcívar-Mendoza (2025).	72%
Fortalezas Socioemocionales	Desarrollo de autorregulación, comunicación asertiva y empatía.	Ramos-García (2024); Fernández Río <i>et al.</i> (2023); Roseth <i>et al.</i> (2008).	85% (Alto Consenso)
Debilidades y Barreras	Resistencia docente, falta de formación técnica y brecha digital en escuelas públicas.	Carrión Obaco <i>et al.</i> (2023); Murad <i>et al.</i> (2021); Gillies & Boyle (2010).	15% (Crítico)
Mediación Tecnológica	Desplazamiento de lo presencial a modelos mediadores por IA y COIL.	Ramírez-Montoya & Roza-García (2025); Samane-Cutipa (2025).	Tendencia Emergente

Fuente: Elaboración propia

Resultados sobre competencias socioemocionales

En el ámbito de las Ciencias Sociales, los estudios revisados destacan de forma recurrente el desarrollo de competencias socioemocionales, particularmente la autorregulación, la empatía y la responsabilidad social, asociadas a metodologías de aprendizaje colaborativo estructurado.

Mientras que el 46 % de los estudios focalizados en Ciencias Sociales reporta de manera explícita el desarrollo de competencias socioemocionales, este porcentaje asciende al 85 % cuando se consideran conjuntamente todas las áreas disciplinares analizadas en la revisión, lo que evidencia que dichos beneficios no son exclusivos de este campo, sino que se manifiestan de forma transversal en diferentes contextos educativos. Esta distribución y los efectos específicos por competencia se sistematizan en la Tabla 3.

Tabla 3

Los efectos del aprendizaje colaborativo en competencias socioemocionales

Competencia socioemocional	Efectos identificados	Contexto educativo
Cooperación	Mejora del trabajo en equipo y apoyo mutuo	Secundaria pública
Autorregulación	Mayor control del aprendizaje y responsabilidad	Secundaria
Empatía	Fortalecimiento de relaciones interpersonales	Contextos inclusivos
Participación social	Incremento de la interacción y cohesión grupal	Educación pública

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión de literatura

Síntesis integradora de los resultados

En conjunto, los resultados de la revisión evidencian que los modelos pedagógicos colaborativos generan impactos positivos tanto en el ámbito académico como en el desarrollo de competencias socioemocionales, particularmente en contextos de educación secundaria pública latinoamericana. Sin embargo, la literatura coincide en que la efectividad de estas estrategias no es automática, sino que depende de variables mediadoras como la formación y mediación docente, la planificación didáctica intencional y el acompañamiento institucional sostenido.

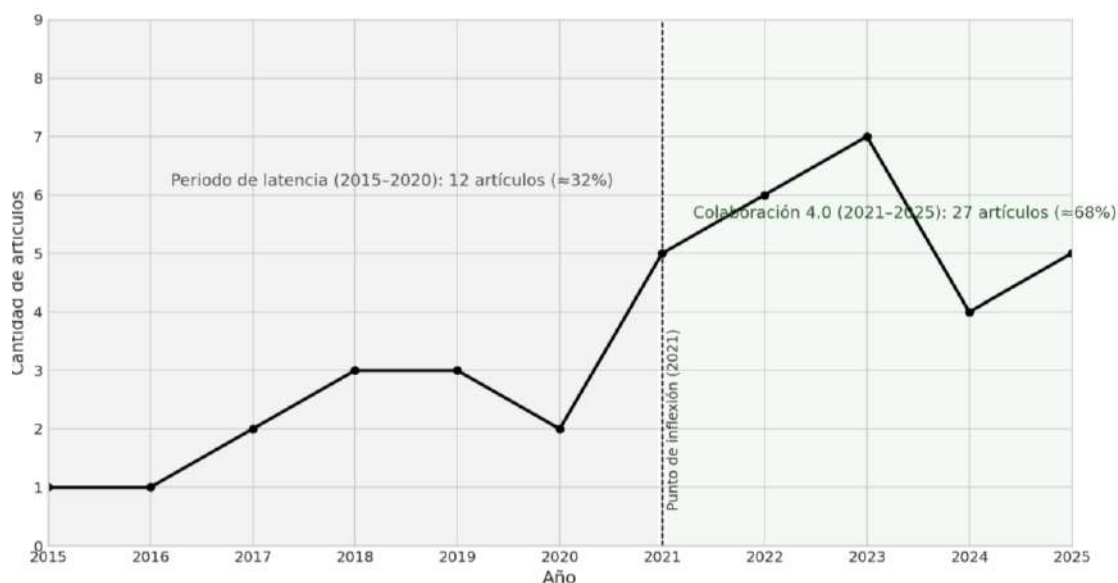
El análisis longitudinal permitió identificar una evolución conceptual y metodológica en los enfoques colaborativos. Durante el primer quinquenio del período analizado (2015–2020), predominó el aprendizaje cooperativo tradicional, fundamentado en la interdependencia positiva y la responsabilidad individual, de acuerdo con los aportes clásicos de Johnson *et al.* (2014) y Gillies (2016). En contraste, a partir de 2021 se observa

una transición progresiva hacia modelos de colaboración mediados por tecnologías digitales e inteligencia artificial, en los cuales la interacción presencial es complementada o parcialmente sustituida por entornos virtuales y plataformas colaborativas (Llanos Mosquera *et al.*, 2021; Samane-Cutipa *et al.*, 2025).

Esta evolución refleja un desplazamiento del énfasis exclusivo en la interacción física hacia formas híbridas y digitales de colaboración, lo que amplía las posibilidades de inclusión, personalización del aprendizaje y desarrollo de competencias digitales en el estudiantado.

Figura 2

Evolución de publicaciones (2015–2025) y cambio de tendencia en 2021



Nota. Distribución anual estimada a partir de los estudios analizados en la revisión, considerando aportes teóricos y empíricos clave (Johnson *et al.*, 2014; Llanos Mosquera *et al.*, 2021; Samane-Cutipa *et al.*, 2025).

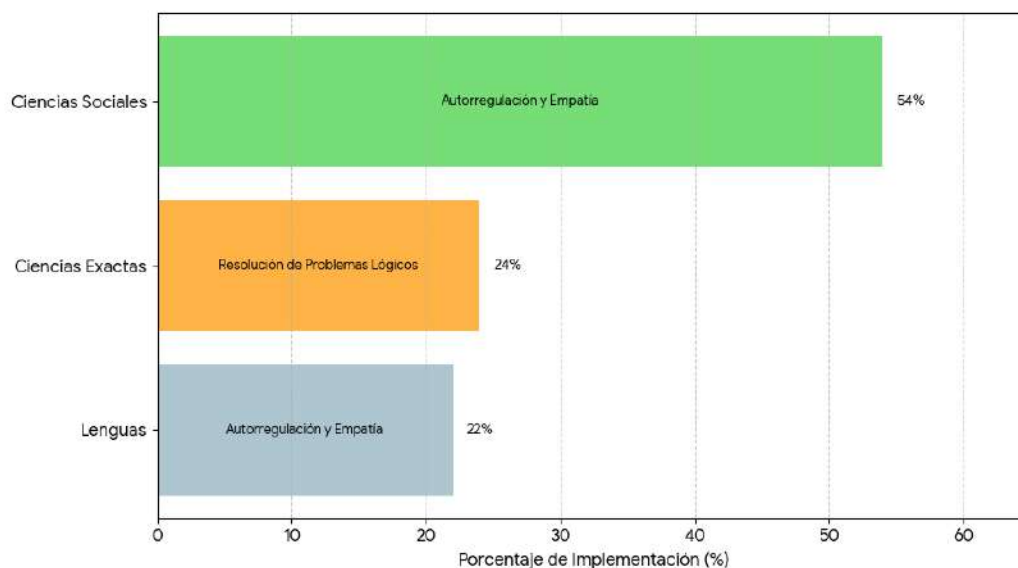
En relación con las áreas del conocimiento, los modelos colaborativos se aplican con mayor frecuencia en Ciencias Sociales (54%) y Lenguas (22%), mientras que su

implementación en áreas exactas y ciencias duras continúa siendo limitada. Respecto a los resultados socioemocionales, aproximadamente el 85% de los estudios reporta efectos positivos consistentes en el desarrollo de la autorregulación, la cooperación y la interacción social, mientras que un 15% adopta posturas críticas o identifica debilidades asociadas principalmente a la insuficiente formación docente y a dificultades en la implementación metodológica (Carrión Obaco *et al.*, 2023).

Cabe señalar que los porcentajes reportados corresponden a la frecuencia con la que los estudios analizados informan determinados efectos, y no a medidas de tamaño del efecto estadístico, lo cual es consistente con el enfoque cualitativo-integrador de la presente revisión.

Figura 3

Distribución de la implementación del Aprendizaje Colaborativo por disciplina predominante



Nota. Elaboración propia a partir de los datos de la revisión sistemática. (n=39). Los porcentajes representan la frecuencia de aparición en la literatura analizada.

Discusión

La interpretación de los hallazgos evidencia una clara convergencia de la comunidad científica respecto a la efectividad del aprendizaje colaborativo. Como se observa en la Tabla 1, la mayoría de los autores ($n = 28$) coinciden en que esta estrategia genera un incremento consistente y recurrentemente reportado en el rendimiento académico, desafiando la idea de que la interacción social distrae del contenido curricular. No obstante, este consenso se matiza con observaciones críticas de Carrión Obaco *et al.* (2023) y Murad *et al.* (2021), quienes señalan que la eficacia del modelo depende de la infraestructura y la disposición del cuerpo docente.

Los hallazgos de esta revisión sistemática, basados en 39 artículos científicos, confirman que el aprendizaje colaborativo no es únicamente una técnica de aula, sino un motor de transformación académica y socioemocional. En concordancia con lo reportado en las Tablas 2 y 3, aproximadamente el 72 % de los estudios analizados respalda una mejora consistente en el rendimiento académico, reforzando la tesis de Gillies (2016) sobre la superioridad de la interdependencia positiva frente a los modelos individualistas.

Un hallazgo crítico de esta revisión es el punto de inflexión identificado a partir de 2021. El modelo colaborativo tradicional, basado principalmente en la interacción presencial (Johnson *et al.*, 2014), tiende a ser desplazado por enfoques híbridos mediados por inteligencia artificial y entornos virtuales (Llanos Mosquera *et al.*, 2021; Samane-Cutipa *et al.*, 2025). Este cambio sugiere que, en la educación secundaria pública latinoamericana, la colaboración ya no es exclusivamente un proceso social, sino una competencia digital integrada.

Al contrastar las posturas de los autores, surge una divergencia relevante. Mientras la corriente optimista (Durlak *et al.*, 2011; Espinal Farfán *et al.*, 2022) enfatiza el éxito del modelo en el desarrollo del pensamiento crítico, voces críticas como Carrión Obaco (2023) y Murad (2021) advierten que, en contextos de secundaria pública, la efectividad es

limitada si no existe una mediación docente de alto nivel. Esto indica que la principal debilidad del sistema no radica en el modelo pedagógico en sí, sino en la brecha de formación docente y en la carencia de infraestructura tecnológica, factores que constituyen barreras para la equidad educativa en la región.

Conclusiones

La presente revisión sistemática permite afirmar que los modelos pedagógicos colaborativos en la educación secundaria latinoamericana han evolucionado de estrategias complementarias a componentes transversales de la calidad educativa. A partir del análisis de la literatura, se destacan tres conclusiones fundamentales:

Eficacia dual: Se confirma un impacto simultáneo en el ámbito académico y socioemocional, evidenciado por mejoras en las calificaciones y un fortalecimiento de la autorregulación, la cooperación y la empatía, especialmente en el área de Ciencias Sociales.

Transformación digital: Se observa un desplazamiento hacia lo que puede denominarse “Colaboración 4.0”, en la que la inteligencia artificial y las plataformas virtuales redefinen la participación activa del estudiantado, promoviendo la corresponsabilidad en entornos de aprendizaje deslocalizados.

El factor docente como eje crítico: El éxito de los modelos colaborativos en instituciones públicas depende de la transición del docente de un rol de instructor tradicional a uno de facilitador socioemocional y tecnológico. Sin una inversión sostenida en la formación pedagógica y digital del profesorado, el aprendizaje colaborativo corre el riesgo de limitarse a trabajos grupales sin rigor ni impacto significativo.

Declaración no conflicto de interés

La autora declara la responsabilidad total del contenido científico presentado y asegura que no existen conflictos de interés de carácter personal, académico, profesional,

institucional, financiero o comercial que pudieron influir en el desarrollo de la investigación, el análisis de los resultados o la publicación del presente artículo.

Participación de los autores

El autor principal JMCS asumió todas las fases del proceso investigativo, incluyendo la conceptualización, la revisión de la literatura, el análisis de los datos, asimismo, asegura que se llevaron de manera autónoma la redacción, revisión y edición final del presente manuscrito cumpliendo con los estándares éticos y metodológicos establecidos por la comunidad científica.

Referencias bibliográficas

Abad-Bautista, L., Limonchi-Falen, E. W., Limonchi-Abad, L. O., & Limonchi-Abad, E. V. W. (2025). Tendencias del aprendizaje activo en estudiantes de secundaria: Una revisión de literatura en América Latina. *Revista InveCom*, 6(3),1-8.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17161717>

Alcívar-Mendoza, J. J., & Vega-Intriago, J. O. (2025). Aprendizaje colaborativo y rendimiento académico en el subnivel elemental de la Escuela Juan Montalvo #41. *Revista Científica Multidisciplinaria HEXACIENCIAS*, 5(9), 197–220.

<https://soeici.org/index.php/hexaciencias/article/view/515>

Arellano-Becerril, E., & Escudero-Nahón, A. (2022). Tendencias de investigación de aula invertida con aprendizaje colaborativo: Una revisión sistemática. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 13, e1492.

https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1492

Arrocha, S., & Esteves, J. (2025). Aprendizaje colaborativo como estrategia educativa: Inclusión y participación estudiantil en Hispanoamérica. *Redilat Latam*, 9(1), 101–123.

<https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4023>

Brown, L., & Thompson, R. (2025). Teacher collaboration to elevate student achievement? *Learning and Instruction*, 97, 102104. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102104>

Carrión Obaco, J. G., Tenezaca Sánchez, L. A., & Lalangui Flores, S. K. (2023). Aprendizaje colaborativo: Un desafío docente para la construcción colectiva del

conocimiento. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 9456–9473. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8515

Cruz Acosta, R., & Cassungo Cruz, R. B. C. (2025). Impacto de las estrategias pedagógicas colaborativas en la participación y el aprendizaje de los estudiantes. *Revista RedCA*, 8(22), 165–190. <https://doi.org/10.36677/redca.v8i22.26362>

Culque, N., & Alemán Toro, D. R. (2023). Impacto de las estrategias de aprendizaje colaborativo en la inclusión de estudiantes con NEE: Una revisión documental. *Polo del Conocimiento*. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3803>

Damián, I., Benites Seguí, L. A., & Camizán García, H. (2021). El aprendizaje colaborativo como estrategia didáctica en América Latina. *Tecnohumanismo*, 1(1), 203–225. <https://doi.org/10.53673/th.v1i1.8.41>

Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, 82(1), 405–432. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x>

Espinal Farfán, C. A., Tapia Díaz, A., Guerra Condor, D. L., & Martel Fernández, L. V. (2022). Aprendizaje colaborativo para la mejora del pensamiento crítico en estudiantes de secundaria. *Horizontes*, 6(26), 1951–1960. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i26.464>

Fernández-Río, J., Cecchini, J. A., Lopes, J., Silva, H., & Leite, Â. (2023). Autoeficacia, autorregulación y aprendizaje cooperativo en educación secundaria. *Educación XXI*, 26(1), 117–139. <https://doi.org/10.5944/educxx1.33339>

Fernández-Río, J., Cecchini, J. A., & Méndez-Giménez, A. (2014). Effects of cooperative learning on perceived competence, motivation, social goals, effort and boredom in prospective primary education teachers. *Journal for the Study of Education and Development*, 37(1), 57–89. <https://doi.org/10.1080/02103702.2014.881650>

Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3), 39–54. <https://doi.org/10.14221/ajte.2016v41n3.3>

Gillies, R. M., & Boyle, M. (2010). Teachers' reflections on cooperative learning: Issues of implementation. *Teaching and Teacher Education*, 26(4), 933–940. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.10.034>

González, P., & Rojas, M. (2024). Evaluación colaborativa en secundaria: Impacto en la corresponsabilidad. *Revista de Innovación Educativa*, 15(1), 88–102.

Guamán Chisag, J. L. (2023). Aprendizaje colaborativo y rendimiento académico en educación secundaria. *Revista de Investigación Pedagógica*, 10(2), 45–59.

Hurtado, A., Poloche, J., & Janyeth, J. (2014). Aprendizaje de las ciencias con estudiantes con limitación visual: Un enfoque colaborativo. *Revista de Inclusión Educativa*, 7(1), 112–125. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/15229>

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3–4), 85–118.

Li, M., & Zhu, Y. (2024). Collaborative learning and academic achievement in secondary education. *Computers & Education*, 196, 104878. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104878>

Llanos Mosquera, J. M., Hidalgo Suárez, C. G., & Bucheli Guerrero, V. A. (2021). Aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial: Revisión sistemática. *Tecnura*, 25(69), 196–214. <https://doi.org/10.14483/22487638.16934>

López, J., & Hernández, K. (2023). Modelos pedagógicos colaborativos y su impacto en competencias socioemocionales: Revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Pedagogía*, 36(1), 45–72. <https://doi.org/10.5678/rp.2023.36.1.45>

Maldonado, D. J. L., Neira, I. A. G., Ambi, J. P. R., Triviño, M. D. L. D., & Cabezas, P. S. R. (2023). Educación inclusiva y los tipos de necesidades educativas especiales: Caso Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 11137–11150. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6193

Martínez-Usarralde, M. J. (2021). Estrategias de inclusión en contextos escolares. *Diversitas: Perspectivas en Educación*, 13(1). <https://doi.org/10.15332/s1794-9998.2017.0001.01>

Murad, T., Al-Kahtani, A., & Li, X. (2021). Teachers' attitudes towards collaborative instruction in public schools. *Journal of Education and Practice*, 12(4), 56–68.

Rajaei, A., Samadi, F., & Hosseini, P. (2019). Effects of collaborative and non-collaborative approaches on EFL reading comprehension. *Journal of Language Teaching and Research*, 10(2), 154–165.

Ramírez-Montoya, M. S., & Rozo-García, H. (2025). Technologies and strategies in collaborative online international learning: Systematic literature mapping. *Smart Learning Environments*, 12, 63. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00409-x>

Ramos-García, M. A., & Bardales-Encinas, G. D. P. (2024). Desarrollo de habilidades sociales y el método de aprendizaje cooperativo en adolescentes. *Episteme Koinonía*, 7(1), 73–91. <https://doi.org/10.35381/e.k.v7i1.3713>

Rivas, J., & Espinoza, A. (2023). Desarrollo de un proyecto de aprendizaje colaborativo en línea. *Revista de Educación y Derecho*, 28. <https://doi.org/10.1344/REYD2023.28.42805>

Rodríguez Orellana, L. A. (2022). Trabajo colaborativo y actitud emprendedora en la escuela durante la pandemia del COVID-19. *Horizontes*, 6(25), 1434–1442. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i25.424>

Roseth, C. J., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2008). Promoting early adolescents' achievement and peer relationships. *Psychological Bulletin*, 134(2), 223–246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.2.223>

Samane-Cutipa, V. A., Callacondo Velarde, J. C., Rucano Paucar, F. H., & Talavera-Mendoza, F. M. (2025). Managing cooperative learning and digital competences in secondary education: A systematic review. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 14(3), 2088–2098. <https://doi.org/10.11591/ijere.v14i3.30449>

Silva, R. A. R., Correia, D. B., Amaro, B. B. D. F., et al. (2021). Aprendizagem cooperativa como metodologia ativa no ensino médio. *Research, Society and Development*, 10(8), e17410817166. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17166>

Tarco Sánchez, L. M. (2022). Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *UCV-Scientia*, 14(1), 68–76.

Van Leeuwen, A., & Janssen, J. (2019). A systematic review of teacher guidance during collaborative learning. *Educational Research Review*, 27, 100289. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.02.001>

Zhang, Y., & Li, Y. (2023). Analyzing the impact of a collaborative learning approach on grade six students' mathematics achievement and self-regulation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(4), Article e14153. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14153>

Zhou, T., & Colomer, J. (2024). Cooperative learning promoting cultural diversity and individual accountability: A systematic review. *Education Sciences*, 14(6), 567.
<https://doi.org/10.3390/educsci14060567>

El marketing de contenido y su influencia en la creación de valor para el cliente

Content marketing and its influence on creating customer value

Ronald Ariel Gutiérrez Gutiérrez

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Los Santos, Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad, Departamento de Mercadeo. Panamá,
ronald.gutierrez@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0001-6679-8412>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a8589>

Resumen

Cuando se hace referencia al marketing de contenido se hace énfasis al tipo de mensaje que las empresas desean transmitir al cliente a través de diferentes medios publicitarios. El objetivo de este artículo fue analizar la influencia del marketing de contenido en la creación de valor para el cliente, para lo cual la metodología consistió en una revisión bibliográfica, donde se exploró la producción científica de los años 2020 a 2023 en la base de datos ScienceDirect, se estableció como restricción que el concepto marketing de contenido (*content marketing*) apareciera en el título, resumen o palabras clave de cada publicación. Se utilizó el marco de trabajo framework (estructura) SALSA para la obtención y análisis de la producción científica. Los resultados mostraron una producción científica de 50 trabajos de diferentes tipos, entre ellos 42 artículos de investigación que conformaron la unidad de análisis que permitió determinar las tendencias del marketing de contenido. Se identificaron 4 ejes temáticos encontrados en esta revisión: Marketing de contenido en empresas B2B y B2C, papel creativo del contenido en tiempo real, impacto del marketing de contenido en el sector turístico y alineación del contenido a publicar con los objetivos de marketing de la empresa. Se aprecia un crecimiento no lineal en la producción científica, con crecimiento significativo en 2021, reducción en 2022 y recuperación en 2023 que refleja cambios en las prioridades temáticas más que una pérdida de interés académico. Se concluye que en conjunto la literatura consultada sugiere que el marketing de contenido no es una técnica de mercadotecnia aislada, sino una estrategia que proporciona valor y ventajas competitivas sostenibles en un entorno altamente competitivo.

Palabras clave: Plataforma digital, digitalización, impacto de la comunicación, visualización, medios sociales

Abstract

When referring to content marketing, the emphasis is on the type of message that companies wish to convey to the customer through different advertising channels. The objective of this article was to analyze the influence of content marketing on creating customer value. The methodology consisted of a literature review, exploring scientific output from 2020 to 2023 in the ScienceDirect database. The restriction was that the concept of content marketing had to appear in the title, abstract, or keywords of each publication. The SALSA framework was used to obtain and analyze the scientific output. The results showed a scientific output of 50 works of different types, including 42 research articles that formed the unit of analysis, allowing the determination of content marketing trends. Four thematic areas were identified in this review: Content marketing in B2B and B2C companies, the creative role of real-time content, the impact of content marketing in the tourism sector, and the alignment of published content with the company's marketing objectives. A non-linear growth pattern is observed in scientific output, with significant growth in 2021, a decline in 2022, and a recovery in 2023, reflecting shifts in thematic priorities rather than a loss of academic interest. The literature reviewed suggests that content marketing is not an isolated marketing technique, but rather a strategy that provides value and sustainable competitive advantages in a highly competitive environment.

Keywords: Digital platform, digitalization, impact of communication, visualization, social media

Introducción

El marketing de contenido “surge como una estrategia empresarial para captar la atención de los mercados meta actuales” (Pachucho-Hernández *et al.*, 2021, p. 44), involucra a un público objetivo en el desarrollo de leads mediante contenidos relevantes (Gómez Torres y Mancheno Saá, 2023) y está fundamentado en la idea de que al brindar contenido relevante y de valor añadido se

logra el posicionamiento en la mente del consumidor (Velázquez -Cornejo y Hernández-Gracia, 2019). El posicionamiento es considerado un instrumento fundamental para la propuesta de valor y la estrategia de comunicación seleccionada por la empresa con el objetivo de crear y mantener una ventaja competitiva (Olivar Urbina, 2021).

La función principal del marketing de contenido es dar a conocer a través de promociones lo que la empresa está ofertando para el cliente. La promoción de contenidos es un elemento fundamental para el éxito de los productos digitales y brinda ayuda significativa a las empresas porque les permite tener una relación más sólida y estrecha con sus clientes (Castilla *et al.*, 2023).

Según Velázquez -Cornejo y Hernández-Gracia (2019) los componentes más comunes que integran un programa de marketing de contenido son: las redes sociales, los blogs, el contenido visual y material de contenido premium como ebooks o webinarios.

Las redes sociales “han marcado un hito en materia de difusión masiva, debido a su alcance, características e impacto en la sociedad actual” (Hütt Herrera, 2012, p. 121). Son utilizadas por las personas para diversos fines, como relaciones interpersonales, relaciones de trabajo, promoción política y otras más (Flores Cueto *et al.*, 2009). Según Gómez Miranda *et al.* (2024) se ha podido demostrar que las redes sociales se pueden utilizar como parte de las estrategias que implantan las relaciones públicas las cuales ayudan a que las personas tengan más contacto con las organizaciones.

Un blog es una página web que se actualiza continuamente con publicaciones llamadas entradas que usualmente incluyen fecha y hora. Además si existen varios autores que brinden contribución al blog, es común que se agregen sellos con sus nombres (Wilkins, 2008). Los Blogs “se han convertido en un vehículo para dar a conocer, comunicar y expresar información sobre un determinado tema” (Gómez Requejo, 2017, p. 117). Referente a características técnicas “los blogs tienen muchos elementos comunes: enlaces, comentarios, fotografías, videos, y tienen multiplicidad de formatos” (Martínez Abreu y Curbeira Hernández, 2014, p. 383).

El contenido visual tiene un efecto significativo en la decisión de compra del cliente directa e indirectamente a través de la interacción con la marca como variable interviniente (Utari *et al.*, 2024). Es importante señalar que el marketing visual atrae consumidores al aprovechar la vista, siendo ésta el sentido que más influye en la percepción y conexión con una marca (Sánchez Cordero *et al.*, 2025).

El webinar es un recurso tecnológico global que brinda beneficios a universidades y empresas ofreciendo posibilidades de formación formal e informal, ya que permite una comunicación multidireccional entre personas independientemente de su cultura, situación geográfica o temporalidad (Morales Intriago *et al.*, 2016).

En síntesis el marketing de contenido no solo busca atraer prospectos, si no también establecer y mantener relaciones duraderas y de confianza con sus clientes, ya sean actuales o potenciales. Para lograrlo, se apoya en recursos como: las promociones, redes sociales, contenido visual y webinars entre otras. Sin lugar a dudas, el marketing de contenido representa una herramienta estratégica que permite a las organizaciones adaptarse a las nuevas dinámicas de comunicación digital y fortalecer su posicionamiento en el mercado. La integración de recursos interactivos y digitales facilita una mayor cercanía con los consumidores, favoreciendo la construcción de experiencias significativas y relaciones sostenibles en el tiempo.

El objetivo central de este estudio consistió en analizar la influencia del marketing de contenido en la creación de valor para el cliente, esto implicó evaluar la literatura existente para conocer como el contenido relevante impacta la percepción y la lealtad de marca del cliente.

Metodología

Esta investigación se sustentó en una revisión bibliográfica, para ello, se llevó a cabo un proceso de búsqueda, selección y análisis de literatura científica, cuyas etapas se describen a continuación:

Proceso de revisión de literatura

Este proceso se realizó haciendo uso del marco de trabajo framework, (estructura) SALSA. Este marco toma su nombre de los principales pasos en el proceso de una revisión de literatura. Estos pasos incluyen los siguientes elementos: *Search* (búsqueda), *Appraisal* (evaluación), *Synthesis* (síntesis) y *Analysis* (análisis). (Grant y Booth, 2009, como se citó en García-Peñalvo, 2022).

Para realizar la búsqueda de documentos se utilizó el término marketing de contenido escrito en el idioma inglés (*content marketing*) bajo la restricción de que los trabajos seleccionados cumplan con el criterio de que el concepto “*content marketing*” aparezca en el título, resumen o palabras clave de cada publicación. La búsqueda de documentos comprendió del año 2020 a 2023. Se utilizó la base de datos *Science Direct* ya que ofrece acceso a publicaciones científicas confiables. El procedimiento de revisión de literatura se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Marco de trabajo framework SALSA aplicado al estudio

Pasos	Actividades realizadas
Búsqueda	Base de datos: <i>Science Direct</i> . Ecuación de búsqueda: <i>Title “content marketing”</i> .
Evaluación	Criterios de inclusión: Que el término “ <i>content marketing</i> ” aparezca en el título, resumen o palabras clave de las publicaciones (se incluyen artículos científicos originales tipo investigación. N= 42 artículos . El periodo analizado comprende del año 2020 al 2023.

	Criterios de exclusión: Documentos encontrados que sean artículos científicos de revisión u otro tipo. N= 8 documentos.
Síntesis	Tablas de resultados: Autores y título de documentos con su respectiva descripción.
	Datos tabulares: Presentación de resultados.
Análisis	Resúmenes estructurados o matrices: Análisis de resumen de documentos encontrados.

Nota. Elaborado en base al protocolo de trabajo del estudio tomando como referencia a Grant y Booth, 2009.

Población

Al aplicar la ecuación de búsqueda “*marketing content*” y establecer como criterio que este término estuviera presente en el título, resumen o palabras clave de las publicaciones, se logró recopilar un total de N = 50 trabajos investigativos correspondientes al periodo 2020–2023. Los documentos obtenidos corresponden a diferentes tipos de publicaciones académicas, entre ellas 42 artículos de investigación, 4 artículos de revisión, 2 resúmenes de conferencia y 2 discusiones académicas.

Muestra

El muestreo empleado fue el no probabilístico intencional, el cual permite seleccionar casos característicos de una población, limitando la muestra a esos casos. Es utilizado cuando la población es variable y la muestra pequeña. Se seleccionan los casos que el investigador considere conveniente para guiar la investigación (Otzen y Manterola, 2017). Para efectos de este estudio, los casos seleccionados eran artículos científicos de investigación (n= 42 artículos).

Resultados

De acuerdo con la búsqueda bibliográfica llevada a cabo, se identificaron y seleccionaron 42 artículos científicos para el análisis del marketing de contenido. En la Tabla 2 se presentan los principales aspectos de cada publicación, incluyendo el nombre del autor o autores, el título del artículo y una breve descripción de su propósito o contenido. Esta información permitió examinar

las contribuciones teóricas y empíricas existentes sobre el tema de estudio, facilitando la comprensión de las tendencias y enfoques abordados en la literatura científica.

Tabla 2

Producción científica seleccionada y su descripción

No	Autor (s)	Título	Descripción / Propósito
1	Juntunen et al.(2020)	Marcas B2B en Twitter: cómo interactuar con los usuarios mediante una combinación variada de objetivos, estrategias y tácticas de contenido en redes sociales.	Aumentar la comprensión sobre la participación de los usuarios liderada por las empresas B2B en el contenido de las redes sociales.
2	(Magno y Cassia, 2020)	Establecer liderazgo intelectual a través de las redes sociales en entornos B2B: efectos en el desempeño.	Proponer y probar un modelo para explicar cómo el liderazgo de pensamiento de una empresa mejora el rendimiento de su relación con los clientes,
3	(Putri y Ernawaty, 2020)	Contenido de marketing viral para la campaña de Cobertura Sanitaria Universal en Indonesia	Se determinó el contenido exacto del marketing viral para una campaña de Cobertura Sanitaria Universal en Indonesia, tomando en cuenta que el marketing viral se ha popularizado como una estrategia efectiva y de bajo costo.
No	Autor (s)	Título	Descripción / Propósito
4	Moran et al. (2020)	Características del contenido de los mensajes y la interacción en las redes sociales: evidencia de la industria de los medios	El artículo busca descubrir aquellos factores que impulsan la interacción entre el consumidor y la marca el Facebook, entendiendo las respuestas conductuales de los usuarios en forma de clic, “me gusta”, “compartir” y comentarios.
5	(Bowden y Mirzaei, 2020)	La participación del consumidor en los canales de comunicación minorista: un análisis de las comunidades de marca en línea y las iniciativas de marketing de contenido digital.	El estudio busca examinar cómo se crea la interacción del consumidor con el contenido de marca mediante las comunidades de marca online iniciadas por el consumidor y las comunicaciones de marketing de contenido impulsadas por la marca.
6	Ho et al. (2020)	Desarrollo de capacidades de marketing de contenidos: un marco conceptual	El objetivo del estudio fue desarrollar un marco conceptual donde se identifique prácticas atractivas de marketing de contenido, específicamente cómo se crea contenido atractivo.
			El propósito del estudio es la identificación de aquellos factores clave en la planeación de la estrategia de

7	Yaghtin <i>et al.</i> (2020)	Planificación de una estrategia de marketing de contenidos B2B orientada a objetivos	marketing de contenidos digitales en línea con los principales objetivos de marketing de la empresa en el sector B2B.
8	Geng <i>et al.</i> (2020)	Marketing de contenidos en plataformas de comercio electrónico en la economía de las celebridades en Internet.	Los resultados obtenidos muestran que la generación de contenido por parte de los profesionales del marketing y la interacción entre estos y los consumidores tendrán influencias significativas en las ventas del comercio electrónico.
9	Carlson <i>et al.</i> (2021)	Involucrar a los clientes de la Generación Y en las comunidades de marca en línea: una evaluación transnacional.	Sus hallazgos se fundamentan en la optimización de actividades de marketing de contenidos digitales para dar fortalecimiento a las relaciones entre el cliente y la marca.
10	(Confetto y Covucci, 2021)	Una taxonomía de temas de sostenibilidad: una guía para configurar el contenido de sostenibilidad corporativa en la web.	Su objetivo es proponer una taxonomía de temas de comunicación en sostenibilidad que brinde a los administradores de contenido digital una guía para establecer una agenda de contenido de sostenibilidad y fomentar así mecanismos de participación de las partes interesadas en cuestiones ambientales.
11	Gaiha <i>et al.</i> (2021)	Educación sobre cigarrillos electrónicos en las escuelas de Alabama: impacto en el conocimiento sobre los cigarrillos electrónicos, las percepciones y la intención de probarlos.	El propósito principal es evaluar el conocimiento de los adolescentes sobre cigarrillos electrónicos, percepciones de la nocividad y adicción, y la intención de probarlos antes y después de una sesión educativa sobre cigarrillos electrónicos.
12	(Alamäki y Korpela, 2021)	Transformación digital y actividades de venta basadas en valor: perspectivas del vendedor y del comprador.	El estudio examina la transformación digital de las ventas entre empresas (B2B) y sus efectos en la gestión de las ventas basadas en valor.

No	Autor (s)	Título	Descripción / Propósito
13	(Cervecero y Sebby, 2021)	El efecto de los menús de restaurantes online en las intenciones de compra de los consumidores durante la pandemia de COVID-19	El artículo sugiere que los propietarios de restaurantes modifiquen sus menús en línea para aumentar los ingresos del restaurante, tomando en consideración que el atractivo visual y la información de un menú en línea jugaron un papel decisivo en la intención de compra.
14	Tiwarly <i>et al.</i> (2021)	Evaluación del impacto del uso de las redes sociales en el marketing B2B: una revisión de la literatura y un camino a seguir.	Se analiza el uso de redes sociales en B2B basado en 294 artículos seleccionados mediante un análisis bibliométrico de literatura.
15	Mazerant <i>et al.</i> (2021)	Creatividad acertada: sesgos creativos y sus efectos diferenciales en las respuestas de los consumidores en el marketing en tiempo (no) real.	El estudio señala que un desafío en el marketing de contenido digital es la creación de mensajes significativos en momentos significativos. Para el logro de esto las marcas alinean los mensajes de las redes sociales con momentos temáticos.

16	Cartwright <i>et al.</i> (2021)	Gestión de relaciones en redes sociales en organizaciones B2B	Los autores señalan que las redes sociales constituyen una fuente de información valiosa de mercado, caracterizada por la gran facilidad y eficiencia de las interacciones entre los socios en red .
17	Kumar Sharma <i>et al.</i> (2021)	Implementación de una metodología basada en recompensas en un entorno de blogs web	Según los autores, la redacción de contenido es una herramienta que todos pueden usar para impulsar su proceso de generación de ingresos.
18	Olson <i>et al.</i> (2021)	Estrategia empresarial y gestión del marketing digital	El estudio ofrece a los gerentes de marketing información sobre cómo las empresas que implementan diversas estrategias abordan algunos problemas de marketing digital con el fin de ayudarlos a implementar de manera eficiente y eficaz la estrategia adoptada por su empresa.
19	(Confetto y Covucci, 2021)	“SEO para contenidos de sostenibilidad”: un algoritmo semántico para mejorar la calificación de calidad de los contenidos web de sostenibilidad.	Los autores señalan que el estudio de marketing de contenidos para la comunicación de la sostenibilidad constituye un campo nuevo de investigación que ofrece oportunidades interesantes.
20	Gregoriades <i>et al.</i> (2021)	Apoyar el marketing y la mensajería de contenidos digitales mediante modelos de temas y árboles de decisiones	El documento brinda un enfoque de aprendizaje automático que involucra el boca a boca electrónico de los turistas para dar respaldo a las campañas de marketing de destino.
21	Upreti <i>et al.</i> (2021)	Matchmaking de contenido online en mercados B2B: aplicación del modelado de contenido neuronal.	En el estudio se desarrolló un modelo de contenido neuronal para vincular el contenido que ofrecen los vendedores con el tipo de contenido que buscan los compradores.
22	(Izogo y Mpinganjira, 2021)	Un tanto agresivo pero efectivo: el papel del marketing de contenido digital en redes sociales (VSM-DCM) cargado de valor para productos de búsqueda y experiencia	El estudio hace referencia al marketing de contenido digital en redes sociales con valor generado por los profesionales del marketing.

No	Autor (s)	Título	Descripción / Propósito
23	Beard <i>et al.</i> (2021)	Una historia del marketing de contenidos	El propósito del artículo es sintetizar algunas de las tantas definiciones del marketing de contenido y mostrar la primera historia académica de su desarrollo y práctica.
24	(He <i>et al.</i> (2021)	¿Conversación, narrativa o interacción y participación del consumidor? El impacto del marketing de contenido en redes sociales de marca en la percepción	El artículo estudia la relación entre la percepción de los consumidores sobre la personalidad de la marca, actitudes hacia la misma y el marketing de contenido en redes sociales propio de la marca.

		y actitud de los consumidores hacia la marca.	
25	Pachucki <i>et al.</i> (2022)	¿Ya nada es como antes? Cambios provocados por la COVID-19 en la comunicación en redes sociales de los destinos turísticos.	Este estudio investiga en qué forma y medida la pandemia por COVID-19 ha cambiado la comunicación de los destinos turísticos en las redes sociales y la participación de los consumidores.
26	Mero <i>et al.</i> (2022)	Lógica ágil para la implementación de SaaS: Cómo aprovechar el software de automatización de marketing en un startup.	El estudio identifica procesos clave para capitalizar el software de automatización de marketing. Software-as-a-Service (SaaS).
27	Wang <i>et al.</i> (2022)	La paradoja influyente: contenido de marca y ofertas compartido por influencers en redes de amistad	Los autores realizaron un análisis de datos de campo y cuatro experimentos de laboratorio para comprender cuándo y por qué los centros sociales y los puentes sociales (personas de alta centralidad de intermediación) comparten contenido.
28	Arifin <i>et al.</i> (2022)	¿Los jóvenes musulmanes eligen de forma diferente? Identificando el comportamiento del consumidor en la industria halal.	Los resultados del estudio revelan que la conciencia religiosa y la calidad del contenido tienen influencia directa, positiva y significativa en el comportamiento de compra del consumidor.
29	Terho <i>et al.</i> (2022)	Marketing de contenidos digitales en los mercados empresariales: actividades, consecuencias y contingencias a lo largo del recorrido del cliente.	El estudio identifica actividades clave para la realización del marketing de contenido centrado en el cliente en los mercados B2B y las contingencias clave que influyen en sus resultados de rendimiento.
30	(Kedzierska-Szczepaniak y Minga, 2022)	El marketing de contenidos como solución innovadora para las plataformas de financiación colectiva: el ejemplo de la plataforma Patronite	Los autores definen el marketing de contenido como una estrategia que permite a la empresa construir una relación a largo plazo y establecer un diálogo con clientes potenciales, captando su atención para animarlos a actuar.
31	Masrianto <i>et al.</i> (2023)	Índice de Utilización del Marketing Digital para Evaluar y Mejorar la Capacidad de Marketing Digital de la Empresa	El artículo presenta un índice de utilización del marketing digital para evaluar y mejorar la capacidad de marketing digital de una empresa.
32	Mero <i>et al.</i> (2023)	Marketing de influencia B2B: Conceptualización y cuatro estrategias de gestión.	Los hallazgos del estudio identifican elementos clave del marketing de influencia en los mercados B2B y revelan cuatro estrategias diferentes que las organizaciones B2B utilizan para poner en práctica el concepto de marketing de influencia.
No	Autor (s)	Título	Descripción / Propósito
33	Wang <i>et al.</i> (2023)	Diseño de contenido de marketing para el comercio social que impulse el comportamiento de compra del consumidor: una perspectiva desde la teoría de los actos de habla	Este trabajo propone un modelo de investigación multinivel para conceptualizar las características lingüísticas del contenido a partir de los aspectos del uso de palabras, desarrollo de argumentos dentro del contenido y el nivel meta entre contenidos. También

			busca investigar el impacto de este modelo en los comportamientos de compra del consumidor.
34	Roelen-Blasberg <i>et al.</i> (2023)	Inferencia automatizada de atributos de productos y su importancia a partir de contenido generado por el usuario: ¿Podemos reemplazar la investigación de mercado tradicional?	Este estudio propone, comprara y valida un enfoque nuevo para inferir evaluaciones a nivel de atributo a partir del contenido generado por el usuario.
35	Taylor <i>et al.</i> (2023)	Compromiso del cliente y comportamientos de compartir: hacia una perspectiva curvilínea contingente	Los autores señalan que existe un creciente reconocimiento de una relación lineal entre la participación del cliente y la intención de comportamiento de compartir dentro de las comunidades de marca en línea alojadas por empresas en las redes sociales.
36	(Shao, 2023)	¿Cómo influyen las características de los influencers en redes sociales y el contenido en vivo en la compra impulsiva de los consumidores en el comercio de streaming en vivo? El rol de la congruencia y el apego.	Este estudio desarrolla un marco conceptual que adopta un modelo de probabilidad de elaboración y una teoría del apego para determinar los efectos de los influencers en las redes sociales, el marketing de contenido en vivo y su congruencia en la compra impulsiva.
37	Kulikovskaja <i>et al.</i> (2023)	Impulsar los resultados de marketing a través de la interacción con el cliente en las redes sociales	Los resultados de este estudio revelan diferentes efectos de los tipos de contenido en la interacción con el cliente y subrayan su papel mediador entre los tipos de contenido y resultados de marketing.
38	(Filipovic y Arslanagic-Kalajdzic, 2023)	Reflejar el marco del marketing de contenidos digitales: captar las perspectivas de los proveedores mediante la evaluación de estímulos y la respuesta de compromiso conductual	El estudio busca proponer un nuevo marco de marketing de contenidos digitales basado en el consumidor para abarcar la perspectiva del proveedor.
39	Binh Nguyen <i>et al.</i> (2023)	Un análisis bibliométrico de la investigación sobre marketing de contenidos turísticos: antecedentes y evolución temática	El estudio señala que el marketing de contenidos se está convirtiendo en una tendencia importante en la industria del turismo y está atrayendo la atención de muchas partes interesadas.
40	Hung <i>et al.</i> (2023)	Mejorar los servicios de salud y la participación de la marca a través del marketing en redes sociales: integración del marco 5A de Kotler con el proceso IDEA.	Según este trabajo, el marketing en redes sociales puede constituir una solución eficaz para que las organizaciones sanitarias construyan relaciones a largo plazo con los pacientes atendidos.

Nota. Elaborado a partir de la literatura consultada.

No	Autor (s)	Título	Descripción / Propósito
41	(Fraser-Arnott, 2023)	Marketing de bibliotecas académicas en el mundo pos-COVID.	En este estudio, el marketing fue seleccionado como la lente a través de la cual se examinó los artículos de bibliotecología y ciencias de la información, debido a que las estrategias y técnicas de marketing ofrecen información valiosa sobre cómo las bibliotecas se perciben así mismas y a las comunidades que sirven.
42	Bazi <i>et al.</i> (2023)	Calidad estética del contenido de las redes sociales y compromiso del cliente: el papel mediador del entretenimiento y sus impactos en el amor y la lealtad a la marca	El artículo analiza un modelo de los antecedentes y las consecuencias de la interacción con marcas de moda de lujo en redes sociales.

La revisión de los 42 artículos demuestra que el marketing de contenidos es esencial para mejorar la interacción, el compromiso y las relaciones entre el consumidor y la marca en diversos sectores

Según los estudios, un contenido relevante, atractivo y alineado con los objetivos de la organización tiene un impacto positivo en la intención de compra, la fidelización, la percepción de marca y el rendimiento comercial. Además, se destacan tendencias como la automatización y el análisis de contenido creado por usuarios e influencers que respaldan las estrategias digitales.

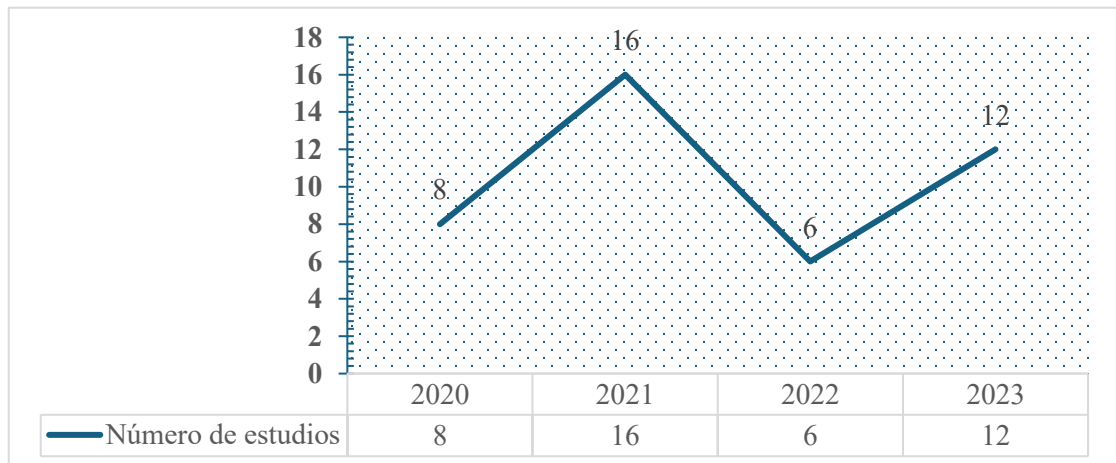
La Figura 1 muestra la distribución temporal de los estudios analizados sobre el marketing de contenido entre los años 2020 y 2023. Se aprecia un crecimiento no lineal en la producción científica, con crecimiento significativo en 2021, reducción en 2022 y recuperación en 2023 que refleja cambio en las prioridades temáticas más que una pérdida de interés académico.

En 2020, se destaca el inicio de interés académico por parte del tema, haciendo énfasis en la interacción y redes sociales. El 2021 presenta el punto más alto de la producción científica, consolidando temas como el engagement y estrategias B2B. Para el 2022 hay una breve disminución de publicaciones, pero se mantiene un enfoque tecnológico y especializado sobre el

tema de estudio. En 2023 hay una consolidación del marketing de contenidos que se basa en los datos, la influencia en el cliente y la inteligencia artificial.

Figura 1

Distribución por años de la temática de estudio (marketing de contenido)



Discusión

Los resultados de los estudios revisados revelan, por un lado, que el marketing de contenido se manifiesta como aspecto central de la comunicación digital en mercado B2B y B2C, y, por otro lado, que su eficiencia está determinada por un conjunto de factores relacionados con el tipo de contenido, los objetivos estratégicos, el contexto del consumo, y su impacto en la interacción con los elementos de la comunicación.

Los estudios centrados en redes sociales B2B (Juntunen *et al.*, 2020; Magno y Cassia, 2020; Cartwright *et al.*, 2021) señalan que el contenido juega un papel fundamental en la construcción liderazgo intelectual, gestionar relaciones e interactuar estratégicamente con clientes y socios. La combinación de tácticas de contenido y su alineación con objetivos comerciales permite aumentar la participación del usuario y mejorar el rendimiento de la relación con el cliente. Así, el marketing de contenidos se convierte en un medio para posicionar a la empresa como referente en su sector.

En el ámbito B2C, las investigaciones muestran que el tipo de contenido afecta directamente el comportamiento y las respuestas del consumidor. Estudios como los de Moran *et al.* (2020), Bowden y Mirzaei (2020) y Carlson *et al.* (2021) indican que la interacción del consumidor, expresada en “me gusta”, comentarios, clics o compartidos, aumenta cuando el contenido es emocional, visualmente atractivo, oportuno o relevante. Este hallazgo es respaldado por investigaciones enfocadas en industrias específicas, como la moda de lujo (Bazi *et al.*, 2023), la gastronomía (Cervejero y Sebby, 2021) y el comercio halal (Arifin *et al.*, 2022). En estos casos, la calidad estética, la claridad del mensaje y la coherencia con los valores del consumidor están asociadas con una mayor intención de compra y compromiso emocional.

Otra tendencia emergente en estos estudios es el papel de la creatividad y el contenido en tiempo real. Mazerant *et al.* (2021) destacan que la relevancia contextual y la adaptación del mensaje a momentos clave generan respuestas más fuertes del consumidor. Además, Wang *et al.* (2022) y Shao (2023) muestran que los influencers tienen un papel importante en amplificar el contenido, especialmente cuando hay congruencia entre el creador y la marca.

Investigaciones como las de Ho *et al.* (2020), Yaghtin *et al.* (2020), Terho *et al.* (2022) y Filipovic y Arslanagic-Kalajdzic (2023) enfatizan que la creación de contenido debe alinearse con los objetivos de marketing, el recorrido del cliente y las circunstancias del mercado.

También hay avances metodológicos, como el uso de algoritmos, modelos semánticos y aprendizaje automático (Gregoriades *et al.*, 2021; Nguyen *et al.*, 2023; Roelen-Blasberg *et al.*, 2023). Estas herramientas facilitan la personalización, análisis y optimización del contenido en tiempo real.

Finalmente, varios estudios demuestran que el marketing de contenidos ha impactado significativamente sectores como turismo (Pachucki *et al.*, 2022; Nguyen *et al.*, 2023), salud

(Gaiha *et al.*, 2021; Hung *et al.*, 2023) y educación (Fraser-Arnott, 2023), lo que confirma su carácter amplio. En todos estos casos, el contenido digital no solo es un medio informativo, sino un mecanismo para fomentar la participación, construir confianza y generar vínculos duraderos con los públicos objetivo.

En conjunto, los hallazgos indican que el marketing de contenidos se ha convertido en un componente esencial de la estrategia digital. Su éxito depende de la calidad, relevancia, consistencia y capacidad para generar valor para el usuario en diferentes escenarios y plataformas.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos de esta revisión, el marketing de contenido se ha consolidado como una herramienta clave de la comunicación digital contemporánea, principalmente para mantener al cliente informado. Una de las formas en que el marketing de contenidos genera valor para el cliente es ofreciendo información personalizada y de relevancia que responde a sus necesidades. Al proporcionar contenido útil las empresas logran que el cliente perciba un beneficio más allá del producto o servicio que está adquiriendo, esto fortalece la confianza en la marca y aumenta las posibilidades de elección del producto frente a empresas competidoras.

El valor que se crea a través del marketing de contenido se consolida en la lealtad del cliente a largo plazo. Cuando el cliente percibe que el contenido aporta beneficios relevantes, desarrolla un vínculo emocional con la marca que experimentó esta interacción. El marketing de contenidos alcanza un alto potencial cuando los administradores de empresas lo integran con otras estrategias de marketing, principalmente aquellas que están relacionadas con el marketing digital. Entre estas: el posicionamiento en motores de búsqueda y las redes sociales.

En conjunto la literatura consultada sugiere que el marketing de contenidos no es una técnica de mercadotecnia aislada, sino una estrategia que proporciona valor y ventajas competitivas sostenibles en un entorno altamente competitivo.

Conflicto de interés

El autor declara la responsabilidad total del contenido científico presentado y asegura que no existen conflictos de interés de carácter personal, académico, profesional, institucional, financiero o comercial que pudieron influir en el desarrollo de la investigación, el análisis de los resultados o la publicación del presente artículo.

Participación de los autores

El autor principal RAGG asumió todas las fases del proceso investigativo, incluyendo la conceptualización, la revisión de la literatura, el análisis de los datos, asimismo, asegura que se llevaron de manera autónoma la redacción, revisión y edición final del presente manuscrito cumpliendo con los estándares éticos y metodológicos establecidos por la comunidad científica.

Referencias bibliográficas

Alamäki, A., y Korpela, P. (2021). Transformación digital y actividades de venta basadas en valor: perspectivas del vendedor y del comprador. *Revista Báltica de Gestión*, 16(2), 298-317. <https://doi.org/10.1108/BJM-08-2020-0304>

- Arifin, M. R., Raharja, B. S., y Nugroho, A. (2022). ¿Los jóvenes musulmanes eligen de forma diferente? Identificando el comportamiento del consumidor en la industria halal. *Revista de marketing islámico*, 14(4), 1032-1057. <https://doi.org/10.1108/JIMA-02-2021-0049>
- Bazi, S., Filieri, R., y Gorton, M. (2023). Calidad estética del contenido de las redes sociales y compromiso del cliente: el papel mediador del entretenimiento y sus impactos en el amor y la lealtad a la marca. *Revista de investigación empresarial*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113778>
- Beard, F., Petrotta, B., y Dischner, L. (2021). Una historia del marketing de contenidos. *Revista de investigación histórica en marketing*, 13(2), 139-158. <https://doi.org/10.1108/JHRM-10-2020-0052>
- Binh Nguyen, P. M., Pham, X. L., y To Truong, G. N. (2023). Un análisis bibliométrico de la investigación sobre marketing de contenidos turísticos: antecedentes y evolución temática. *Heliyon*, 9(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13487>
- Bowden, J., y Mirzaei, A. (2020). La participación del consumidor en los canales de comunicación minorista: un análisis de las comunidades de marca en línea y las iniciativas de marketing de contenido digital. *Revista Europea de Marketing*, 55(5), 1411-1439. <https://doi.org/10.1108/EJM-01-2018-0007>
- Carlson, J., Rahman, S. M., Rahman, M. M., Wyllie, J., y Voola, R. (2021). Involucrar a los clientes de la Generación Y en las comunidades de marca en línea: una evaluación transnacional. *Revista Internacional de Gestión de la Información*, 56. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102252>
- Cartwright, S., Davies, I., y Archer-Brown, C. (2021). Gestión de relaciones en redes sociales en organizaciones B2B. *Revista de investigación empresarial*, 125, 120-134. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.028>

- Castilla, R., Carhuayo, C., y Mccolm, F. (2023). Estrategias de marketing de contenidos y su efecto en la percepción de marca de emprendimientos digitales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(12), 1906-1924. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5446
- Cervecero, P., y Sebby, A. G. (2021). El efecto de los menús de restaurantes online en las intenciones de compra de los consumidores durante la pandemia de COVID-19. *Revista Internacional de Gestión Hotelera*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102777>
- Codina, L. (20 de Agosto de 2023). *Cómo hacer la revisión de la literatura para una tesis doctoral: framework SALSA y scoping reviews*. Lluís Codina: <https://www.lluiscodina.com/revision-literatura-scoping-review/>
- Confetto, M. G., y Covucci, C. (2021). Una taxonomía de temas de sostenibilidad: una guía para configurar el contenido de sostenibilidad corporativa en la web. *La revista TQM*, 33(7), 106-130. <https://doi.org/10.1108/TQM-06-2020-0134>
- Confetto, M. G., y Covucci, C. (2021). “SEO para contenidos de sostenibilidad”: un algoritmo semántico para mejorar la calificación de calidad de los contenidos web de sostenibilidad. *La revista TQM*, 33(7), 295-317. <https://doi.org/10.1108/TQM-05-2021-0125>
- Filipovic, J., y Arslanagic-Kalajdzic, M. (2023). Reflejar el marco del marketing de contenidos digitales: captar las perspectivas de los proveedores mediante la evaluación de estímulos y la respuesta de compromiso conductual. *Revista Europea de Marketing*, 57(9), 2173-2198. <https://doi.org/10.1108/EJM-03-2021-0158>
- Flores Cueto, J. J., Morán Corzo, J. J., y Rodríguez Vila, J. J. (2009). Las redes sociales. *Universidad de San Martín de Porres*, 3, 1-15. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23969w/Redes_sociales.pdf

Fraser-Arnott, M. (2023). Marketing de bibliotecas académicas en el mundo pos-COVID.

Revista de Bibliotecología Académica, 49(4).

<https://doi.org/10.1016/j.acalib.2023.102744>

Gaiha, S. M., Duemler, A., Silverwood, L., Razo, A., Halpern-Felsher, B., y Walley, S. C. (2021).

Educación sobre cigarrillos electrónicos en las escuelas de Alabama: Impacto en el conocimiento sobre los cigarrillos electrónicos, las percepciones y la intención de probarlos. *Conductas adictivas*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106519>

García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones

Sistemáticas de Literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23.

<https://doi.org/10.14201/eks.28600>

Geng, R., Wang, S., Chen, X., Song, D., y Yu, J. (2020). Marketing de contenidos en plataformas

de comercio electrónico en la economía de las celebridades en Internet. *Gestión*

industrial y sistemas de datos, 120(3), 464-485. <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2019-0270>

Gómez Miranda, O., Prieto Montero, A., y Alemán Ariza, E. (2024). Impacto de las Redes Sociales

en las Relaciones Públicas. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 13(1), 214-230.

<https://doi.org/10.48204/j.centros.v13n1.a4645>

Gómez Requejo, M. (2017). La importancia de los blogs en la divulgación/difusión del protocolo.

El caso “Protocol bloggers point”. *Revista Estudios Institucionales*, 4(6), 117-136.

<https://doi.org/10.5944/eeii.vol.4.n.6.2017.18862>

Gómez Torres, P. A., y Mancheno Saá, M. J. (2023). Marketing de contenidos como herramientas

en las redes sociales en las empresas comerciales de la ciudad de Ambato. *Polo del Conocimiento*, 8(2), 1916-1939.

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/5289/12946>

Gregoriades, A., Pampaka, M., Herodotou, H., y Christodoulou, E. (2021). Apoyar el marketing y la mensajería de contenidos digitales mediante modelos de temas y árboles de decisiones. *Sistemas expertos con aplicaciones*, 184(1).

<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115546>

He, , A., Cai, Y., Cai, L., y Zhang, Y. (2021). ¿Conversación, narrativa o interacción y participación del consumidor? El impacto del marketing de contenido en redes sociales de marca en la percepción y actitud de los consumidores hacia la marca. *Revista de investigación en marketing interactivo*, 15(3), 419-440. <https://doi.org/10.1108/JRIM-08-2019-0128>

Ho, J., Pang, C., y Choy, C. (2020). Desarrollo de capacidades de marketing de contenidos: un marco conceptual. *Revista de investigación en marketing interactivo*, 14(1), 133-151.

<https://doi.org/10.1108/JRIM-06-2018-0082>

Hung , C.-L., Wu, J.-H., Chen, P., Xu, X., Hsu, W.-L., Lin, L. M., y Hsieh, M.-C. (2023). Mejorar los servicios de salud y la participación de la marca a través del marketing en redes sociales: integración del marco 5A de Kotler con el proceso IDEA. *Procesamiento y gestión de la información*, 60(4). <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2023.103379>

Hütt Herrera, H. (2012). Las redes sociales: Una nueva herramienta de difusión. *Reflexiones*, 91(2), 121-128. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72923962008>

Izogo, E. E., y Mpiganjira, M. (2021). Un tanto agresivo pero efectivo: el papel del marketing de contenido digital en redes sociales (VSM-DCM) cargado de valor para productos de búsqueda y experiencia. *Revista de investigación en marketing interactivo*, 16(3), 365-383. <https://doi.org/10.1108/JRIM-05-2021-0146>

Juntunen, M., Ismagilova, E., y Oikarinen, E.-L. (2020). Marcas B2B en Twitter: cómo interactuar con los usuarios mediante una combinación variada de objetivos, estrategias y

tácticas de contenido en redes sociales. *Gestión de marketing industrial*, 89, 630-641.

<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.03.001>

Kedzierska-Szczepaniak, A., y Minga, Z. (2022). El marketing de contenidos como solución innovadora para las plataformas de financiación colectiva: el ejemplo de la plataforma Patronite. *Procedia Ciencias de la Computación*, 207, 4318-4327.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.495>

Kumar Sharma, A., Jain, R., Kumar, D., Teckchandani, A., y Jain, V. (2021). Implementación de una metodología basada en recompensas en un entorno de blogs web. *Actas de Transiciones Globales*, 2(2), 579-583. <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.08.031>

Kulikovskaja, V., Hubert, M., Grunert, K. G., y Zhao, H. (2023). Impulsar los resultados de marketing a través de la interacción con el cliente en las redes sociales. *Revista de comercio minorista y servicios al consumidor*, 74.

<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103445>

Magno, F., y Cassia, F. (2020). Establecer liderazgo intelectual a través de las redes sociales en entornos B2B: efectos en el desempeño de la relación con el cliente. *Revista de Marketing Empresarial e Industrial*, 35(3), 437-446. <https://doi.org/10.1108/JBIM-12-2018-0410>

Martínez Abreu, J., y Curbeira Hernández, E. (2014). El blog, una herramienta de la web para potenciar el proceso docente educativo en las carreras de las Ciencias Médicas. *Revista Médica Electrónica*, 36(3), 381-387.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242014000300014

Masrianto, A., Hartoyo, H., Hubeis, A. V., y Hasanah, N. (2023). Índice de Utilización del Marketing Digital para Evaluar y Mejorar la Capacidad de Marketing Digital de la Empresa. *Revista de Innovación Abierta: Tecnología, Mercado y Complejidad*, 8(3).

<https://doi.org/10.3390/joitmc8030153>

Mazerant, K., Willemsen, L. M., Neijens, P. C., y van Noort, G. (2021). Creatividad acertada: sesgos creativos y sus efectos diferenciales en las respuestas de los consumidores en el marketing en tiempo (no) real. *Revista de marketing interactivo*, 53, 15-31.

<https://doi.org/10.1016/j.intmar.2020.06.004>

Mero, J., Leinonen, M., Makkonen, H., y Karjaluoto, H. (2022). Lógica ágil para la implementación de SaaS: Cómo aprovechar el software de automatización de marketing en una startup. *Revista de investigación empresarial*, 145, 583-594.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.03.026>

Mero, J., Vanninen, H., y Keränen, J. (2023). Marketing de influencia B2B: Conceptualización y cuatro estrategias de gestión. *Gestión de marketing industrial*, 108, 79-93.

<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.10.017>

Morales Intriago, J. C., García Castro, M., y Arteaga Pita, I. G. (2016). Webinar como recurso de capacitación formal y no formal, caso: Titulados en secretariado ejecutivo. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 1(1), 65-75.

<https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=673171013007>

Moran, G., Muzellec, L., y Johnson, D. (2020). Características del contenido de los mensajes y la interacción en las redes sociales: evidencia de la industria de los medios. *Revista de gestión de productos y marcas*, 29(5), 533-545. [https://doi.org/10.1108/JPBM-09-2018-](https://doi.org/10.1108/JPBM-09-2018-2014)

[2014](https://doi.org/10.1108/JPBM-09-2018-2014)

Olivar Urbina, N. (2021). El proceso de posicionamiento en el marketing: pasos y etapas. *Revista Academia & Negocios*, 7(1), 55-64.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560865631007>

- Olson, E. M., Olson, K. M., Czaplewski, A. J., y Key, T. M. (2021). Estrategia empresarial y gestión del marketing digital. *Horizontes de negocios*, 64(2), 285-293.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.12.004>
- Otzen , T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=s0717-95022017000100037&script=sci_abstract
- Pachucho-Hernández, P., Cueva-Estrada, J., Sumba-Nacipucha, N., y Delgado-Figueroa, S. (2021). Marketing de contenidos y la decisión de compra del consumidor de la generación Y. *IPSA Scientia, Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(3), 44-59.
<https://doi.org/10.25214/27114406.1123>
- Pachucki, C., Grohs, R., y Scholl-Grissemann, U. (2022). ¿Ya nada es como antes? Cambios provocados por la COVID-19 en la comunicación en redes sociales de los destinos turísticos. *Revista de marketing y gestión de destinos*, 23.
<https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2022.100692>
- Putri, N. K., y Ernawaty, E. (2020). Contenido de marketing viral para la campaña de Cobertura Sanitaria Universal en Indonesia. *Revista internacional de marketing farmacéutico y sanitario*, 14(1), 21-36. <https://doi.org/10.1108/IJPHM-07-2017-0041>
- Roelen-Blasberg, T., Habel, J., y Klarmann, M. (2023). Inferencia automatizada de atributos de productos y su importancia a partir de contenido generado por el usuario: ¿Podemos reemplazar la investigación de mercado tradicional? *Revista Internacional de Investigación en Marketing*, 40(1), 164-188.
<https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2022.04.004>
- Sánchez Cordero, N. S., Álvarez Gavilanes, J. E., y Jácome Ortega, M. J. (2025). La influencia del marketing visual en la estrategia de contenidos. *Universidad Y Sociedad*, 17(1).
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4890>

- Shao, Z. (2023). ¿Cómo influyen las características de los influencers en redes sociales y el contenido en vivo en la compra impulsiva de los consumidores en el comercio de streaming en vivo? El rol de la congruencia y el apego. *Revista de investigación en marketing interactivo*, 18(3), 506-527. <https://doi.org/10.1108/JRIM-08-2023-0277>
- Taylor, A., Carlson, J., Liao, Y.-C., y Rahman, , M. M. (2023). Compromiso del cliente y comportamientos de compartir: hacia una perspectiva curvilínea contingente. *Revista de investigación empresarial*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.08.048>
- Terho, H., Mero, J., Siutla, L., y Jaakkola, E. (2022). Marketing de contenidos digitales en los mercados empresariales: actividades, consecuencias y contingencias a lo largo del recorrido del cliente. *Gestión de marketing industrial*, 105, 294-310. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.06.006>
- Tiwary, N. K., Kumar, R. K., Sarraf, S., Kumar, P., y Rana, N. P. (2021). Evaluación del impacto del uso de las redes sociales en el marketing B2B: una revisión de la literatura y un camino a seguir. *Revista de investigación empresarial*, 131, 121-139. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.03.028>
- Upreti, B. R., Huhtala , J.-P., Tikkanen, H., Malo, P., Marvasti, N., Kaski, S., . . . Mattila, P. (2021). Matchmaking de contenido online en mercados B2B: aplicación del modelado de contenido neuronal. *Gestión de marketing industrial*, 93, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.12.012>
- Utari, D., Susetyo, D., & Maulana, A. (2024). La influencia del contenido visual en las redes sociales en las decisiones de compra de la Generación Z con el engagement de marca como variable interviniente. *Revista de Actas de Congresos Internacionales* , 7(5), 1129-1143. <https://doi.org/10.32535/jicp.v7i5.3638>

Velázquez -Cornejo, B. I., y Hernández-Gracia, J. F. (2019). Marketing de Contenidos. *Boletín Científico De La Escuela Superior Atotonilco De Tula*, 6(11), 51-53.

<https://doi.org/10.29057/esat.v6i11.3697>

Wang, F., Zhang, X., Chen, M., Zeng, W., y Cao, R. (2022). La paradoja influyente: contenido de marca y ofertas compartido por influencers en redes de amistad. *Revista de investigación empresarial*, 150, 503-514. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.06.020>

Wang, F., Xu, H., Hou, R., y Zhu, Z. (2023). Diseño de contenido de marketing para el comercio social que impulse el comportamiento de compra del consumidor: una perspectiva desde la teoría de los actos de habla. *Revista de comercio minorista y servicios al consumidor*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103156>

Wilkins, J. S. (2008). Los roles, razones y restricciones de los blogs científicos. *Trends in Ecology y Evolution*, 23(8), 411-413. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.05.004>

Yaghtin, S., Safarzadeh, H., y Karimi Zand, M. (2020). Planificación de una estrategia de marketing de contenidos B2B orientada a objetivos. *Inteligencia y planificación de marketing*, 38(7), 1007-1020. <https://doi.org/10.1108/MIP-11-2019-0559>

E-books gamificados con inteligencia artificial adaptativa offline para la enseñanza de ciencias naturales en escuelas rurales: una revisión

Gamified e-books with offline adaptive artificial intelligence for teaching natural sciences in rural schools: a review

María Angélica Cancio Nisperuza

University of Technology and Education, Facultad de Ciencias de la Educación,
Departamento de Ciencias de la Educación, Estados Unidos, maria.cancion2025@uted.us,
<https://orcid.org/0000-0003-0626-4544>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a9994>

Resumen

La integración de tecnologías digitales en la educación está ofreciendo nuevas oportunidades para reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales. Pero este tipo de conectividad y la falta de infraestructura aún continúan limitando la inclusión de estas innovaciones en el área rural. Este estudio tuvo como objetivo investigar la evidencia científica publicada de los años 2020 a 2025 sobre la integración de libros electrónicos gamificados junto con inteligencia artificial adaptativa para enseñar Ciencias Naturales y fortalecer la indagación científica en entornos menos conectados. La metodología implicó la realización de una revisión sistemática de la literatura, la misma estuvo alineada con las directrices de la declaración PRISMA 2020. Las búsquedas en las bases de datos Scopus, ERIC, ScienceDirect, EBSCO, SciELO, Redalyc y Dialnet arrojaron 102 registros disponibles. De estos, 21 estudios cumplieron con los requisitos de elegibilidad establecidos. Los resultados dieron lugar a las siguientes cuatro categorías amplias: brecha digital rural, gamificación educativa, inteligencia artificial adaptativa e indagación científica. De los estudios seleccionados analizados, el 38.1% consideró la gamificación como una estrategia de mediación didáctica, mientras que el 28.6% se relacionó con el uso de inteligencia artificial educativa. Los hallazgos tienen impactos positivos en la motivación, el compromiso y el aprendizaje de la ciencia, pero se producen muy pocas soluciones offline, particularmente para entornos rurales con conexión limitada. La integración de libros electrónicos gamificados con

inteligencia artificial adaptativa parece ser una alternativa práctica para mejorar la educación científica, pero tendría que investigarse más sobre el acceso a herramientas en entornos rurales.

Palabras clave: gamificación educativa, recursos educativos digitales, aprendizaje adaptativo, indagación científica, educación rural

Abstract

The integration of digital technologies in education is offering new opportunities to strengthen the teaching and learning processes of Natural Sciences. However, connectivity issues and a lack of infrastructure continue to limit the inclusion of these innovations in rural areas. This study aimed to investigate the scientific evidence published between 2020 and 2025 on the integration of gamified e-books with adaptive artificial intelligence to teach Natural Sciences and strengthen scientific inquiry in less connected environments. The methodology involved a systematic literature review, aligned with the PRISMA 2020 guidelines. Searches in the Scopus, ERIC, ScienceDirect, EBSCO, SciELO, Redalyc, and Dialnet databases yielded 102 available records. Of these, 21 studies met the established eligibility criteria. The results led to the following four broad categories: rural digital divide, educational gamification, adaptive artificial intelligence, and scientific inquiry. Of the selected studies analyzed, 38.1% considered gamification as a teaching mediation strategy, while 28.6% were related to the use of educational artificial intelligence. The findings show positive impacts on motivation, engagement, and science learning, but very few offline solutions are available, particularly for rural areas with limited internet access. Integrating gamified e-books with adaptive artificial intelligence appears to be a practical alternative for improving science education, but further research is needed on access to these tools in rural areas.

Keywords: educational gamification, digital educational resources, adaptive learning, scientific inquiry, rural education

Introducción

Hoy en día, las tecnologías y herramientas digitales están revolucionando la educación. Por lo que, ha proporcionado una diversidad sin precedentes de métodos pedagógicos y datos. Ante esta increíble evolución, la inteligencia artificial (IA) resulta ser una herramienta tremenda. Su gran valor radica en que permite diseñar un aprendizaje adaptado a cada persona. La IA puede registrar y analizar el rendimiento de cada estudiante. Es así como esto ayuda a moderar el contenido que proporciona sugerencias personalizadas para satisfacer los requisitos de los usuarios (Holmes *et al.*, 2022; Zawacki-Richter *et al.*, 2019).

Además, esta adaptabilidad tecnológica se combina perfectamente con enfoques divertidos al problema. De este modo, la inclusión de mecánicas de juego en las aulas cultiva entornos dinámicos, mejorando aún más el compromiso y la motivación (Huang *et al.*, 2020; Hwang y Tu, 2021). Por lo que, la combinación es crítica para el campo de la enseñanza de las ciencias naturales. Esta materia requiere que los estudiantes teoricen, resuelvan acertijos y lleven a cabo investigaciones prácticas Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2021). En tal caso, los libros electrónicos interactivos se convierten en grandes aliados.

Por consiguiente, estas herramientas ayudan a dirigir investigaciones y fomentar competencias científicas clave. Sin embargo, no todos se benefician de este desarrollo, por otro lado. Ante ello, se presenta el caso en el mundo actual, su distribución es extremadamente desigual y la falta de infraestructura y la mala conectividad crean una amplia disparidad geográfica (OCDE, 2021; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2021) y UNESCO, 2023). El problema reduce las oportunidades de estudio y promueve la exclusión en las áreas rurales. El enfoque de tales iniciativas es traducir el progreso tecnológico en equidad (UNESCO, 2023), lo que implica llevar al contexto una experiencia de aprendizaje más interactiva sin necesidad de depender de una red de telecomunicaciones de alto nivel.

Como tal, los libros electrónicos gamificados con IA adaptativa en modo offline son una vía de investigación emocionante para apoyar aún más la educación científica, especialmente en

áreas rurales. Es necesario realizar una revisión sistemática y un análisis de la evidencia empírica existente para compilar evidencia empírica relacionada con esta área y dar forma a sus futuros avances tecnológicos y pedagógicos (Page *et al.*, 2021).

La inteligencia artificial en el contexto de la educación ha sido uno de los avances clave en la última década porque ha sido un enfoque transformador para desarrollar sistemas educativos adaptándolos más a lo que los estudiantes aprenden. Desde el punto de vista mencionado anteriormente, los sistemas inteligentes pueden analizar patrones de aprendizaje, descubrir dónde están sus fortalezas y desafíos individuales y también ofrecerles los recursos y actividades que son apropiados a su propio ritmo. Donde se necesita la atención de los profesores junto con la tecnología para proporcionar retroalimentación continua y, a menudo, apoyo oportuno en el proceso (Holmes *et al.*, 2022; Zawacki-Richter *et al.*, 2019).

De manera similar, la gamificación también se ha consolidado como un método pedagógico para aumentar el compromiso y la participación de los estudiantes en las lecciones con la adopción de características similares a los juegos en el entorno educativo. En este sentido, recursos como desafíos, niveles, recompensas y estructuras de retroalimentación crean contextos de aprendizaje más activos y significativos. Estos métodos también son prevalentes en el campo de las Ciencias Naturales porque fomentan la observación, el desarrollo de hipótesis, la resolución de problemas, la construcción de explicaciones con base probatoria. Se deduce que la fusión de inteligencia artificial, gamificación y recursos digitales interactivos representa una alta posibilidad, por lo tanto, una alternativa para mejorar los procesos de investigación científica y la comprensión de fenómenos naturales en otros contextos educativos (Huang *et al.*, 2020; Hwang y Tu, 2021).

Esta necesidad se aborda en la siguiente pregunta, que este estudio actual abordó: ¿Qué evidencia empírica existe sobre la integración de libros electrónicos gamificados con inteligencia artificial adaptativa para el aprendizaje de las Ciencias Naturales y la realización de la indagación científica en entornos educativos con conectividad limitada? Para responder a esta pregunta, el objetivo de este artículo de investigación fue investigar la evidencia científica publicada de tal herramienta con el fin de delinear tendencias en el método, la aplicación pedagógica y los vacíos

de investigación en cuanto a la aplicabilidad de la herramienta en un entorno rural. Para lograr esto, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura temática de acuerdo con la declaración PRISMA 2020.

Metodología

Tipo y diseño de la investigación: La organización de este estudio fue diseñada de tal manera que se realizó una revisión sistemática de la literatura basada en un diseño cualitativo-descriptivo (Snyder, 2019). Su propósito metodológico fue encontrar, discutir y sintetizar la evidencia empírica publicada relacionada con la integración de libros electrónicos gamificados e inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Los libros electrónicos interactivos y la gamificación han sido considerados en esta investigación como recursos pedagógicos complementarios dentro de un ecosistema tecnológico, prestando especial atención a su efecto en el crecimiento de la competencia de indagación científica y su compatibilidad con contextos rurales con limitaciones de conectividad.

La revisión sistemática fue diseñada de acuerdo con los Elementos de Reporte Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis (PRISMA 2020) (Page *et al.*, 2021), con el objetivo de mejorar la transparencia, trazabilidad y reproducibilidad en el proceso de investigación. El proceso metodológico consistió en cuatro fases, a saber, identificación, cribado, elegibilidad e inclusión. En la fase de identificación, los registros fueron primero recuperados de las bases de datos seleccionadas, seguidos por el cribado, que eliminó duplicados y revisó títulos y resúmenes.

Durante la fase de elegibilidad, los textos completos de los estudios potencialmente relevantes fueron analizados en base a los criterios de inclusión y exclusión definidos como se describió anteriormente. El último paso fue la etapa de inclusión, donde finalmente se seleccionaron los estudios que formaron el corpus final de análisis para que la evidencia científica relacionada con los libros electrónicos gamificados, la inteligencia artificial adaptativa y la investigación científica en entornos educativos con baja conectividad fuera sintetizada e interpretada.

Normas y estándares aplicados: Para garantizar la transparencia, trazabilidad metodológica y reproducibilidad del estudio, la identificación, selección y síntesis de recursos es un proceso que se implementó minuciosamente de acuerdo con las directrices y estándares establecidos en la declaración PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021).

Población y muestra: Según el alcance de la revisión sistemática, la población documental (o universo del estudio) incluyó 102 registros académicos iniciales obtenidos de las bases de datos consultadas. Utilizando criterios de elegibilidad y análisis de calidad, se obtuvo una muestra final (corpus de análisis) que consistió en 21 estudios empíricos. La documentación objetivo-utilizada consistió de publicaciones académicas de texto completo, disponibles tanto en idioma español como en inglés. Esta división lingüística aseguró una comprensión meticulosa de los resultados reportados y garantizó que la muestra se considerara relevante dentro de la comunidad científica regional y global.

Técnicas de recolección de datos: La recopilación de la literatura se llevó a cabo entre febrero y marzo de 2025. La recolección de datos documentales se realizó con referencias estructuradas en bases de datos internacionales de alto impacto (Scopus, ERIC, ScienceDirect y EBSCO), que se complementó con índices regionales (SciELO, Redalyc y Dialnet), con el fin de ampliar el acceso a la literatura científica a nivel global y regional en América Latina. Los principales campos empleados por estas búsquedas fueron: título, resumen y palabras clave. La siguiente ecuación de búsqueda se utilizó para recuperar los documentos basados en los descriptores temáticos, así como operadores booleanos:

("gamification" OR "educational gamification") AND ("artificial intelligence" OR "AI in education") AND ("science education" OR "scientific inquiry") AND ("e-book" OR "digital learning resources") NOT ("higher education")

Se emplearon herramientas digitales de gestión bibliográfica en las fases de identificación, selección y análisis de estudios para asegurar la trazabilidad, organización y control del proceso de revisión sistemática. Más específicamente, se utilizó Mendeley Reference Manager para almacenar, organizar y gestionar las referencias recuperadas de las bases de datos consultadas, lo

que ayudó en el descubrimiento preliminar de registros duplicados y la normalización de los datos bibliográficos. Además, se utilizaron matrices de sistematización creadas en Microsoft Excel para registrar los criterios de inclusión y exclusión, documentar las decisiones tomadas durante el proceso de selección y consolidar la información extraída de cada estudio.

Criterios de elegibilidad y evaluación de calidad metodológica: dentro de los criterios de elegibilidad se destaca que la muestra se eligió en base a criterios de inclusión y exclusión predefinidos (criterios de elegibilidad y evaluación de la calidad metodológica). El número de estudios incluidos consideró una búsqueda bibliográfica de los años 2020 al 2025, un período de expansión significativa de la investigación sobre IA educativa desarrollada en contextos educativos formales y relacionada con el uso de recursos digitales interactivos destinados a fortalecer el pensamiento científico. No se seleccionó ninguna investigación fuera de este período, por ejemplo, investigaciones específicamente de educación superior, materiales que no eran completamente accesibles en texto, o trabajos no directamente relacionados con la indagación escolar. En la tabla 1 se destacan los criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión para la selección de estudios

Criterio	Inclusión	Exclusión
Tipo de documento	Artículos científicos revisados por pares y estudios académicos publicados en revistas indexadas	Documentos sin revisión por pares
Periodo de publicación	Estudios publicados entre 2020 y 2025	Investigaciones publicadas antes de 2020
Área temática	Investigaciones relacionadas con tecnologías educativas, gamificación, inteligencia artificial educativa y enseñanza de las ciencias	Estudios centrados en ámbitos empresariales o en disciplinas ajenas al campo educativo

Contexto educativo	Investigaciones desarrolladas en contextos educativos formales, especialmente en educación básica o secundaria	Estudios enfocados exclusivamente en educación superior
Acceso al documento	Publicaciones con disponibilidad de texto completo	Documentos sin acceso al texto completo
Pertinencia metodológica	Investigaciones que analizan la relación entre tecnología educativa y desarrollo de competencias científicas	Estudios que no abordan la variable de indagación científica

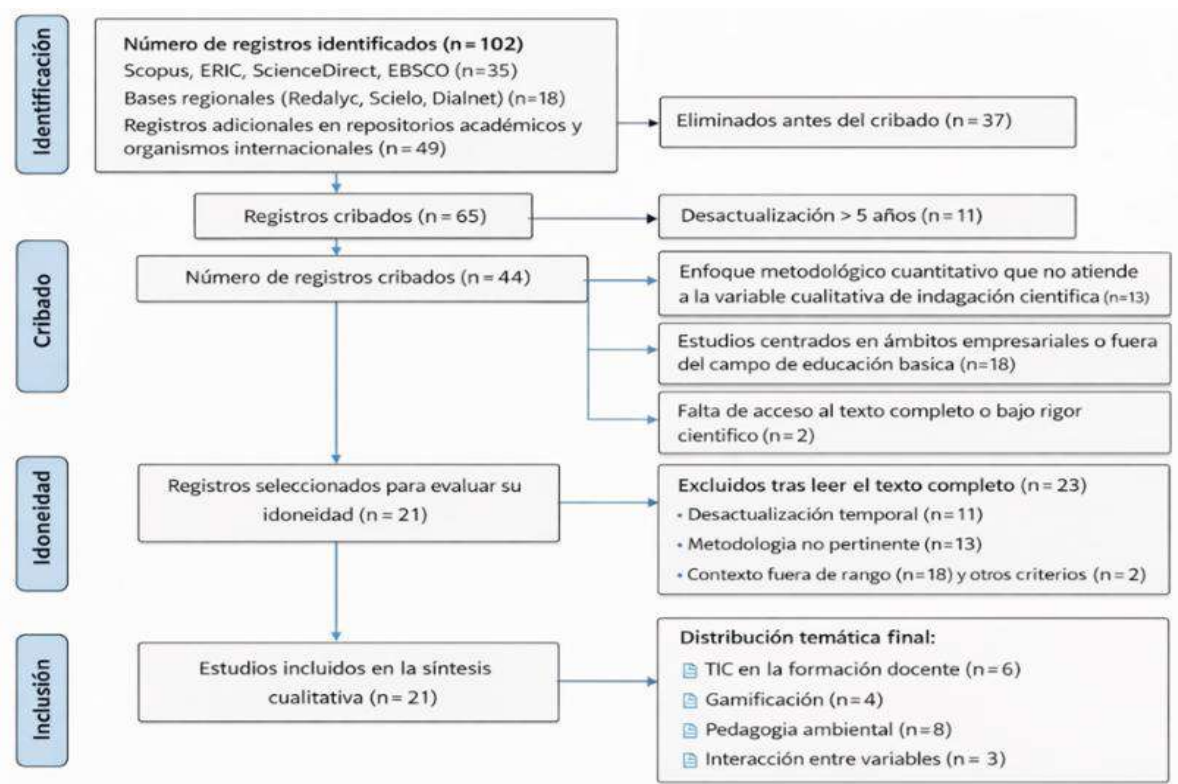
Nota. Nota. Elaboración propia con base en los criterios de elegibilidad definidos para la revisión sistemática de la literatura.

Ahora, en términos de especificaciones metodológicas, es significativo que los estudios seleccionados fueran sometidos a revisión metodológica. El filtro se utilizó de acuerdo con la claridad del diseño de la investigación; la descripción del entorno educativo; la unidad de los objetivos con los hallazgos; y la transparencia de los procesos analíticos que aseguran la solidez del corpus final.

Procedimiento de selección. Se desarrolló un proceso de selección para los estudios utilizando las cuatro etapas descritas en el informe PRISMA 2020: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión. Para la fase de identificación, se obtuvieron 102 registros de las bases de datos revisadas. Luego, se eliminaron 37 registros duplicados en la etapa de cribado y se escanearon títulos y resúmenes, lo que resultó en 65 estudios preliminares. En la etapa de elegibilidad, se analizaron los textos completos de los documentos seleccionados, excluyéndose 44 estudios por no cumplir con los criterios, incluyendo publicaciones fuera del período definido, estudios realizados en entornos empresariales o estudios no relacionados con la educación básica y secundaria. En la etapa de inclusión, finalmente se incluyeron 21 estudios que cumplieron con todos los criterios metodológicos y temáticos definidos para la revisión y constituyeron el corpus final de análisis (Figura 1).

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de identificación, cribado, evaluación de idoneidad e inclusión de estudios elaborado conforme a los lineamientos PRISMA



Nota. Elaboración propia con base en la declaración PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021).

Técnicas de análisis de datos. Se aplicó el análisis temático cualitativo en los 21 estudios seleccionados empleando seis fases propuestas por Braun y Clarke (2006): familiarización con los datos, generación inicial de códigos, agrupación de categorías, revisión de temas emergentes, definición de temas y desarrollo de la síntesis interpretativa. Con el fin de proporcionar uniformidad en la extracción de la información y la organización de los contenidos, definimos cinco variables de análisis operativas: inteligencia artificial educativa, gamificación educativa, libros electrónicos interactivos, competencia de investigación y educación rural. Estas variables estructuraron la codificación, comparación y clasificación de los resultados reportados en los

estudios incluidos, para detectar tendencias, convergencias y brechas de conocimiento en relación con la introducción de tecnologías digitales en la enseñanza de las Ciencias Naturales (Tabla 2).

Durante la codificación, se realizó una revisión comparativa de los hallazgos de cada estudio con el objetivo de revelar temas comunes, superposiciones teóricas y disparidades empíricas. Este proceso analítico fue fundamental para permitir la agrupación de resultados en categorías interpretativas que permitieran una consideración sustantiva de cómo la inclusión de estas tecnologías puede ser útil y potencialmente impactante en áreas rurales para cuestiones relacionadas con desafíos pedagógicos y de acceso, y así informar las implicaciones que resultaron del estudio.

Tabla 2

Operacionalización de variables para el análisis temático

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Inteligencia artificial educativa	Aplicación de sistemas computacionales capaces de analizar datos de aprendizaje y ofrecer respuestas adaptativas.	Estudios que analizan el uso de IA para personalización, tutoría inteligente o análisis del desempeño estudiantil.
Gamificación educativa	Estrategia pedagógica que incorpora elementos del diseño de juegos para aumentar la motivación y la participación.	Investigaciones que integran mecánicas como niveles, retos, recompensas o retroalimentación en ciencias.
E-books interactivos	Recursos digitales estructurados como libros electrónicos con elementos multimedia e interacción.	Estudios que analizan el uso de libros digitales interactivos en los procesos de enseñanza.
Competencia de indagación	Capacidad de formular preguntas, analizar evidencias y construir explicaciones fundamentadas empíricamente.	Investigaciones sobre el desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes.

Educación rural Contextos educativos caracterizados por limitaciones de infraestructura tecnológica y conectividad. Estudios desarrollados en territorios rurales o con restricciones tecnológicas.

Nota. Elaboración propia a partir de las categorías y variables definidas para el análisis temático de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Resultados

Utilizando la metodología sobre la integración de tecnologías digitales en la educación científica, el estudio sistemático de los 21 estudios seleccionados resultó en la consolidación de una matriz de evidencia empírica; estos estudios corresponden al corpus final obtenido tras aplicar el proceso de selección y refinamiento descrito en la metodología.

El perfil del corpus examinado se presenta en la Tabla 3, lo que nos permite descubrir ciertos patrones metodológicos y tendencias en la aplicación de tecnologías digitales en la educación científica, a saber, el contexto de aplicación; el enfoque metodológico; las variables que son relevantes; y los principales hallazgos de cada estudio.

Tabla 3

Síntesis de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Código	Autor Año	Contexto	Enfoque metodológico	Variable	Hallazgos principales
F1	Legaki <i>et al.</i> (2020)	Internacional – Urbano	Experimental	Gamificación educativa	La gamificación incrementa el compromiso y mejora el aprendizaje en entornos digitales educativos.
F2	Zhang <i>et al.</i> (2021)	Internacional – Urbano	Mixto	E-books interactivos / adopción	Los docentes valoran la interactividad de los e-books, aunque existen barreras de adopción

				tecnológica	capacitación y recursos tecnológicos.
F3	Çırakoğlu <i>et al.</i> (2022)	Internacional – Urbano	Diseño instruccional y evaluación piloto	E-books interactivos / indagación científica	Los e-books basados en el modelo POE fortalecen la formulación de hipótesis y la comprensión científica.
F4	Roldán <i>et al.</i> (2024)	Internacional – Urbano	Experimental	Gamificación / aprendizaje autónomo	Los videojuegos educativos incrementan motivación, retención de contenidos y colaboración.
F5	Kubilay <i>et al.</i> (2024)	Internacional – Urbano	Cuasiexperimental	Aprendizaje móvil en ciencias	Las aplicaciones móviles mejoran comprensión conceptual y motivación hacia áreas STEM.
F6	Aparicio y Aparicio (2024)	Internacional – Urbano	Estudio de casos	IA adaptativa educativa	Los sistemas adaptativos mejoran el rendimiento académico cuando se integran con mediación docente.
F7	Shao <i>et al.</i> (2025)	Internacional – Urbano	Cuasiexperimental	E-books gamificados	Los e-books gamificados aumentan motivación y comprensión conceptual en estudiantes.
F8	Galeas <i>et al.</i> (2025)	Internacional – Rural	Mixto	IA adaptativa + gamificación	La combinación de IA y gamificación mejora la autonomía y resolución de problemas en estudiantes rurales.
F9	Agrawal <i>et al.</i> (2025)	Internacional – Rural	Diseño tecnológico y validación	Plataformas educativas	Los modelos semi-offline permiten aprendizaje interactivo sin depender de conectividad permanente.

				as semi- offline	
F10	Betancur y Fernández (2025)	Internacional – Urbano	Cuantitativo	Gamificación curricular	La gamificación integrada al currículo mejora la retención de conceptos científicos.
F11	Ganchozo <i>et al.</i> (2025)	Internacional – Rural	Revisión crítica	IA en educación rural	Los proyectos exitosos en ruralidad utilizan sistemas offline y formación docente contextualizada.
F12	García <i>et al.</i> (2020)	Nacional – Rural (Colombia)	Cuasiexperimental	Gamificación en ciencias naturales	La gamificación incrementa motivación y fortalece habilidades científicas en estudiantes rurales.
F13	Cuadros y López (2020)	Nacional – Urbano	Investigación-acción	Gamificación y argumentación científica	La narrativa gamificada mejora la producción textual científica y el pensamiento crítico.
F14	Duarte y Gutiérrez (2022)	Nacional – Urbano	Cuasiexperimental	Gamificación en matemáticas	La gamificación incrementa aprendizaje activo y motivación académica.
F15	Cabrera <i>et al.</i> (2023)	Nacional – Rural	Cuasiexperimental	E-books gamificados	Los e-books gamificados mejoran rendimiento y motivación en contextos con baja conectividad.
F16	Moya y Díaz (2024)	Nacional – Mixto	Revisión documental	Gamificación educativa	La gamificación incrementa participación estudiantil en diferentes áreas del currículo.
F17	Poveda <i>et al.</i> (2023)	Nacional – Urbano	Comparativo	Gamificación en educación superior	Los sistemas de recompensas gamificadas aumentan engagement académico.

F18	Delgado <i>et al.</i> (2025)	Nacional – Urbano	– Cuasiexperi mental	Gamifica ción en ciencias	La gamificación mejora el rendimiento académico y la actitud hacia la ciencia.
F19	Rubiano Calderón (2025)	Nacional – Rural	– Revisión analítica	IA y equidad educativ a	La IA puede reducir brechas educativas ofreciendo tutorías personalizadas en zonas rurales.
F20	López <i>et al.</i> (2021)	Local (Córdoba) – Rural	– Investigació n-acción	Gamifica ción en ciencias naturales	La estrategia gamificada incrementó la motivación y el aprendizaje autónomo en estudiantes rurales.
F21	Ortega <i>et al.</i> (2022)	Local (Córdoba) – Rural	– Correlacion al cuantitativo	Brecha digital educativ a	La falta de conectividad y acceso a TIC afecta el rendimiento académico en ciencias naturales.

Nota. Elaboración propia a partir de los estudios seleccionados e incluidos en la revisión sistemática de la literatura.

Desde la integración de un estudio basado en la literatura, se introduce un modelo integrador que demuestra la relación entre las variables examinadas. Este modelo integra la interrelación de las tecnologías educativas, el aprendizaje individualizado y el desarrollo de la competencia en investigación científica en la educación rural. El modelo integrador captura esta interacción entre la gamificación, los libros electrónicos interactivos y la inteligencia artificial adaptativa (Figura 2).

La gamificación es una estrategia de mediación pedagógica que mejora la motivación, el compromiso y la participación activa de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje (Deterding *et al.*, 2011; Hwang & Tu, 2021). Mientras tanto, los libros electrónicos interactivos actúan como recursos tecnológicos que integran contenido multimedia, actividades de exploración y elementos visuales destinados a facilitar la comprensión de conceptos científicos y promover experiencias de aprendizaje más dinámicas (Zhang *et al.*, 2021; Çırakoğlu *et al.*, 2022). De manera similar, la inteligencia artificial adaptativa apoya la personalización del aprendizaje a través de sistemas capaces de ajustar el contenido, los niveles de dificultad y los procesos de retroalimentación según las necesidades y el rendimiento de cada estudiante (Holmes *et al.*, 2022;

Aparicio & Aparicio, 2024). La articulación de estos componentes apoya la construcción progresiva del conocimiento científico y amplía las posibilidades de aprendizaje en diversos contextos educativos.

Figura 2

Modelo integrador que explica cómo se relacionan las variables



Nota. Elaboración propia a partir de la síntesis de los hallazgos identificados en los estudios incluidos en la revisión sistemática. Diseño desde una herramienta de IA. ChatGPT (Open AI, 2025).

El modelo integrador sintetiza la interacción entre gamificación, e-books interactivos e inteligencia artificial adaptativa. La gamificación actúa como mediación pedagógica que incrementa la motivación del estudiante y promueve su participación activa en el proceso de aprendizaje. Los e-books interactivos constituyen el soporte tecnológico del aprendizaje, ya que permiten integrar contenidos multimodales, actividades de exploración y recursos visuales que favorecen la comprensión conceptual. Por su parte, la inteligencia artificial adaptativa posibilita la

personalización del proceso educativo mediante sistemas de retroalimentación ajustados al desempeño del estudiante, lo que facilita la construcción progresiva del conocimiento científico y la adaptación de las trayectorias de aprendizaje en función de las necesidades individuales.

Tendencias en la integración tecnológica para la educación científica

El análisis de los 21 estudios identificados nos permitió identificar tres tendencias generales en la aplicación de la tecnología a la enseñanza de las Ciencias Naturales. En primer lugar, está la creciente dependencia de los recursos digitales interactivos; particularmente los libros electrónicos enriquecidos con multimedia y las herramientas pedagógicas estructuradas. Los estudios de Zhang *et al.* (2021) y Çırakoğlu *et al.* (2022), a través de su combinación de simulaciones, actividades interactivas y modelos como el de Predecir-Observar-Explicar utilizando las herramientas, muestran que estos recursos fomentan una comprensión más profunda de los fenómenos científicos, reforzando el proceso educativo y el compromiso de los estudiantes (aspectos del enfoque de aprendizaje).

La segunda tendencia está ligada a la continua institucionalización de la gamificación como un enfoque didáctico para aumentar la motivación y el compromiso académico. Los estudios afirman que al añadir desafíos, recompensas y dinámicas de juego, se mejora el aprendizaje activo, la retención de contenido y la construcción de más habilidades científicas. Estas observaciones están de acuerdo con los resultados realizados por Roldán *et al.* (2024), Shao *et al.* (2025) y Betancur y Fernández (2025), quienes enfatizan el potencial de la gamificación en diferentes contextos educativos.

Una tercera tendencia se alinea con los avances en inteligencia artificial educativa y sistemas de aprendizaje adaptativo. Los estudios analizados demuestran que estas tecnologías permiten la personalización de contenido, la modificación de niveles de dificultad y la retroalimentación en función de cada estudiante. Aparicio y Aparicio (2024) y Galeas *et al.* (2025) destacan el papel de la inteligencia artificial para crear entornos de aprendizaje más flexibles y centrados en el estudiante. Pero los estudios relacionados con áreas rurales sugieren que estas innovaciones dependen del contexto tecnológico. En este sentido, Kubilay *et al.* (2024), Ganchozo

et al. (2025) y Agrawal *et al.* (2025) coinciden en la necesidad de desarrollar soluciones offline que puedan ser implementadas en entornos con conectividad limitada o inexistente.

Contribuciones al desarrollo de la indagación científica

Vale la pena señalar que la competencia de investigación es la capacidad de plantear preguntas, evaluar evidencia y formar interpretaciones basadas en análisis empíricos. Es aquí donde estas habilidades se enseñan mejor en entornos digitales, que presentan las mejores condiciones para hacerlo. En realidad, las narrativas lúdicas junto con la retroalimentación inmediata actúan como el andamiaje perfecto. Desde este apoyo ayuda al estudiante a recorrer el método científico paso a paso.

Por ejemplo, la evidencia empírica sobre estos beneficios es bastante sólida (García *et al.*, 2020; Cuadros y López, 2020; Cabrera *et al.*, 2023). Esta es la situación donde el uso estructurado de las TIC y la gamificación no solo mejora la retención de conceptos básicos. De hecho, estas herramientas ayudan a los estudiantes con sus habilidades de orden superior. Especialmente, incluyen la argumentación científica y la resolución de problemas complejos, por nombrar algunos. Lo que deja claro que, lo más valioso es que estos resultados positivos se observan incluso en escuelas de áreas rurales.

Vacíos investigativos identificados

Cabe reconocer que se encuentra una basta literatura sobre tecnología educativa. Sin embargo, esta, presenta una ruptura metodológica. Los estudios típicamente analizan el efecto de la gamificación, los libros electrónicos o la IA de manera individual o aislada, con una escasez de los tres combinados en marcos pedagógicos únicos.

Existe un claro sesgo de conectividad en la literatura científica actual. La gran mayoría de las arquitecturas adaptativas estudiadas asumen un acceso continuo a internet. Por esta razón, el diseño de una IA adaptativa offline se ha convertido en una preocupación urgente. Validar recursos que funcionen sin conexión es clave para transformar las aulas reales. Este desafío es todavía más crítico en el nivel de educación básica secundaria.

Esta falta de infraestructura afecta de forma directa a diversas comunidades educativas. Un ejemplo evidente ocurre en muchos lugares y contextos de Colombia, donde el internet es escaso o nulo. Los hallazgos de esta sección ofrecen una síntesis estrictamente empírica del corpus analizado. Toda la información se presenta de manera directa a partir de las evidencias. Debido a esto, se evitó incluir interpretaciones teóricas en este punto específico. Dicho análisis conceptual más profundo se abordará detalladamente en el próximo apartado.

Discusión

Los hallazgos de la revisión de la literatura revelaron una tendencia consistente hacia la incorporación de recursos digitales interactivos en la enseñanza de Ciencias Naturales. Los estudios de Zhang *et al.*, (2021), Çırakoğlu *et al.*, (2022) y Shao *et al.*, (2025) coinciden en que los libros electrónicos interactivos no solo aumentan la comprensión conceptual del conocimiento, sino que también profundizan la participación estudiantil y mejoran el proceso de indagación científica en el aula a través del uso de simulaciones, actividades exploratorias y contenido multimedia.

No obstante, como señalan ciertos autores, su éxito depende en gran medida de la infraestructura existente de instalaciones tecnológicas y del acceso físico a los dispositivos. Este escenario demuestra que, a pesar del desarrollo y consolidación del libro electrónico en diversas herramientas de enseñanza, aún existen limitaciones que impiden que los libros electrónicos se utilicen en escenarios con restricciones tecnológicas. Además, la mayoría de los estudios incluidos en el artículo revisado han tenido éxito en emplear la gamificación como método de mediación didáctica. Roldán *et al.* (2024), Betancur y Fernández (2025), Delgado *et al.* (2025) y García *et al.*, (2020) informan de un aumento en la motivación, el compromiso académico y la retención de contenido científico.

Los hallazgos están en línea con los de Deterding *et al.* (2011), quienes reconocen el potencial de las dinámicas de juego para extender los contextos de aprendizaje canónicos. Sin embargo, algunos autores advierten que los beneficios de la gamificación se reducen cuando las

actividades no están claramente vinculadas a objetivos pedagógicos, o cuando los aspectos lúdicos son más importantes que las habilidades científicas. Una tercera tendencia coincide con el crecimiento de la tecnología de inteligencia artificial educativa y los sistemas adaptativos para la instrucción personalizada. Aparicio y Aparicio (2024), Galeas *et al.*, (2025) y Rubiano (2025) muestran que estas tecnologías pueden hacer ajustes en el contenido, los niveles de dificultad y los procesos de retroalimentación de acuerdo con las características de un tipo particular de estudiante.

Estos resultados parecen implicar que la efectividad de las tecnologías educativas emergentes está estrechamente relacionada con las condiciones de infraestructura tecnológica disponibles en cada contexto. De hecho, varios de los estudios incluidos en la revisión estaban relacionados con esto, especialmente los de Agrawal *et al.* (2025), Ganchozo *et al.* (2025) y Kubilay *et al.* (2024), y coinciden en que la dependencia de la conectividad permanente limita el potencial de estas herramientas en entornos rurales. Por lo tanto, los autores hacen un llamado al desarrollo de soluciones offline para proporcionar las ventajas de la inteligencia artificial adaptativa, los libros electrónicos interactivos y la gamificación sin que el internet se convierta en un factor excluyente para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Como señalan informes internacionales (UNESCO, 2023; Banco Mundial, 2021) e investigaciones recientes sobre educación rural (Kubilay *et al.*, 2024; Agrawal *et al.*, 2025), la transferencia de paradigmas tecnológicos urbanos a la brecha digital de las áreas no solo es ineficaz, sino que potencialmente exacerba las desigualdades educativas existentes. Los resultados de la fragmentación de la investigación del estado del arte considerando el tema de la ruralidad, la gamificación, los libros electrónicos interactivos y la inteligencia artificial adaptativa han sido investigados principalmente de forma aislada (Luckin *et al.*, 2016) y en escenarios con acceso a la red. Para cerrar esta brecha de investigación, la síntesis interpretativa de los hallazgos permite un modelo conceptual que captura todas estas dimensiones dentro de un alcance manejable y en un entorno interpretable (Figura 3).

Figura 3

Modelo conceptual del e-book gamificado con inteligencia artificial adaptativa



Nota. Elaboración propia a partir de la síntesis conceptual derivada de los estudios incluidos en la revisión sistemática. Realizada desde una herramienta de IA. ChatGPT (OpenAI, 2025).

El esquema sugerido revela con nitidez cómo la amalgama de estos elementos forja un entorno educativo que abarca a todos. La magia de la gamificación, por un lado, enciende el motor interno de los estudiantes. Como tal, la IA está cambiando "el conocimiento y las habilidades que los estudiantes necesitan para tener éxito en una civilización global, basada en el conocimiento y enfocada en la innovación." (Deterding *et al.*, 2011, p.6). Además, la inteligencia artificial teje caminos adaptados al rendimiento individual de cada usuario. Asimismo, la arquitectura offline se adapta estrechamente a las peculiaridades estructurales del campo.

Desde esta óptica, el libro electrónico interactivo con inteligencia artificial offline trasciende la noción de un simple recurso. Esta herramienta se transforma en una brújula holística para conquistar la equidad digital.

En efecto, es crucial aceptar las restricciones que tuvo esta evaluación meticulosa. Los criterios de selección empleados pudieron infundir una notable inclinación hacia la publicidad en

los resultados. Esto se debe a que se optó por publicaciones científicas indexadas en repositorios de gran relevancia. Al hacerlo, se abandonó la conocida literatura oscura y los preciados informes del gobierno.

A este panorama se añade la vertiginosa metamorfosis de la inteligencia artificial. Es probable que haya prototipos de tecnologías offline en plena creación. Estos progresos recientes aún no han sido incluidos en el corpus académico examinado. A pesar de estas restricciones, este estudio ofrece un esqueleto teórico robusto. El estudio respalda sin reservas la creación de innovaciones tecnológicas que operen en solitario. En realidad, estas herramientas son el horizonte próximo para alcanzar la equidad en la enseñanza científica.

Conclusiones

Queda claro que, luego de haber realizado todo el proceso de búsqueda organización revisión y análisis de la literatura en noticias desde los diferentes repositorios motores y herramientas de búsqueda. Lo que confirma la influencia que tienen los diferentes textos sobre estrategias interactivas basadas en el juego y sobre todo en el gran boom de hoy en día la inteligencia artificial. No se puede desconocer que este mundo de innovaciones en el contexto educativo representa una oportunidad para mejorar los procesos de enseñanza en áreas como las Ciencias Naturales. Lo que además permite que las innumerables herramientas existentes hoy en día tengan la posibilidad de desentrañar misterios y aprendizajes de manera autónoma.

Asimismo, los alumnos formulan teorías empíricas y elaboran justificaciones sólidas para sostener sus teorías. A pesar de estos progresos, la evaluación de la literatura revela dos grandes barreras actuales. En una esquina, nos enfrentamos a un mosaico teórico y metodológico demasiado fragmentado. Por esta razón, se concuerda con Hwang y Tu (2021) al afirmar que: “Según la literatura consultada, se ha constatado que la IA está adquiriendo cada vez más influencia en la enseñanza.” (p.3).

Además, la investigación navega en un mar de conectividad clara. Las soluciones flexibles examinadas suelen requerir un acceso perpetuo a la red a través de plataformas en la nube. Este abrumador vínculo técnico anula por completo su capacidad en las zonas campestres. En consecuencia, se intensifica la segregación escolar en las zonas con menos recursos. Por ende, la siguiente fase del progreso tecnológico-pedagógico debe dirigirse hacia una visión de independencia. Los libros electrónicos interactivos con inteligencia artificial en línea no son una mera opción tecnológica. Además, “Esta breve revisión muestra que la "gamificación" ha crecido dentro de un rico entramado de tendencias y tradiciones interrelacionadas en el diseño de interacción y los juegos, y que ya existen varios conceptos potencialmente competitivos, paralelos o superpuestos.” (Deterding *et al.*, 2011, p.10). Estas herramientas son esenciales para asegurar un acceso equitativo al saber.

Por esta razón, el proyecto venidero debe evolucionar desde la teoría hacia la comprobación tangible en el campo. Diseñar, implementar y evaluar estos recursos offline en las aulas de secundaria rural es hoy una prioridad absoluta. El gran reto actual consiste en conectar los modelos pedagógicos con las soluciones tecnológicas adecuadas. Solo respondiendo a las realidades de las poblaciones desconectadas lograremos una educación científica inclusiva y contextualizada.

Conflicto de intereses

La autora de este trabajo presenta una aclaración importante sobre el artículo. Ella confirma de manera explícita su compromiso ético con toda la comunidad científica. Por lo tanto, declara que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con esta publicación.

Participación de los autores

MACN propuso esta misma idea que desencadenó toda esta investigación. Ella se encargó de preparar el enfoque específico para la búsqueda sistemática de literatura. También llevó a cabo

un examen minucioso mediante la selección de la muestra que cumpliera con los criterios de elegibilidad. Realizó la posterior extracción de datos y el análisis temático del corpus analizado.

Referencias bibliográficas

- Braun, V., y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. In A. Lugmayr, H. Franssila, C. Safran, y I. Hammouda (Eds.), *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning future media environments* (pp. 9–15). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., y Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Holmes, W., Bialik, M., y Fadel, C. (2022). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning* (2nd ed.). Center for Curriculum Redesign.
- Huang, R., Ritzhaupt, A., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., Hampton, J., y Li, J. (2020). The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1875–1901. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z>
- Hwang, G.-J., y Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis. *Mathematics*, 9(6), 584. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Kitchenham, B., y Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering* (Technical Report EBSE-2007-01). Keele University y Durham University.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., y Forcier, L. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). The state of school education: One year into the COVID-19 pandemic. OECD Publishing.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C. D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education – A tool on whose terms? UNESCO Publishing.
- World Bank. (2021). Remote learning during COVID-19: Lessons from today, principles for tomorrow. World Bank Group.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., y Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Revisión sistemática sobre innovación pedagógica en ruralidad entre los años 2019 al 2023

Systematic review on pedagogical innovation in rural areas between 2019 and 2023

Yerly Maritza Salinas Ramírez

University of Technology and Education, Facultad de Educación, Departamento de Educación y Pedagogía, Estados Unidos, yerly.salinasr2024@uted.us , <https://orcid.org/0009-0006-9551-8225>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a9090>

Resumen

La innovación pedagógica en contextos rurales se ha consolidado como un campo emergente en el marco de las transformaciones educativas contemporáneas, particularmente en escenarios atravesados por desigualdades estructurales, brechas digitales y diversidad sociocultural. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la producción académica reciente sobre innovación pedagógica en la ruralidad, con el fin de identificar enfoques teóricos, tendencias investigativas y vacíos persistentes. Metodológicamente, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura con enfoque cualitativo y alcance descriptivo-interpretativo, siguiendo los lineamientos de la declaración PRISMA (2020). La búsqueda incluyó publicaciones entre los años 2019 y 2023 en Scopus, Dialnet, Sage Journals, Redalyc y ProQuest. Tras aplicar criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 22 estudios. El proceso integró una fase heurística de sistematización documental y una fase hermenéutica de interpretación crítica. En la fase heurística, se identificó concentración de publicaciones en Scopus y Sage Journals, con predominio del Norte Global (Estados Unidos, España, Reino Unido y Australia) y aportes de América Latina, especialmente Colombia, México y Brasil. El campo se adscribe a las ciencias sociales, con creciente articulación con la tecnología educativa. En la fase hermenéutica, emergieron cinco categorías: concepciones de innovación, prácticas pedagógicas, rol docente, tecnología educativa y vacíos investigativos. En estas tendencias, Sorribes *et al.* (2024) y Sáenz Calla (2023) destacan una visión situada y territorial; Guerrero-Ortega *et al.* (2024) enfatiza prácticas contextualizadas y Beltrán-Véliz *et al.* (2024) posiciona al docente como agente de cambio con necesidades de acompañamiento. Los resultados evidencian tensiones asociadas a la sostenibilidad de las prácticas, la brecha digital y la limitada

articulación con políticas educativas. Se plantea superar enfoques tecnocráticos y reconocer la innovación como construcción pedagógica situada. Se concluye que su consolidación requiere articular investigación, práctica educativa y política pública, fortaleciendo enfoques que reconozcan la ruralidad como espacio legítimo de producción de conocimiento.

Palabras clave: innovación, ruralidad, pedagogía, territorio, tecnología

Abstract

Pedagogical innovation in rural contexts has emerged as a significant field of study within contemporary educational transformations, particularly in settings marked by structural inequalities, digital divides, and sociocultural diversity. This study aimed to analyze recent academic production on pedagogical innovation in rural education in order to identify theoretical approaches, research trends, and persistent gaps in the field. Methodologically, a systematic literature review was conducted using a qualitative approach with a descriptive–interpretive scope, following the PRISMA (2020) guidelines. The search included publications from 2019 to 2023 indexed in Scopus, Dialnet, Sage Journals, Redalyc, and ProQuest. After applying inclusion and exclusion criteria, 22 studies were selected. The process combined a heuristic phase of documentary systematization and a hermeneutic phase of critical interpretation. In the heuristic phase, a concentration of publications was identified in Scopus and Sage Journals, with a predominance of the Global North (United States, Spain, United Kingdom, and Australia), alongside relevant contributions from Latin America, particularly Colombia, Mexico, and Brazil. The field is primarily situated within the social sciences, with increasing articulation with educational technology. In the hermeneutic phase, five analytical categories emerged: conceptions of innovation, pedagogical practices, teacher roles, educational technology, and research gaps. Within these trends, Sorribes *et al.* (2024) and Sáenz Calla (2023) highlight a situated and territorial perspective of innovation; Guerrero-Ortega *et al.* (2024) emphasize context-based pedagogical practices; and Beltrán-Véliz *et al.* (2024) position teachers as agents of change requiring sustained institutional support. The findings reveal tensions related to the sustainability of innovative practices, the digital divide, and limited alignment with educational policies. The discussion calls

for moving beyond technocratic approaches and recognizing innovation as a situated pedagogical construction. It is concluded that its consolidation requires the articulation of research, educational practice, and public policy, strengthening approaches that recognize rurality as a legitimate space for knowledge production.

Keywords: innovation, rurality, pedagogy, territory, technology

Introducción

La educación, entendida como derecho fundamental, enfrenta el desafío constante de adaptarse a las transformaciones aceleradas de la sociedad contemporánea relacionadas con la tecnología, la comunicación, la información y la investigación, elementos que reconfiguran los modos de enseñanza y aprendizaje; en este contexto, la innovación pedagógica se ha consolidado como un componente clave para la mejora educativa, al permitir reorientar los procesos de formación hacia modelos más activos, significativos y coherentes con las demandas de la sociedad del conocimiento (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2016). Sin embargo, en los territorios rurales, caracterizados por desigualdades estructurales, limitaciones de acceso, conectividad restringida y escasez de recursos materiales, la innovación adquiere un matiz particular, ya que no se reduce a la adopción de metodologías o tecnologías, sino que implica reconfigurar las prácticas para responder a realidades sociales, culturales y territoriales propias. Este escenario plantea la necesidad de profundizar en cómo se ha investigado este proceso y cuáles son sus avances y limitaciones constituyendo el punto de partida del presente estudio.

Desde esta perspectiva, la innovación ha sido concebida como un proceso planificado de cambio orientado a mejorar los aprendizajes y superar modelos tradicionales centrados en la transmisión pasiva de contenidos (UNESCO, 2014); asimismo, en diversos contextos latinoamericanos, las políticas educativas han reconocido la innovación pedagógica como un

conjunto de prácticas transformadoras que emergen en la interacción docente – estudiante y que generan impactos positivos en la formación, siempre que se articulen a condiciones institucionales, comunitarias y territoriales. En esta línea, el Ministerio de Educación Nacional ([MEN], 2013) plantea que la innovación pedagógica se materializa en experiencias que responden a las particularidades del contexto y promueven procesos educativos más pertinentes y significativos; no obstante, enfoques contemporáneos advierten que la innovación educativa no puede ser entendida exclusivamente como un mecanismo técnico de mejora, sino como un proceso relacional y cultural que participa en transformación más amplia de las formas de aprender, enseñar y producir conocimiento (Guzmán & Jaillier-Castrillón, 2021).

A pesar del consenso sobre la relevancia de la innovación pedagógica, persisten vacíos significativos en la comprensión acumulada sobre la manera en que estos procesos se desarrollan en escuelas rurales y sobre sus efectos reales en los aprendizajes, la organización pedagógica y la vida institucional. Si bien existen evidencias empíricas que muestran que los cambios pedagógicos contextualizados pueden incidir positivamente en el desarrollo de habilidades, incluso en contextos con limitaciones estructurales (Gallego *et al.*, 2021), gran parte de la producción académica continúa concentrándose en escenarios urbanos; en consecuencia, las investigaciones sobre innovación pedagógica en la ruralidad tienden a ser fragmentadas y predominantemente descriptivas, lo que dificulta la construcción de un panorama sistemático y crítico sobre las transformaciones pedagógicas en estos territorios (Galván Mora & Cadavid Rojas, 2021).

Esta limitada sistematización del conocimiento restringe tanto en el diseño de políticas educativas contextualizadas como en el desarrollo de orientaciones pedagógicas pertinentes para escuelas multigrado, dispersas o con alta diversidad sociocultural; en este sentido, estudios recientes subrayan la necesidad de abordar la innovación pedagógica rural desde enfoques transdisciplinarios que reconozcan el papel del territorio, la creatividad docente y la inclusión educativa como dimensiones constitutivas del proceso innovador (Tamires de Campos *et al.*,

2022), así como de comprender la tecnología educativa como una mediación pedagógica situada y no como un recurso instrumental (Chiriboga-Mendoza, 2021).

En respuesta a este panorama, la presente revisión documental tuvo como objetivo general analizar la producción académica publicada entre los años 2019 y 2023 sobre innovación pedagógica en contextos rurales, con el fin de identificar tendencias, enfoques teóricos, metodologías, avances y vacíos investigativos. Para orientar este propósito, se formularon las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo ha sido abordada la innovación pedagógica en la ruralidad en la literatura reciente?, ¿Qué transformaciones se evidencian en las prácticas de enseñanza y aprendizaje en estos contextos?, y ¿Qué vacíos y desafíos persisten para consolidar procesos de innovación sostenibles en escuelas rurales? En coherencia con estos interrogantes, el estudio desarrolló una estrategia metodológica que integró una fase heurística de búsqueda sistemática en las bases de datos especializadas, seguida de una fase hermenéutica orientada al análisis crítico e interpretativo de los significados explícitos e implícitos presentes en los estudios seleccionados; esta doble aproximación permitió no solo organizar el conocimiento disponible, sino profundizar en la comprensión del fenómeno y generar aportes conceptuales que orienten investigaciones futuras y decisiones de políticas educativas situadas.

Metodología

El estudio se desarrolló mediante una revisión sistemática cualitativa de la literatura, siguiendo los lineamientos del **Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020)**, con el propósito de garantizar transparencia, reproducibilidad y rigor metodológico; la revisión se orientó a analizar la producción académica sobre innovación pedagógica en contextos rurales publicada entre los años 2019 y 2023. Desde el punto de vista epistemológico y metodológico, el estudio adoptó un enfoque cualitativo de carácter descriptivo – interpretativo, en tanto se propuso comprender y analizar los significados, enfoques y tendencias que emergen en la literatura científica sobre la categoría de innovación pedagógica. En coherencia con este enfoque, la revisión se estructuró en dos momentos complementarios: una fase heurística,

orientada a la identificación y selección de las fuentes, y una fase hermenéutica, centrada en el análisis interpretativo y crítico de los estudios seleccionados.

El proceso de revisión se desarrolló conforme a las cuatro fases propuestas por PRISMA 2020: identificación, cribado (screening), elegibilidad e inclusión. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos Scopus, Dialnet, Sage Journals, Redalyc y ProQuest, seleccionadas por su relevancia y reconocimiento en el campo de las ciencias sociales y de la educación; se incluyeron principalmente artículos científicos, libros y capítulos de libros arbitrados, publicados en el periodo comprendido entre el año 2019 y el 2023. En el caso específico de la base de datos Scopus, la estrategia de búsqueda se efectuó utilizando los términos en inglés *innovation and pedagogical*, aplicados a los campos título, resumen y palabras clave. Inicialmente se encontraron 5.812 documentos publicados entre el 2015 y el 2024; posteriormente se aplicaron filtros temporales para acotar el periodo de análisis a los años 2019 al 2023, lo que permitió reducir el corpus a 2.643 documentos. De manera progresiva, se incorporaron filtros adicionales por área temática (ciencias sociales), tipo de documento (artículos, libros y capítulos de libro), palabras clave (*innovation, teaching, pedagogy*), idioma (inglés) y acceso abierto, obteniendo finalmente 26 registros en esta base de datos.

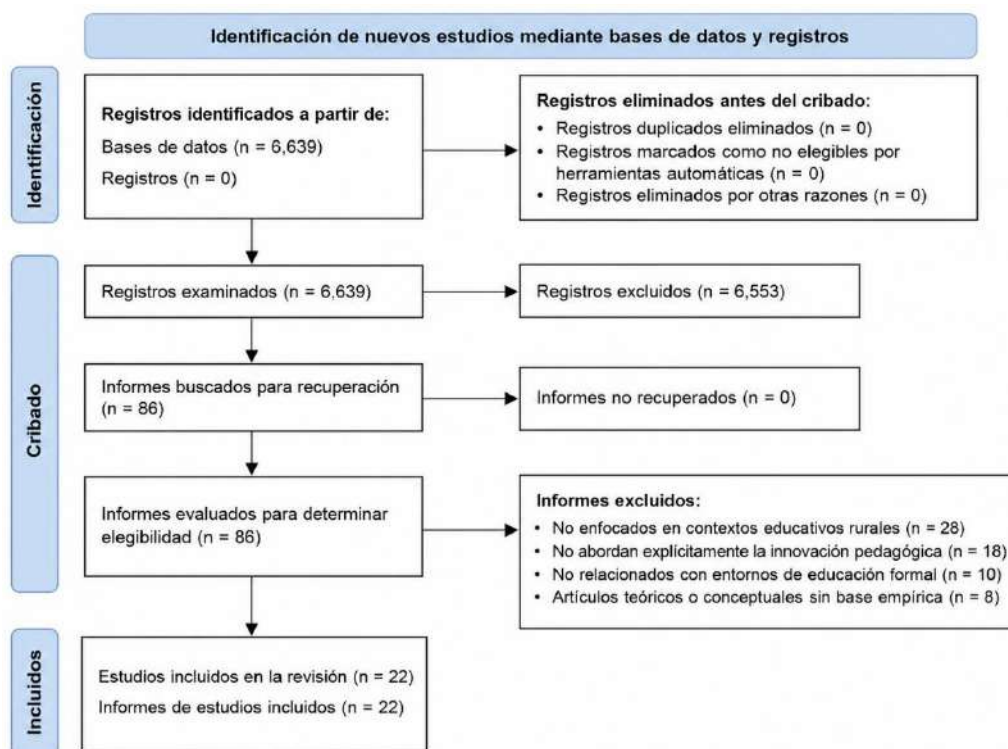
La ecuación de búsqueda utilizada fue la siguiente: *TITLE-ABS-KEY (innovation AND pedagogical) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2024*.

Como producto general del proceso de búsqueda en las distintas bases de datos, se identificaron inicialmente 6.639 referencias; a estas se les aplicaron criterios de inclusión, entre los que se consideraron: publicaciones realizadas entre los años 2019 al 2023, pertenencia al campo de las ciencias sociales y educativas, abordaje explícito de la innovación pedagógica en contextos rurales, acceso abierto y vinculación con la educación formal, particularmente en el nivel de básica primaria. Tras la aplicación de estos criterios y la eliminación de duplicados, el corpus se redujo a 86 estudios elegibles, los cuales fueron analizados en profundidad mediante lectura completa;

posteriormente se excluyeron aquellos trabajos que no se centraban en educación formal o que abordaban contextos exclusivamente urbanos, obteniéndose como resultado final 22 estudios incluidos para el análisis cualitativo. El proceso detallado de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios se presenta en la Figura 1, siguiendo el diagrama propuesto por PRISMA 2020.

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios según PRISMA 2020



Nota. Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios según PRISMA 2020. Elaboración propia con base en Page *et al.* (2021).

Como instrumento de análisis se utilizó una matriz de registro y sistematización documental, diseñada para recopilar información sobre año de publicación, país, tipo de estudio, enfoque metodológico, categorías analíticas, principales hallazgos y limitaciones. El análisis se desarrolló mediante técnicas de codificación abierta, axial y comparativa, propias del análisis cualitativo, lo que permitió identificar regularidades, tensiones y categorías emergentes. Dado el carácter interpretativo del estudio, no se aplicaron técnicas estadísticas inferenciales, privilegiando el análisis comprensivo de los datos.

El procedimiento analítico integró una fase heurística orientada a la organización y clasificación del corpus documental, seguida de una fase hermenéutica centrada en la interpretación

crítica de los significados explícitos e implícitos presentes en los estudios seleccionados. Para la organización y tratamiento de la información se emplearon herramientas de análisis bibliográfico provistas por las bases de datos y hojas de cálculo para la sistematización de los datos. El estudio se desarrolló entre enero y junio del 2024, garantizando la trazabilidad, coherencia y replicabilidad del proceso metodológico.

Resultados

El análisis cualitativo de los veintidós estudios incluidos en la revisión permitió identificar patrones, regularidades, convergencias y tensiones que atraviesan la producción académica reciente sobre innovación pedagógica en contextos rurales. Estos hallazgos no se limitan a la reiteración de prácticas o enfoques metodológicos, sino que remiten a formas compartidas de concebir la innovación, a modos recurrentes de intervención pedagógica y a problemas estructurales que condicionan su implementación y sostenibilidad. A partir del proceso de análisis, se identificaron cinco categorías analíticas emergentes que estructuran los resultados y permiten ofrecer una lectura comprensiva del campo, integrando dimensiones conceptuales, pedagógicas, organizativas y contextuales de la innovación educativa en la ruralidad.

Resultados descriptivos del corpus

El análisis descriptivo del corpus documental permitió caracterizar la producción académica reciente sobre innovación pedagógica en contextos rurales y establecer un marco contextual para la interpretación de los resultados. A partir del rastreo sistemático en las bases de datos Scopus, Dialnet, Sage Journals, Redalyc y ProQuest, las publicaciones fueron clasificadas según tipo de documento, año de publicación, país de procedencia, idioma y autoría, y analizadas posteriormente mediante estadísticas descriptivas.

Como resultado de la búsqueda, se identificaron 55 publicaciones para la caracterización descriptiva inicial del corpus; de este conjunto, 22 estudios cumplieron los criterios de pertinencia temática y metodológica para ser incluidos en el análisis cualitativo y hermenéutico. La distribución por base de datos, presentada en la Tabla 1, evidencia una presencia equilibrada entre

repositorios de alcance internacional y regional. En particular, Scopus concentra 15 publicaciones en idioma inglés, mientras que Dialnet (14), Redalyc (8) y ProQuest (11) aportan principalmente producción académica en español; por su parte, Sage Journals reúne 7 artículos de circulación internacional.

Tabla 1

Distribución del Corpus por Base de Datos

Nº	Base de datos	Cantidad
1	Scopus	15
2	Dialnet	14
3	Sage Journals	7
4	Redalyc	8
5	ProQuest	11
Total		55

Nota. Elaboración propia a partir de los registros recuperados en Scopus, Dialnet, Sage Journals, Redalyc y ProQuest.

En relación con el tipo de publicación, predominan los artículos científicos, tanto de investigación (23) como de revisión (15), seguidos por tesis doctorales (11) y capítulos de libro (6), como se detalla en la Tabla 2. Esta distribución confirma la centralidad del artículo científico como principal medio de difusión del conocimiento en este campo, sin excluir aportes de mayor extensión analítica provenientes de tesis doctorales y capítulos de libro.

Tabla 2

Distribución del Corpus por Tipo de Publicación

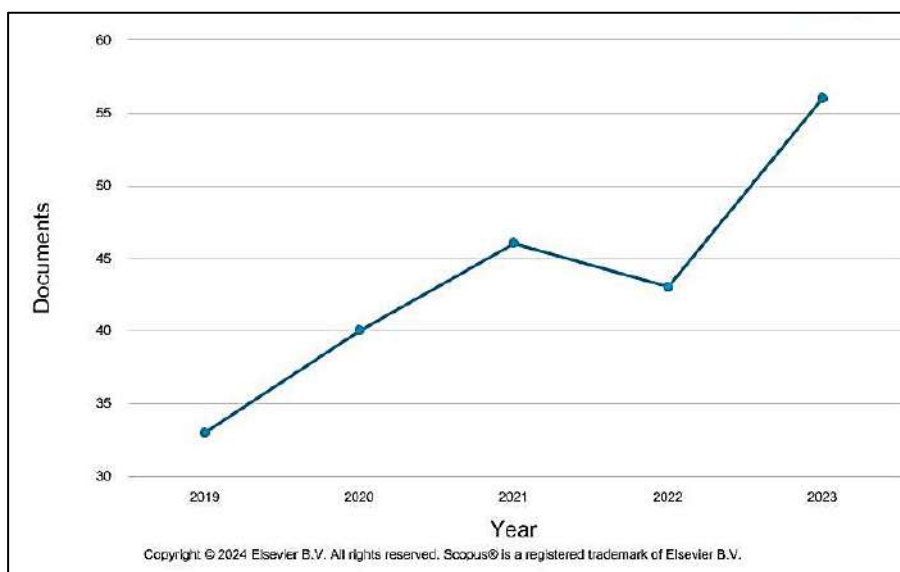
Nº	Tipo de trabajo	Cantidad
1	Artículo de revisión	15
2	Artículo de investigación	23
3	Tesis de doctorado	11
4	Capítulo de libro	6
Total		55

Nota. Elaboración propia a partir de la clasificación del corpus documental según tipo de publicación.

La evolución temporal de las publicaciones, presentada en la Figura 2, muestra una tendencia general de crecimiento entre 2019 y 2023, con algunas fluctuaciones. El incremento más significativo se registra a partir de 2020, asociado a transformaciones educativas derivadas de la pandemia por COVID-19, y alcanza su punto más alto en 2023, lo que evidencia un renovado interés de la comunidad académica por este campo, posiblemente asociado al avance de la inteligencia artificial y a la integración de tecnologías emergentes en los procesos educativos.

Figura 2

Producción documental por año



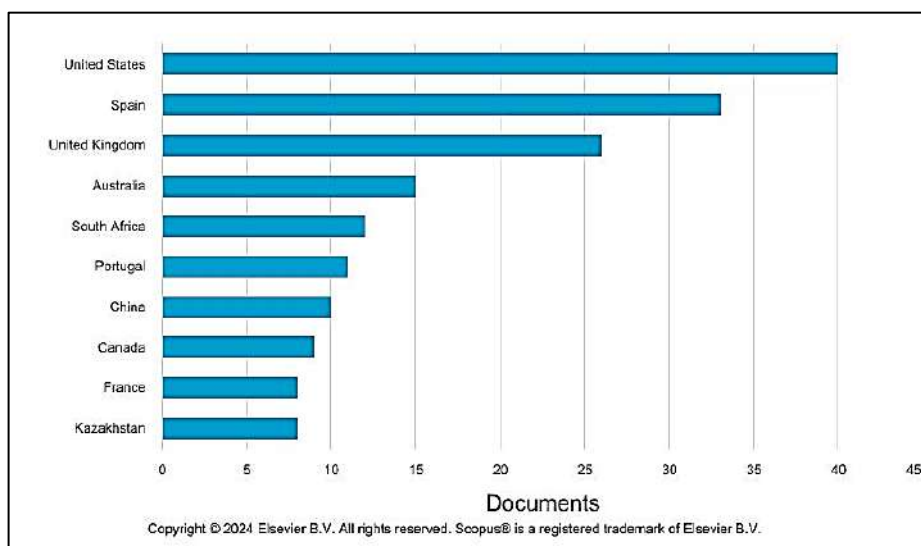
Nota. Tomado de Scopus, base de datos de Elsevier B.V. (2024), a partir de la ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY (innovation AND pedagogical), con filtros aplicados al periodo 2019–2023.

En relación con la distribución geográfica, la Figura 3 evidencia un claro predominio de publicaciones provenientes de países del Norte Global, particularmente Estados Unidos, España, Reino Unido y Australia. Los estudios incluidos en la presente revisión corresponden con esta distribución, lo que confirma empíricamente la concentración de la producción científica en dichos

contextos. Asimismo, se identifican contribuciones de otros países como Sudáfrica, Portugal, China, Canadá y Francia, aunque con menor frecuencia. Este panorama permite evidenciar una limitada representación de investigaciones provenientes de contextos latinoamericanos, lo cual sugiere la persistencia de brechas en la producción académica sobre innovación pedagógica en escenarios desde el Sur Global.

Figura 3

Producción documental por países



Nota. Tomado de Scopus, base de datos de Elsevier B.V. (2024), a partir de la ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY (innovation AND pedagogical), con filtros aplicados al periodo 2019–2023.

Finalmente, el análisis por áreas disciplinares evidenció un predominio de investigaciones adscritas a las Ciencias Sociales (49,7%), seguido de estudios vinculados con la tecnología educativa (9,9%), lo que confirma el carácter interdisciplinario del campo y el creciente interés por la integración de herramientas digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En conjunto, los resultados descriptivos muestran un campo de investigación en expansión, con creciente diversificación temática y metodológica, pero también con asimetrías en la producción académica. Este panorama contextual resulta fundamental para comprender los marcos conceptuales, enfoques pedagógicos y tensiones que subyacen a las experiencias de innovación documentadas, y constituye el punto de partida para el análisis categorial transversal que se desarrolla en el siguiente apartado.

Análisis categorial transversal de los resultados

El análisis categorial transversal, derivado del proceso de codificación abierta, axial y comparativa de los veintidós estudios seleccionados, permitió identificar regularidades, tensiones y orientaciones en la producción académica reciente sobre innovación pedagógica en contextos rurales. Emergieron cinco categorías analíticas interrelacionadas que permiten comprender cómo se conceptualiza, implementa y problematiza la innovación pedagógica en territorios rurales, en diálogo con condiciones socioterritoriales, institucionales y políticas específicas de educación rural. Con el fin de ofrecer una visión sintética y comparativa de los resultados, la Tabla 3 presenta las categorías emergentes, sus énfasis analíticos y los principales hallazgos

Tabla 3

Síntesis del análisis categorial transversal sobre innovación pedagógica en contextos rurales (2019–2023)

Categoría analítica	Autores representativos	Enfoque predominante	Principales hallazgos
Concepciones de innovación pedagógica en la ruralidad	Sorribes <i>et al.</i> (2024); Sáenz Calla (2023)	Innovación situada y contextual	Predominio de enfoques que conciben la innovación como proceso relacional, territorial y no necesariamente tecnológico.
Prácticas pedagógicas innovadoras	Rincón (2024); Guerrero-Ortega <i>et al.</i> (2024)	Metodologías activas contextualizadas	Uso recurrente de aprendizaje basado en proyectos, pedagogía multigrado y estrategias vinculadas al entorno local

Rol docente y acompañamiento	Beltrán-Véliz <i>et al.</i> (2024); Schnellert <i>et al.</i> (2023)	Docente como agente de cambio	Alta dependencia de la iniciativa docente y escaso acompañamiento institucional sistemático
Tecnología educativa	Pardo Baldoví <i>et al.</i> (2024); Carrete-Marín & Domingo Peñafiel (2023); Palomino & Díaz (2023)	Mediación pedagógica tensionada	Potencial limitado por brechas de conectividad, formación y proyectos pedagógicos poco contextualizados
Vacíos de investigación	García Silván (2022); Soto Núñez (2022); Alvarado Rubiano <i>et al.</i> (2023)	Predominio descriptivo	Escasez de estudios longitudinales, evaluativos y con participación comunitaria

Nota. Elaboración propia a partir del análisis documental de los estudios incluidos en la revisión.

La producción académica revisada coincide en concebir la innovación pedagógica en contextos rurales como un proceso situado, relacional y contextualizado, estrechamente vinculado a las condiciones socioculturales, territoriales e institucionales de la ruralidad (Rincón, 2024; Sáenz Calla, 2023). Desde esta perspectiva, la innovación no se define por su novedad instrumental, sino por la capacidad de resignificar las prácticas educativas a partir de saberes comunitarios, trayectorias docentes y necesidades formativas locales (Guerrero-Ortega *et al.*, 2024; Sorribes *et al.*, 2024); no obstante, esta comprensión convive con discursos de modernización que asocian la innovación con estándares, tecnologías o modelos replicables, generando tensiones epistemológicas y el riesgo de imponer marcos externos poco sensibles a las realidades rurales (Beltrán-Véliz *et al.*, 2024).

En coherencia con estas concepciones, los estudios identifican prácticas pedagógicas innovadoras recurrentes, mayoritariamente asociadas a metodologías activas y contextualizadas, como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo cooperativo, la pedagogía multigrado y la gamificación situada (Guerrero-Ortega *et al.*, 2024; Sáenz Calla, 2023). Estas prácticas emergen como respuestas pedagógicas a la heterogeneidad del aula, la escasez de recursos y la relación escuela – comunidad; sin embargo, el análisis evidencia que su desarrollo depende en gran medida

de la iniciativa individual del docente y presenta escasa articulación con proyectos institucionales o políticas públicas, lo que limita su sostenibilidad y escalamiento (Rincón, 2024; Sorribes *et al.*, 2024).

El rol del docente rural se configura como un eje central en los procesos de innovación pedagógica documentados; la literatura destaca al profesorado como agente con capacidad de interpretar y resignificar las orientaciones curriculares en función del territorio y de las trayectorias de los estudiantes (Beltrán-Véliz *et al.*, 2024). Esta agencia se sustenta en el conocimiento situado y en el compromiso comunitario; no obstante, los estudios coinciden en señalar la debilidad de los dispositivos de acompañamiento pedagógico continuo y contextualizado, lo que refuerza dinámicas de sobre - responsabilización docente y limita la consolidación de procesos colectivos de innovación (Rincón, 2024; Sáenz Calla, 2023).

La tecnología educativa aparece como una dimensión ambivalente de la innovación pedagógica en contextos rurales. Algunos estudios reportan experiencias exitosas orientadas a diversificar estrategias didácticas y ampliar el acceso a recursos educativos (Guerrero-Ortega *et al.*, 2024; Sorribes *et al.*, 2024); no obstante, de forma recurrente se evidencian tensiones asociadas a la brecha digital, la limitada conectividad, la insuficiente formación docente y la ausencia de estrategias institucionales coherentes (Palomino & Díaz, 2023). Desde una mirada crítica, se advierte que la dotación tecnológica sin un proyecto pedagógico situado puede reproducir desigualdades y enfoques instrumentales de la innovación (Carrete-Marín & Domingo Peñafiel, 2023).

Finalmente, el análisis del corpus revela vacíos persistentes en la producción académica sobre innovación pedagógica en contextos rurales, evidenciándose el predominio de estudios descriptivos y exploratorios, con escasa presencia de diseños longitudinales, evaluaciones de impacto o investigaciones comparativas que permitan analizar la sostenibilidad de las innovaciones (Rincón, 2024; Sáenz Calla, 2023); asimismo, se observa una limitada inclusión de las voces de estudiantes, familias y comunidades rurales, lo que restringe la comprensión de la innovación como proceso relacional y comunitario. A nivel geográfico, la concentración de estudios en determinadas

regiones limita una visión más diversa de la ruralidad. Estos vacíos evidencian un campo en consolidación, con avances significativos en la sistematización de experiencias, pero con desafíos pendientes en términos de profundidad analítica, diversidad metodológica e incidencia en políticas públicas.

Resultados hermenéuticos: estudios representativos por categoría

En este tercer nivel de análisis, los resultados se profundizan desde una perspectiva hermenéutica, mediante la interpretación de estudios representativos que permiten comprender cómo las categorías analíticas emergentes se concentran en experiencias situadas de innovación pedagógica en contextos rurales. Este nivel no busca reiterar descripciones, sino densificar analíticamente los hallazgos, mostrando cómo la innovación se configura en contextos específicos atravesados por condiciones pedagógicas, territoriales, institucionales y políticas. En coherencia con el enfoque cualitativo del estudio, los trabajos seleccionados se abordan como casos analíticos que ilustran regularidades, tensiones y límites identificados en el análisis categorial transversal.

Con el fin de favorecer la claridad y la trazabilidad interpretativa, los resultados hermenéuticos se presentan de manera sintética en la Tabla 4, que articula categorías analíticas, estudios representativos, contextos, aportes hermenéuticos y tensiones identificadas.

Tabla 4

Resultados hermenéuticos: estudios representativos por categoría

Categoría analítica	Estudio representativo	Contexto y enfoque	Aporte hermenéutico a la categoría	Tensiones o límites identificados
Concepciones de innovación pedagógica en la ruralidad	Sorribes <i>et al.</i> (2024)	Centro Rural Agrupado, España. *Enfoque cualitativo.	La innovación se concibe como resignificación del currículo y no como adopción de modelos externos.	Dependencia del liderazgo docente local.
	Sáenz Calla (2023)	Escuela rural pública, Perú. *Estudio de caso.	Innovación como modelo institucional articulado a liderazgo, cultura escolar y comunidad.	Escasa replicabilidad sin apoyo estructural.

Prácticas pedagógicas innovadoras predominantes	Rincón (2024)	Educación rural, Colombia. *Revisión documental.	Gamificación como actualización situada Escuela Nueva.	Innovación dependiente de iniciativas individuales.
	Guerrero-Ortega <i>et al.</i> (2024)	Escuela rural amazónica, Colombia. *Estudio cualitativo.	Articulación entre tecnología, saber local y aprendizaje significativo.	Limitaciones de infraestructura y conectividad.
Rol del docente y acompañamiento pedagógico	Beltrán-Véliz <i>et al.</i> (2024)	Escuelas rurales, Chile. *Caso colectivo.	Acompañamiento pedagógico fortalece liderazgo, reflexión y colaboración docente.	Ausencia de programas sostenidos a nivel sistémico.
	Schnellert <i>et al.</i> (2023)	Comunidades rurales, Canadá. *Estudio de caso múltiple.	Redes de aprendizaje profesional como motor de innovación.	Dificultad para sostener redes en contextos aislados.
Tecnología educativa y tensiones estructurales	Pardo Baldoví <i>et al.</i> (2024)	Política municipal, España. *Estudio de casos.	Instrumentalización política de la innovación tecnológica.	Brecha digital y resistencias docentes.
	Carrete-Marín & Domingo Peñañiel (2023)	Escuelas rurales, España. *Revisión cualitativa.	Potencial del BL y REA condicionado por formación docente.	Falta de recursos adaptados a la ruralidad.
Vacíos y limitaciones de la producción académica	García Silván (2022); Soto Núñez (2022)	CRA rurales, España. *Estudio de caso.	Innovación pedagógica como práctica resiliente más que política pública.	Escasa evaluación de impacto.
	Alvarado Rubiano <i>et al.</i> (2023)	Aulas multigrado rurales, Colombia. *Etnografía.	Multigrado como espacio fértil para la innovación.	Débil reconocimiento institucional.

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis documental

En conjunto, la lectura hermenéutica de los estudios representativos refuerza los argumentos desarrollados en la discusión al evidenciar que la innovación pedagógica en contextos rurales no puede ser comprendida como un modelo homogéneo ni transferible, sino como un proceso situado, relacional y estructuralmente condicionado por el territorio, la cultura escolar y las dinámicas institucionales. Las experiencias más consistentes emergen cuando se articulan saberes locales, liderazgo docente y reflexión crítica del contexto (Sáenz Calla, 2023; Sorribes *et al.*, 2024); sin embargo, su alta dependencia de la agencia individual del profesorado limita su sostenibilidad y escalamiento. Esta tensión, se intensifica en el ámbito de la tecnología educativa,

donde la innovación oscila entre su potencial transformador y la reproducción de desigualdades, según las condiciones de implementación y acompañamiento pedagógico (Pardo Baldoví *et al.*, 2024), consolidando la necesidad de marcos institucionales y políticas públicas territorializadas que trasciendan la lógica de experiencias aisladas.

Discusión

Los hallazgos del estudio permiten sostener que la innovación pedagógica en contextos rurales no puede comprenderse desde una lógica tecnocrática centrada en la transferencia de modelos, dispositivos o metodologías estandarizadas, sino como una construcción situada, relacional y contextual. Esta afirmación se deriva de los resultados obtenidos en la categoría “Concepciones de innovación en la ruralidad”, en la cual se evidenció que la innovación aparece asociada al territorio, los saberes locales, la cultura escolar y las condiciones socioculturales de las comunidades educativas. En diálogo con la producción académica reciente, estos resultados muestran una reconfiguración del concepto de innovación, al desplazarlo de una visión instrumental hacia una perspectiva que reconoce la ruralidad como espacio legítimo de producción de conocimiento pedagógico (Biesta, 2020; Guzmán & Jaillier-Castrillón, 2021).

Desde esta perspectiva, los resultados permiten discutir que la innovación no opera como simple adopción de prácticas “exitosas”, sino como un ejercicio de soberanía pedagógica que desafía la dicotomía urbano-rural. El análisis hermenéutico evidenció que los docentes rurales no se limitan a implementar currículos prescritos, sino que los reinterpretan de acuerdo con las trayectorias educativas de sus estudiantes, las necesidades comunitarias y las posibilidades del contexto. Este hallazgo resulta relevante porque cuestiona la mirada deficitaria sobre la ruralidad y permite comprender la innovación pedagógica como una práctica de mediación cultural, más que como un mecanismo de estandarización; así, el estudio amplía las discusiones sobre justicia cognitiva, pertinencia educativa y saberes situados en educación (Galván Mora & Cadavid Rojas, 2021; UNESCO, 2014).

En relación con la categoría “Prácticas pedagógicas innovadoras”, los resultados muestran el predominio de metodologías activas contextualizadas, como el aprendizaje basado en proyectos, la pedagogía multigrado, el trabajo cooperativo, la gamificación situada y las estrategias vinculadas al entorno local; estas prácticas adquieren sentido innovador no por su novedad técnica, sino por su capacidad para articular heterogeneidad, cooperación y pertinencia territorial. En particular, el aula multigrado puede interpretarse como un dispositivo pedagógico complejo que favorece la tutoría entre pares y la circulación horizontal del conocimiento; no obstante, los resultados también evidencian que muchas de estas experiencias dependen de iniciativas individuales, lo que limita su sostenibilidad cuando no existen proyectos institucionales ni políticas educativas territoriales que las respalden.

Otro aspecto central discutido a partir de los resultados corresponde al rol docente. La categoría “Rol docente y acompañamiento” permitió identificar al profesorado rural como agente clave de cambio, pero también mostró tensiones asociadas a la sobrecarga, el aislamiento profesional y el escaso acompañamiento institucional; por ello, la innovación pedagógica rural no debe entenderse únicamente como expresión de creatividad o resiliencia individual, sino como una responsabilidad colectiva que requiere condiciones institucionales, formación continua y redes profesionales de apoyo. Desde esta lectura, las redes de aprendizaje profesional resultan fundamentales para fortalecer la reflexión pedagógica compartida y la construcción de saber situado (Hargreaves & O’Connor, 2019).

En cuanto a la categoría “Tecnología educativa”, los hallazgos permiten distinguir entre mediación pedagógica e instrumentalismo tecnológico. Los estudios revisados muestran que la tecnología puede ampliar las posibilidades didácticas en contextos rurales; sin embargo, su potencial se ve limitado por la brecha digital, la conectividad insuficiente, la formación docente limitada y la ausencia de proyectos pedagógicos contextualizados (Chiriboga-Mendoza, 2021; Selwyn, 2021). En este sentido, la brecha digital no se reduce a la falta de dispositivos o acceso a internet, sino que también expresa la necesidad de propuestas educativas que otorguen sentido

pedagógico al uso de la tecnología; por tanto, la innovación tecnológica sólo se consolida cuando responde a las condiciones materiales, culturales y simbólicas del territorio.

Finalmente, como resultado del análisis realizado, se identifican vacíos investigativos persistentes en la producción académica sobre innovación pedagógica en contextos rurales. Los estudios revisados muestran un predominio de investigaciones descriptivas y exploratorias, así como una limitada presencia de diseños longitudinales, evaluativos y comparativos que permitan valorar la sostenibilidad de las innovaciones, su impacto en los aprendizajes y su incidencia en la vida institucional y comunitaria; asimismo, se evidencia la necesidad de incorporar con mayor fuerza las voces de estudiantes, familias y actores comunitarios, con el fin de comprender la innovación como un proceso relacional, participativo y territorialmente situado (Biesta, 2020). En conjunto, estos resultados permiten afirmar que la innovación pedagógica rural constituye un campo en consolidación, que demanda marcos teóricos más robustos, metodologías contextualizadas y una articulación efectiva entre investigación, práctica educativa y política pública territorializada (UNESCO, 2016).

Conclusiones

La investigación permite concluir que la innovación pedagógica en contextos rurales se configura como un proceso epistemológicamente situado, relacional y profundamente contextual, que no puede ser reducido a enfoques tecnocráticos ni a la simple transferencia de modelos externos diseñados para realidades urbanas. Desde una lectura hermenéutica, la innovación emerge como una práctica interpretativa mediante la cual los actores educativos resignifican el currículo, los saberes locales y las dinámicas comunitarias, reconociendo la ruralidad como un espacio legítimo de producción de conocimiento pedagógico.

En relación con las prácticas pedagógicas innovadoras, se concluye que estas adquieren sentido pedagógico cuando articulan de manera coherente currículo, territorio, saberes locales y experiencia comunitaria, superando concepciones instrumentales centradas en la adopción acrítica de metodologías o tecnologías. La innovación no se define por su novedad ni por su alineación con

tendencias globales, sino por su capacidad de responder de forma situada a las trayectorias educativas de los estudiantes y a las condiciones socioculturales del contexto, lo que refuerza la necesidad de concebirla como una praxis reflexiva orientada a la pertinencia pedagógica y no a la estandarización.

Respecto a la organización pedagógica, el estudio concluye que el aula multigrado constituye un dispositivo pedagógico con alto potencial innovador cuando se aborda desde una lógica no deficitaria. La heterogeneidad propia de estos contextos favorece prácticas colaborativas, tutorías entre pares y dinámicas intergeneracionales; no obstante, su sostenibilidad depende de su articulación con proyectos institucionales y políticas educativas territorializadas, evitando que la innovación quede circunscrita a esfuerzos individuales con impacto limitado.

En cuanto al rol docente, se concluye que la innovación pedagógica rural descansa en elevados niveles de agencia, liderazgo profesional y compromiso ético con las comunidades educativas; sin embargo, estos procesos se ven tensionados por condiciones estructurales de precarización, aislamiento profesional y escaso acompañamiento institucional. En consecuencia, la innovación no debe entenderse como una respuesta resiliente individual frente a contextos adversos, sino como un proceso colectivo que demanda condiciones institucionales adecuadas, políticas de formación y acompañamiento pedagógico, así como el fortalecimiento de redes profesionales situadas que favorezcan la construcción compartida de saber pedagógico.

Finalmente, se concluye que la tecnología educativa sólo adquiere carácter innovador cuando ópera como mediación pedagógica contextualizada y no como simple dotación de dispositivos tecnológicos. En los contextos rurales, la brecha digital también expresa la ausencia de proyectos pedagógicos con sentido territorial; en este sentido, avanzar hacia una innovación pedagógica rural socialmente pertinente exige articular investigación, práctica educativa y política pública, así como fortalecer enfoques contextualizados que reconozcan las condiciones culturales, materiales y educativas de los territorios rurales.

Declaración de conflicto de intereses

La autora declara que no existe conflicto de intereses en la elaboración y publicación de este artículo, ni con instituciones, entidades financieras y otros actores relacionados con el contenido del manuscrito.

Participación de la autora

YMSR concibió el diseño del estudio, realizó la búsqueda y selección de la literatura, llevó a cabo el análisis cualitativo y hermenéutico de los datos, redactó el manuscrito y aprobó la versión final para su envío y publicación.

Referencias bibliográficas

Alvarado Rubiano, A. M., Barragán García, J. A., & Pérez Castellón, I. (2022). *Enseñanza en aulas multigrados, una mirada desde la práctica reflexiva de las docentes* [Trabajo de grado de maestría, Fundación Universitaria Los Libertadores].

<http://hdl.handle.net/11371/5669>

Beltrán-Véliz, J. C., Mesina-Calderón, N. F., Vera-Gajardo, N., & Müller-Ferrés, P. (2024).

Contribuciones del acompañamiento pedagógico para mejorar la calidad de las prácticas docentes en contextos rurales. *Revista Electrónica Educare*, 28(1), 1–23.

<https://doi.org/10.15359/ree.28-1.17269>

Biesta, G. (2020). *Educational Research: An Unorthodox Introduction*. Bloomsbury Publishing.

https://books.google.com.co/books/about/Educational_Research.html?id=C56-DwAAQBAJ&redir_esc=y

Carrete Marín, N., & Domingo Peñafiel, L. (2023). Transformación digital y educación abierta en la escuela rural. *Prisma Social: revista de investigación social*, (41), 95-114.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8923484>

Chiriboga Mendoza, F. R. (2021). Herramientas digitales para la innovación educativa rural.

Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN, 5(9 Ed. esp.), 24–34.

<https://doi.org/10.46296/yc.v5i9edespag.0099>

Gallego, F. A., Näslund-Hadley, E., & Alfonso, M. (2021). Changing pedagogy to improve skills in preschools: Experimental evidence from Peru. *The World Bank Economic Review*,

35(1), 261–286. <https://doi.org/10.1093/wber/lhz022>

Galván Mora, L., & Cadavid Rojas, A. M. (2021). Perspectivas de la educación rural en

Iberoamérica: Equidad, inclusión e innovación. *Tendencias Pedagógicas*, (37), 1–6.

<https://doi.org/10.15366/tp2021.37.001>

García Silván, M. (2022). Metodologías activas y TIC: Un estudio de caso en la escuela rural.

Revista DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia, (40), 1–14.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8537803>

Guerrero-Ortega, L. R., Rodríguez-Hernández, A. A., & Forero, F. A. (2024). Aprendizaje significativo en ciencias naturales mediante el uso de la aplicación móvil Amazonía

biodiversa: Una experiencia educativa en el departamento del Putumayo. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, 17(1), 325-346.

<https://doi.org/10.15332/25005421.9490>

Guzmán, C., & Jaillier-Castrillón, E. (2021). Educational innovation as one of the drivers of human evolution. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(5), 2651-2676.

<https://doi.org/10.18844/cjes.v16i5.6354>

Hargreaves, A., & O'Connor, M. T. (2019). *Collaborative Professionalism: When Teaching Together Means Learning for All*. Corwin. <https://www.corwin.com/>

Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente* (Primera edición). República de Colombia, MinEducación.
https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339097_archivo_pdf_competencias_tic.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2014). *Innovación educativa: Serie herramientas de apoyo para el trabajo docente*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247005>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Educación 2030: Declaración de Incheon y marco de acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247005>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., *et al.* (2021). *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews*. **BMJ**, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Palomino Hawasly, M. Á., & Díaz Ramos, S. (2023). Innovación educativa en el sector rural: Una mirada curricular a los procesos de capacitación virtual del profesorado. *Acta Scientiae Informaticæ*, 7(7).
<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/asinf/article/view/3317>

Pardo Baldoví, I., Angel San Martín, A., & Donato, D. (2024). Municipios y transformación digital de la escuela: El estudio de un caso. *Revista Prisma Social*, (46), 77-101.
<https://revistaprismasocial.es/ps/article/view/5510>

Rincón, N. J. P. (2024). Gamificación en el Modelo de Escuela Nueva: Innovación para la Educación Rural. *Emergentes - Revista Científica*, 4(3), 28-51.

<https://doi.org/10.60112/erc.v4.i3.197>

Sáenz Calla, G. F. (2023). *Factores de mejora de la eficacia escolar: El caso de una escuela pública-rural en contexto de pobreza* [Tesis de maestría].

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/26497>

Schnellert, L., Dattoo, M., Kozak, D., Miller, M., & Giles, G. (2023). Growing Innovation in Rural Sites of Learning. *Perspectiva Educacional*, 62(1), 63-91.

<https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.62-Iss.1-Art.1393>

Scopus | Base de datos de resúmenes y citas | Elsevier. (s. f.). www.elsevier.com. Recuperado 17 de noviembre de 2025, de <https://www.elsevier.com/es-mx/products/scopus>

Selwyn, N. (2021). *Education and technology: Key issues and debates* (3rd ed.). Bloomsbury Academic. https://www.bloomsbury.com/uk/education-and-technology-9781350145566/?utm_source=chatgpt.com

Sorribes, M., Prats Querol, M. J., & Serret Segura, A. (2024). El valor del territorio, l'espurna educativa. *Quaderns d'Animació i Educació Social*, (40), 33.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9681507>

Soto Núñez, H. C. (2022). *Representaciones docente en situación de innovación pedagógica con tecnología en aula multigrado rural* [Tesis doctoral, Universidad de Valladolid].

<https://portaldelaciencia.uva.es/documentos/619c9ff1a08dbd1b8f9ee852>

Tamires de Campos, L., Fortes Alves, M. D., & Pereira Filho, A. D. (2022).

Transdisciplinariedad y creatividad: Formación del maestro campesino con desarrollo de



Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN L: 2313-7819

Vol. 13, N° 2 Julio – Diciembre 2026

pp. 194-219

estrategias pedagógicas para la inclusión en la escuela del campo. *Creatividad y Sociedad*, 36, 85–99. <https://creatividadysociedad.com/wp-content/uploads/2022/12/cys-36-6.pdf>

Marco de cualificaciones para la educación superior centroamericana aprendizaje basado en proyectos: ¿Cómo innovar con enfoque interdisciplinario?

Central American higher education qualifications framework project-based
learning: How to innovate with an interdisciplinary approach?

Omayra F. de Santana¹, Ramón Leal², Daisy Díaz³, Doris Ruiz de Salazar⁴

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Economía,
Departamento de Estadística Económica y Social, Panamá, omayra.fruto@up.ac.pa,
<https://orcid.org/0000-0002-1286-8558>

²Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Economía,
Departamento de Estadística Económica y Social, Panamá, leon.leal@up.ac.pa,
<https://orcid.org/0000-0002-1923-0290>

³Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Economía,
Departamento de Economía Aplicada, Panamá daisy.diaz@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0009-4408-4983>

⁴Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Administración de
Empresas y Contabilidad, Departamento de La Empresa y su Organización doris.ruiz@up.ac.pa,
<https://orcid.org/0009-0005-7444-3482>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a8969>

Resumen

Las Conferencias Mundiales de Educación Superior (CMES), el Proceso de Bolonia y los marcos de cualificaciones de las instituciones de educación superior universitaria han propiciado, a partir de sus políticas y planes institucionales, la re - orientación de su quehacer a fin de dar cumplimiento al compromiso de la búsqueda permanente de la excelencia académica. Desde la normativa institucional se proveen directrices / orientaciones institucionales encaminadas a examinar la forma como se avanza en tal sentido.

Los marcos de cualificaciones además de “colaborar en los esfuerzos de reencauzar la Educación Superior hacia los resultados de aprendizaje, en vez de la visión tradicional enfocada en los

contenidos, profesores, infraestructura e insumos, permitiendo ayudar así al giro de la lógica de la enseñanza a la lógica del aprendizaje” aspiran a “impulsar la innovación curricular enfocándose en los resultados de aprendizaje esperados”.

Se propone el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como una estrategia metodológica efectiva de aplicación del Marco de Cualificaciones de la Educación Superior Centroamericana (MCESCA). Surgen algunas interrogantes: ¿Cómo integrar estos resultados de aprendizaje en el currículo universitario?, ¿Cómo llevar este marco a su fase operativa en el aula?, ¿Cómo alcanzar una aplicación progresiva de estos resultados de aprendizaje?, ¿Cómo innovar e incorporar estos resultados de aprendizaje para el diseño y ejecución de una iniciativa de ABP con un enfoque interdisciplinario?

Palabras clave: MCESCA, ABP, innovación, resultados de aprendizaje, interdisciplinariedad

Abstract

The World Higher Education Conferences (WHECs), the Bologna Process, and the qualification frameworks of university-level higher education institutions have, through their institutional policies and plans, fostered a reorientation of their activities to fulfill the commitment to the ongoing pursuit of academic excellence. Institutional regulations provide guidelines and orientations aimed at examining how progress is being made in this regard.

Qualification frameworks, in addition to “contributing to efforts to reorient Higher Education toward learning outcomes rather than the traditional focus on content, faculty, infrastructure, and inputs, thereby helping to shift from a teaching-centered to a learning-centered approach,” also aim to “drive curricular innovation by focusing on expected learning outcomes.”

Project-Based Learning (PBL) is proposed as an effective methodological strategy for implementing the Central American Higher Education Qualifications Framework (MCESCA). Several questions arise: How can these learning outcomes be integrated into the university curriculum? How can this framework be put into operational practice in the classroom? How can a progressive implementation of these learning outcomes be achieved? How can we innovate and

incorporate these learning outcomes into the design and execution of a PBL initiative with an interdisciplinary approach?

Keywords: MCESCA, PBL, innovation, learning outcomes, interdisciplinarity

Introducción

La Conferencia Mundial de Educación Superior (CMES) celebrada en París, del 5 al 8 de julio de 2009, entre varios aspectos, señala la meta de cultivar en los alumnos el pensamiento crítico e independiente y la capacidad de aprender a lo largo de toda la vida.

A partir del Proceso de Bolonia los marcos de cualificaciones se valoraron en muchos países: Canadá, Australia y Nueva Zelanda, Chile, Colombia y México; quienes trabajaron y realizaron esfuerzos en este campo.

En una iniciativa operativa para ofrecer las cualificaciones que se señalarán en la Declaración Mundial de la Educación Superior (1998), el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA), en colaboración con el Proyecto Alfa – PUENTES publicó en 2013, el MCESCA, como una propuesta regional orientada a plantear resultados de aprendizaje esperados. Es decir, enunciados de lo que se espera que un estudiante comprenda, sepa o sea, una vez concluye sus estudios a nivel de licenciatura, maestría y doctorado.

Esta publicación indicaba que una de las ventajas de los marcos de cualificaciones es “colaborar en los esfuerzos de reencauzar la Educación Superior (ES) hacia los resultados de aprendizaje, en vez de la visión tradicional enfocada en los contenidos, profesores, infraestructura e insumos, permitiendo ayudar así al giro de la lógica de la enseñanza a la lógica del aprendizaje” (p. 12).

Cinco (5) años después, el CSUCA (2018) publica el MCESCA: resultados de aprendizaje para los niveles técnico superior universitario, bachillerato universitario, licenciatura, maestría y doctorado. El documento incorpora dos (2) niveles no atendidos y hace una revisión de tres (3) niveles de la primera edición. A juicio de Oyueda Sánchez *et al.* (2022) se buscaba “innovar las carreras universitarias en Centro América, estableciendo las relaciones entre los componentes curriculares de los perfiles de egreso con los propuestos por el MCESCA, para luego convalidar y rediseñarlos”.

El MCESCA (2018) aspiraba a: “impulsar la innovación curricular enfocándose en los resultados de aprendizaje esperados” los cuales explican integralmente los conocimientos, habilidades y actitudes que los estudiantes deben adquirir durante su proceso formativo. Estos resultados adquieren valor en la medida en que son observables o medibles.

Al respecto de la competencias y los resultados de aprendizaje existen visiones distintas con respecto al alcance de cada una. A partir de su análisis, Oyueda Sánchez *et al.* (2022) sostienen que los perfiles de egreso de las carreras enlistan las competencias específicas profesionales relacionadas con los conocimientos e instrumentos metodológicos específicos y fundamentales en la profesión e indispensables en el desempeño profesional.

Con la reafirmación del desafío de la CMES (2019) (pues ya en 1998 la Conferencia Mundial se había pronunciado), las instituciones de ES universitaria han propiciado, a partir de sus políticas y planes institucionales, la re - orientación de su quehacer a fin de dar cumplimiento a este compromiso, que aspira atender las necesidades y demandas sociales en el nuevo escenario nacional, regional y mundial en el que están inmersas, esto es: la búsqueda permanente de la excelencia académica.

Al respecto de la Universidad de Panamá en su Plan de Desarrollo Institucional (PDI, 2012, 2017, 2022), se reafirma el compromiso con la innovación, al igual que en las políticas institucionales (2004, 2012, 2016), especialmente en el aula.

Desde la normativa institucional se hace clara las directrices / orientaciones institucionales encaminadas a examinar la forma como se dictan los cursos universitarios, entre ellos los de Estadística y su vinculación con otros cursos como: Metodología de Investigación Social, Metodología de Investigación, Presupuesto, Programación y Control Presupuestario y Viabilidad de Proyectos; entre otros.

De acuerdo a Cabrera L. *et al.* (2021), citando a Prieto *et al.* (2016), se concibe el *aula invertida* como una metodología capaz de propiciar el aprendizaje de los estudiantes a través de distintos contextos, estrategias metodológicas, etc. Pero también se conceptualiza, citando a (Basso *et al.*, 2018; Fonseca y Melo, 2019), “como la inversión de roles desempeñados en el aula, por ello, el profesor toma el papel secundario como orientador del aprendizaje y el estudiante adquiere el rol protagónico, aprendiendo con autonomía en un ambiente que no solo es el aula”.

En su investigación Mingorance *et al.* (2017) hallaron que hubo diferencias significativas en el promedio de calificaciones de los estudiantes que aprenden con una metodología invertida obteniendo mejores puntuaciones que los estudiantes con una metodología tradicional. Los autores usaron un modelo híbrido de aula invertida con la perspectiva de alterar la perspectiva tradicional del tiempo de trabajo en el aula.

Por su parte Legrá Pérez *et al.* (2023) al respecto de estimular la investigación en la asignatura Metodología de Investigación Científica proponen, la metodología de aprender haciendo (Learning by doing), basada en la práctica y la realización de actividades que permitan aplicar los contenidos en un contexto real.

Argumentan que la Metodología de Aprender Haciendo es una estrategia alternativa donde cada estudiante es agente de su propio conocimiento. Concebida para incentivar el trabajo creativo y autónomo y la sensibilidad para solucionar problemas de la propia realidad a nivel local.

Proponen una interacción simultánea y dinámica entre docente y estudiante, como también entre estudiantes. No pone barreras al aprendizaje, se apela a una forma natural de aprendizaje de nuevos conocimientos y desarrollo de nuevas habilidades. Se vislumbra esta metodología como simulaciones elaboradas que presentan situaciones reales.

Plantean que: “su puesta en práctica no sólo rompe con las estructuras tradicionales, genera conocimiento en cada momento y ayuda a enfrentarse a retos, tanto individuales como grupales, para que el estudiante despliegue y avive su espíritu por aprender, su curiosidad, su afán por superarse, su creatividad. La ES necesita introducir métodos pedagógicos basados en el aprendizaje para formar graduados que aprendan a aprender y a emprender. Es necesario promover el espíritu de indagación, de manera que el estudiante esté dotado de las herramientas que le permitan la búsqueda sistemática y permanente del conocimiento; lo cual implica la revisión de los métodos pedagógicos vigentes, trasladando el énfasis puesto actualmente en la transmisión del conocimiento hacia el proceso de su generación. De este modo los estudiantes adquirirán los instrumentos para aprender a aprender, a conocer, a convivir y a ser”. Terminan proponiendo un Concurso de Ideas Innovadoras para una puesta en práctica de su visión.

Vilá Baños *et al.* (2014) aluden que la ES debe capacitar al alumnado para producir conocimiento, aplicar habilidades y seguir aprendiendo a lo largo de su carrera profesional. Adicionan otra capacidad, citando a Miyahira (2009), la capacidad de investigación. Citando a Guerrero (2007) adicionan la investigación formativa (enfoque de metodología docente - enseñanza a través de la investigación) como “una actividad con capacidad para fomentar las capacidades ligadas a la investigación, diferenciándola de la formación en investigación (enfoque curricular).

Sostienen, citando a Restrepo (2003) que “en la sociedad del conocimiento, la calidad de la ES está íntimamente asociada con la práctica de la investigación, práctica que se manifiesta de dos maneras: enseñar a investigar y hacer investigación”. Así pues, apuestan por la innovación a través

de proyectos vistos como estrategia de aprendizaje (no enfocándose en el proyecto en sí, sino en todo el proceso que involucra su realización), esto es el ABP, pues pone en práctica el trabajo colaborativo, la toma de decisiones, la capacidad de comunicarse; entre otras. No dejan de advertir que en los títulos de Grado (a nivel de Licenciatura) las oportunidades para desarrollar investigaciones formativas son abundantes.

Se rescata la perspectiva de Jano Salagre y Ortiz Serrano (2007), quienes después de una revisión de los trabajos de importantes investigadores de la docencia en estadística, coinciden en señalar que para hacer más grato y eficaz el aprendizaje en estadística, los docentes deben:

Presentar la asignatura como una herramienta en el desarrollo de pensamiento crítico y en el estudio de la realidad,

Preparar al estudiante más allá del conocimiento teórico, en destrezas y habilidades para aplicar las herramientas estadísticas a la solución de problemas del diario vivir y del ejercicio profesional, y a utilizar las nuevas tecnologías.

Guiar al estudiante para que asuma un papel protagónico en su aprendizaje, Favorecer enfoques en los que se usan metodologías activas y de colaboración entre los estudiantes que conduzcan a aprender a través de la acción.

Promover la cooperación y coordinación entre profesores para renovar los recursos docentes, los métodos evaluación y el uso de nuevas tecnologías para adecuarlos al nuevo escenario.

Las experiencias en distintos niveles de formación, publicadas por un significativo número de investigadores dan cuenta de la importancia de la elaboración de proyectos estadísticos en el aula, como una alternativa para que los estudiantes puedan abordar los contenidos estadísticos en el contexto de su campo del saber y de los problemas que despiertan su interés como ciudadanos.

Anderson y Loynes (1987), citados por Batanero y Díaz (2011), señalan que las principales razones para la inclusión de proyectos en las clases de estadística es que su contenido conceptual es inseparable de sus aplicaciones, y su utilidad está en la resolución de problemas externos a ella

misma. En el desarrollo del curso de Estadística, es importante que los estudiantes puedan diferenciar entre saber y ser capaces de aplicar este conocimiento.

Se ha encontrado, que en un enfoque aplicado de la enseñanza de la Estadística, los proyectos estadísticos aumentan la motivación de los estudiantes. Sobre todo si se utilizan problemas y datos contextualizados a la especialidad de formación de los estudiantes, donde él personalmente elige el tema de estudio de acuerdo a sus intereses o curiosidad científica, y no es el resultado de la selección del profesor.

A partir de los hallazgos, se propone el ABP como una estrategia metodológica efectiva de aplicación del MCESCA. De allí surgen algunas interrogantes: ¿Cómo integrar estos resultados de aprendizaje en el currículo universitario?, ¿Cómo llevar este marco a su fase operativa en el aula?, ¿Cómo alcanzar una aplicación progresiva de estos resultados de aprendizaje?, ¿Cómo innovar e incorporar estos resultados de aprendizaje para el diseño y ejecución de una iniciativa de ABP con un enfoque interdisciplinario?

Desarrollo

A fin de dar sustento a nuestra hipótesis y responder a las interrogantes, se establece un procedimiento con cinco (5) fases. Para cada fase se establecen evidencias o resultados esperados. (Figura 1 y Tabla 1)

Figura 1

Fases para el desarrollo de la propuesta con enfoque ABP



Tabla 1

Resultados esperados en cada fase del proyecto ABP

Fases	Descripción	Evidencias / Resultados Esperados
1. Análisis	Evaluación del contexto curricular	Diagnóstico
	Identificación de asignaturas vinculantes	Mapa de asignaturas y contenidos
2. Definición	Elección del curso huésped	Justificación del curso huésped
	Visión del enfoque ABP - MCESCA 2018	Diagrama y síntesis
3. Diseño	Resultados de aprendizaje específicos	Resumen de resultados de aprendizaje a partir del MCESCA 2018
	Elaboración del módulo que enmarca el proyecto (curso huésped)	Plan del módulo
4. Planificación	Elaboración de guías para la planificación, elaboración y presentación.	Guías
	Elaboración de plan de evaluación del desempeño	Matriz de evaluación

5. Implementación	Ejecución del proyecto con estudiantes y profesores aliados	Evidencias del proceso
6. Cierre y Reflexión	Resultados obtenidos	Informe de resultados y aprendizajes logrados

Los planes de estudio vigentes en los programas de Licenciatura objeto de estudio e involucradas en la propuesta, desde sus orígenes habrían sufrido un proceso de actualización cada una. No se toma en consideración el plan 2025 de ambas carreras que apenas están completando el primer año de ejecución. Se analizan los objetivos (Tabla 2) de estas carreras (como aproximación a la misión institucional) y los perfiles de egreso (Tabla 3) como un acercamiento a los resultados de aprendizaje del MCESCA. (Oyueda, Barahona y Villagrán, 2022)

Tabla 2

Objetivos de las carreras de Licenciatura en Administración de Mercadeo, Promoción y Ventas y Licenciatura en Ingeniería de Operaciones y Logística Empresarial

Licenciatura en Administración de Mercadeo, Promoción y Ventas 2015	Licenciatura en Ingeniería de Operaciones y Logística Empresarial 2010
Formar de manera integral Licenciados en Mercadeo, Promoción y Ventas que contribuyan al desarrollo del país en el campo comercial, con dominio de las competencias académicas profesionales del más alto nivel con sentido ético y moral al servicio de la sociedad.	Formar profesionales altamente capacitados en el área de la ingeniería de operaciones y la logística de las empresas, para dotar al educando con los conocimientos teóricos y prácticos. Utilizar herramientas tecnológicas en la solución de problemas. Fomentar los valores cívicos, morales y espirituales. Capacitar a los estudiantes en el uso óptimo de los recursos de la organización mediante la aplicación de nuevos conceptos, métodos y técnicas de operaciones y logística empresarial. Desarrollar labores de extensión, difusión e investigación a través de las actividades formativas en el campo empresarial.

Tabla 3

Perfil de egreso de las carreras de Licenciatura en Administración de Mercadeo, Promoción y Ventas y Licenciatura en Ingeniería de Operaciones y Logística Empresarial

Licenciatura en Administración de Mercadeo, Promoción y Ventas - 2015 Perfil de Egreso	Licenciatura en Ingeniería de Operaciones y Logística Empresarial - 2010 Perfil de Egreso
Se fundamenta en las competencias básicas, genéricas y específicas de los diferentes dominios del accionar personal, profesional y social. Es un profesional que responde a la realidad del continuo y rápido cambio del gusto e intereses de los consumidores, dada su preparación consecuente con un enfoque basado en el mantenimiento y consolidación de las relaciones con el cliente a través del tiempo. Está capacitado para planear, evaluar, analizar e identificar las necesidades, deseos del mercado con estrategias que les proporciona el marketing.	Al finalizar la carrera el estudiante será capaz de: Analizar los sistemas y procesos productivos en empresas manufactureras y de servicios. Diseñar y evaluar proyectos de inversión de capital. Establecer y controlar los costos de manufactura y servicios. Diseñar y ejecutar los planes de seguridad e higiene en el área de trabajo. Establecer estándares de producción y evaluar el desempeño de los trabajadores.

En ambos casos el norte de estos programas de licenciatura parece, en la letra, guardar relación con la misión, políticas y PDI.

Para evaluar el contexto curricular, se analizaron los cursos de interés para el ABP dentro del pensum de cada carrera, se identificaron las fortalezas (por los contenidos que atienden) para la planificación, elaboración y presentación del proyecto. Como resultado, se identificó que las cátedras afines, de las cuales se requeriría apoyo serían: Estadística, Metodología de Investigación Social, Metodología de Investigación, Presupuesto, Programación y Control Presupuestario y Viabilidad de Proyectos. (Tabla 4)

Tabla 4

Contexto de asignaturas vinculantes al proyecto para la Licenciatura en Ingeniería de Operaciones y Logística Empresarial – Plan 2010

Estadística EST 451	Metodología de investigación AE 524	Programación y control presupuestario AE 603	Viabilidad de proyectos AE 803
Es el segundo curso de Estadística en esta licenciatura. En el pensum diurno, se dicta durante el 2do semestre, del II año de la carrera . Los estudiantes, al cursar esta asignatura, deben haber aprobado EST 351 (dictada en 1er semestre de II año) y todavía no han tomado el curso de Metodología de la Investigación.	Se dicta en el 1er semestre del III año .	El tema presupuestario es impartido a estos estudiantes en el curso Programación y Control	Se dicta en 2do semestre del IV año .

Estadística EST 451	Metodología de investigación AE 524	Programación y control presupuestario AE 603	Viabilidad de proyectos AE 803
		Presupuestario, previsto para el 2do semestre del III año.	

En la Licenciatura en Investigación de Operaciones y Logística Empresarial - 2010, los estudiantes deben tomar los cursos de Estadística sin contar con conocimientos de Metodología de Investigación, Programación y Control Presupuestario y Viabilidad de Proyectos. (Tabla 5)

Tabla 5

Contexto de asignaturas vinculantes al proyecto para la Licenciatura en Gerencia de Mercadotecnia, Promoción y Ventas – Plan 2015

Estadística EST 220	Metodología de investigación social AE 213	Presupuesto NCAP 0016
La asignatura Estadística para Administración de Empresas II (EST 220), se planifica para el 2do semestre, del II año. Como pre - requisito es necesario haber aprobado el curso Estadística para Administración de Empresas I (EST 214 dictada en 1er semestre de 2do año).	Los estudiantes toman el curso de Metodología de Investigación Social AE 213 paralelamente al curso de EST 214 en 1er semestre de 2do año.	El tema presupuestario es impartido a estos estudiantes en el 2do semestre del I año.

Al respecto de la Licenciatura en Gerencia de Mercadotecnia, Promoción y Ventas – 2015 se toma el primer curso de Estadística, paralelo al curso de Metodología de Investigación Social y ya han tomado el curso de Presupuesto.

En ambas ofertas se dictan dos (2) cursos de Estadística y un (1) curso de Metodología de Investigación y uno (1) en temas inherentes a Presupuesto.

Se percibe un desfase en la dosificación curricular de cursos vinculados al proyecto. Como se trabaja con las condiciones existentes, es decir, cursos y sujetos de estudio observados en su contexto natural sin alterar su entorno, se concluye que el curso de Estadística 2 (dictado en segundo semestre) es el apropiado para seleccionarse como curso huésped, pues facilita la

construcción de la propuesta por los contenidos que debe atender según el plan oficial de la asignatura. (Tabla 6)

En una alianza estratégica, se adicionan docentes con experiencia en las cátedras afines. La estrategia no puede identificarse como un curso colegiado, pues éste es un sistema de enseñanza (de diseño formal con carga horaria específica para cada docente) en el que dos o más profesores participan de manera integrada en la planificación, ejecución y evaluación de una asignatura para alcanzar un perfil de egresado específico, fomentando el trabajo colaborativo entre docentes para mejorar la calidad educativa.

Tabla 6

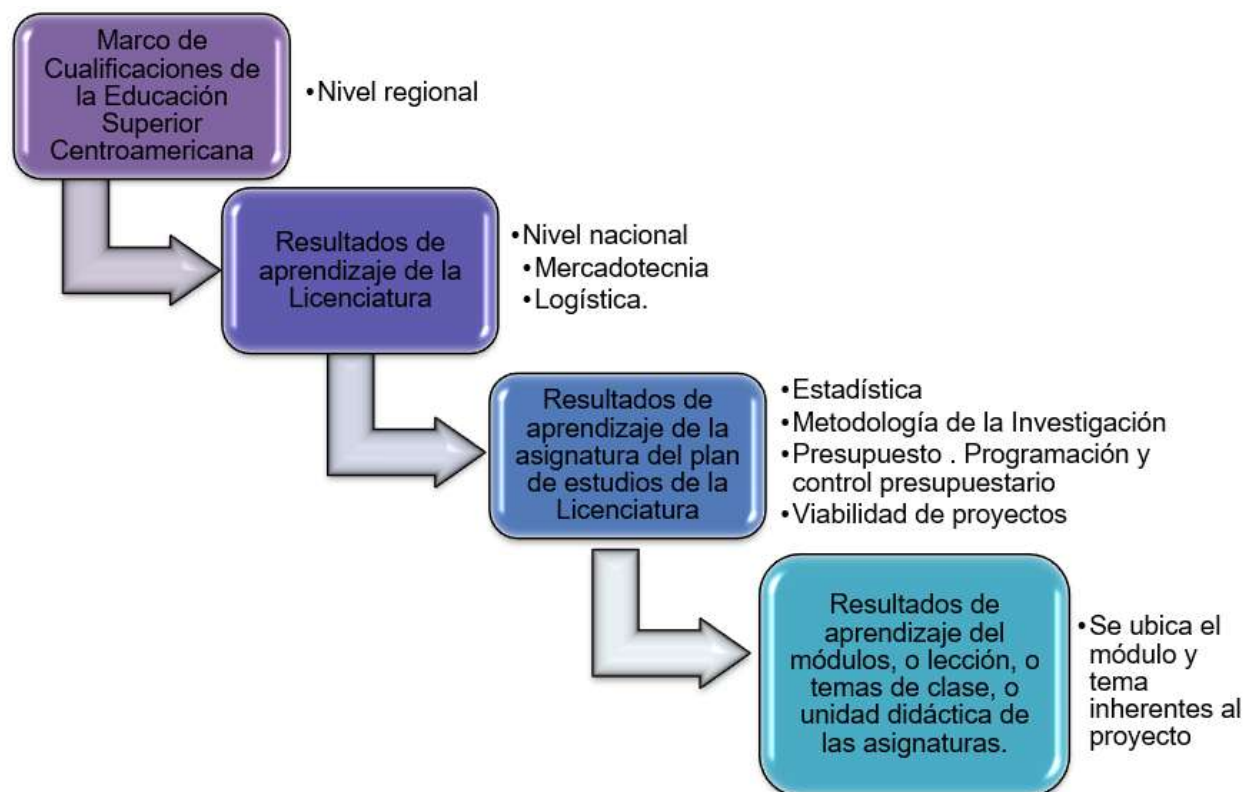
Asignaturas vinculadas y contenidos que demanda el proyecto

Curso Huésped del Proyecto	Contenido	Estrategia Metodológica	Asignaturas vinculadas y contenidos que demanda el proyecto
Estadística II – EST 451	Teoría de muestreo	Presentación de un proyecto logístico en que se aplica el uso de teoría de muestreo:	Estadística I – ECO 351 Módulo: Investigación estadística, diseño de cuestionarios Metodología de investigación – AE 524 Módulo: Protocolo de investigación Programación y control presupuestario – AE 603 Módulo: Proceso de formulación de presupuestos Viabilidad de proyectos – AE 803 Módulo: Elementos conceptuales y preparación de un proyecto
Estadística para Administración de Empresas II – EST 220	Teoría de muestreo	Presentación de un proyecto de mercadotecnia en que se aplica el uso de teoría de muestreo:	Estadística para Administración de Empresas I – EST 214 Módulo: Investigación estadística, diseño de cuestionarios Metodología de investigación social AE 213 Módulo: Proceso de investigación mixto Módulo: Proyecto de investigación para toma de decisiones Presupuesto NCAP 0016 Módulo: Metodología para la elaboración de presupuesto

Al respecto del MCESCA y la iniciativa ABP se desdoblán los resultados de aprendizaje desde el nivel regional hasta el nivel de curso a nivel de licenciatura. (Figura 2)

Figura 2

Desdoblamiento de los resultados de aprendizaje desde el MCESCA hasta en curso a nivel de licenciatura



Se visualizó y alineó el contenido de los cursos involucrados en el ABP, con el MCESCA para el nivel de licenciatura, a fin de identificar los resultados de aprendizaje que se esperarían de parte de los estudiantes, en la planificación, elaboración y presentación de los proyectos bajo la iniciativa ABP.

De los resultados de aprendizaje propuestos en el MCESCA, a nivel de licenciatura, se identifica que coexisten directamente en los cursos de Estadística, Presupuesto, Metodología de la Investigación, Presupuesto y Viabilidad de Proyectos los siguientes (Tabla 7):

Tabla 7

Síntesis de resultados de aprendizaje del MCESCA 2018 que coexisten en los cursos y/o temas inherentes al proyecto con ABP

Descriptor	Resultados de aprendizaje esperados MCESCA	Resultados de aprendizaje que se demandarán en temas de Estadística, Presupuesto, Metodología de la Investigación, Presupuesto y Viabilidad de Proyectos
Saberes disciplinarios y profesionales	Comprende en forma crítica el cuerpo conceptual, metodológico, procedimental y normativo, que le permite el ejercicio de su profesión en el contexto nacional e internacional. Demuestra conocimientos como cultura humanística y derechos fundamentales, ambiente, entre otros que le brindan una visión amplia de su profesión, de las relaciones de esta con otros saberes y de su entorno. Muestra conocimiento sobre el riesgo de desastres en el campo de su especialidad y propone soluciones para reducirlo. Muestra conocimiento sobre el riesgo de desastres en el campo de su especialidad y propone soluciones para reducirlo. Identifica oportunidades y riesgos para la innovación y adaptación de conocimientos y tecnologías para resolver problemas.	Sabe aplicar sus conocimientos atendiendo al contexto, en particular el diagnóstico de una situación en Mercadotécnica o en Investigación de Operaciones y Logística Empresarial para la elaboración y presentación de un proyecto.
Aplicación de conocimientos, análisis de información y resolución de problemas e innovación	Demuestra pensamiento crítico, actitud investigativa y rigor analítico en el planteamiento y la resolución de problemas complejos. Aplica los conocimientos de su disciplina en la elaboración, fundamentación y defensa de argumentos para prevenir y resolver problemas complejos en su campo profesional, identificando y aplicando innovaciones. Propone e implementa nuevos procedimientos y metodologías aplicables a la solución de problemas complejos y mejora de su campo profesional. Toma decisiones profesionales con base en fundamentos teóricos, datos e información pertinente, válida y confiable. Demuestra destreza y habilidad en la selección, uso y adaptación de herramientas metodológicas, tecnológicas, equipos especializados y en la lectura e interpretación de datos, pertinentes al contexto de su ejercicio profesional.	Correlaciona y se apropia de los contenidos y técnicas, herramientas y procedimientos de otras asignaturas para construir un proyecto de intervención en su campo de especialidad. Aplica críticamente lo procedente de cada asignatura involucrada para contribuir a la construcción de la propuesta. Se apropia del conocimiento adquirido a través de la construcción de su propuesta y el desarrollo de actividades.
Autonomía con responsabilidad personal, profesional y social	Demuestra responsabilidad y autonomía profesional en la determinación de resultados personales y laborales de acuerdo a su función tomando como referencias las normativas legales y éticas de su campo profesional. Identifica sus necesidades de actualización, capacitación y formación, durante su proceso formativo y en el ejercicio profesional, y busca los medios para cubrirlas por medios formales e informales, nacionales e internacionales, presenciales y en línea. Evalúa su desempeño profesional con base en referentes de calidad, nacionales e internacionales, y la incidencia de sus decisiones en los aspectos humanos, sociales, ambientales y de reducción de riesgos. Emprende proyectos profesionales para la generación de negocios y para el beneficio social con criterios de pertinencia, calidad, innovación y sustentabilidad.	Identifica problemas de su quehacer ciudadano y profesional en los que es posible desarrollar su proyecto. Se compromete y se apropia de las tareas asignadas para la elaboración del proyecto.

Descriptor	Resultados de aprendizaje esperados MCESCA	Resultados de aprendizaje que se demandarán en temas de Estadística, Presupuesto, Metodología de la Investigación, Presupuesto y Viabilidad de Proyectos
Comunicación	Comunica a diversos públicos, información de su campo profesional, en varios lenguajes y formatos de manera asertiva, clara, rigurosa y precisa, con el uso apropiado de recursos tecnológicos. Se comunica correctamente en su lengua oficial y utiliza una lengua extranjera con el dominio requerido para el ejercicio de su profesión. Utiliza tecnologías digitales para el manejo e interpretación de datos e información de forma apropiada a su nivel y su profesión.	Aplica los contenidos de las asignaturas involucradas a un caso real de la especialidad. Trabaja activamente de forma individual y colectiva para el logro de los objetivos. Incorpora a su lenguaje expresiones propias del proceso que adelanta.
Interacción profesional, cultural y social	Demuestra habilidades colaborativas y cooperativas en el campo profesional, cultural y social. Lidera y colabora proactivamente en equipos de trabajo y en comunidades profesionales para el logro de objetivos y mejoramiento de la calidad de vida. Muestra respeto hacia la diversidad en todas sus manifestaciones y contribuye al bien común. Participa en redes de colaboración que fortalezcan su campo profesional.	Exterioriza una actitud positiva ante el trabajo en equipo y la distribución de tareas, en un ambiente de respeto a la opinión de los demás y contribuyendo a mejorar la eficiencia del grupo y asumiendo mayor responsabilidad por el aprendizaje propio.

Fuente: CSUCA (2013). MCESCA. Pág.

Así pues, se elabora una propuesta de planeamiento del módulo de muestreo del curso de Estadística de segundo semestre (en ambas licenciaturas), referida a las asignaturas y contenidos específicos vinculantes a la propuesta. A modo de ejemplo, se presenta el planeamiento de la asignatura EST 451 (Módulo de Muestreo, Tabla 8)

Tabla 8

Planeamiento del curso de Estadística – Módulo de Muestreo apoyado en el ABP

Nombre de la asignatura	Estadística II EST 451	Estadística para Administración de Empresas II EST 220
Prerrequisitos	EST 351	EST 214
Duración	4 Semanas	
Nombre del módulo	Teoría del muestreo	
Objetivo	Provee herramientas estadísticas de muestreo para el diseño y desarrollo de proyectos e investigaciones	
Vínculos con el pensum - Asignaturas vinculadas	Metodología de la investigación Presupuesto - Programación y control presupuestario Viabilidad de proyectos	
Tipo(s) de estrategia(s) metodológica(s)	Tutorías por grupos de trabajo Análisis de casos reales a través de informes de la ejecución de proyectos y resultados de investigación.	

	Uso de TIC'S, hojas de cálculo, como herramientas de apoyo a cálculos estadísticos.
Resultados de aprendizaje con base en descriptores	Identifica problemas de su quehacer ciudadano y profesional en los que es posible aplicar teoría de muestreo. Analiza el tipo de población que va a estudiar y es capaz de decidir el tipo de muestreo más apropiado a la población identificada en el contexto de su investigación. Calcula el tamaño de muestra, a partir de la información con que cuenta y sabe establecer y modificar los valores necesarios para su cálculo (nivel de confianza y errores de estimación). Incorpora a su lenguaje expresiones estadísticas de la teoría de muestreo. Consolida el uso de las hojas de cálculo, internet y la calculadora científica en un ambiente de proyectos. Exterioriza una actitud positiva ante el trabajo en equipo y la distribución de tareas, en un ambiente de respeto a la opinión de los demás y contribuyendo a mejorar la eficiencia del grupo y asumiendo mayor responsabilidad por el aprendizaje propio.
Contenido	1. Introducción al muestreo 2. Tipos de Muestreos Probabilísticos. Características. - Muestreo Aleatorio Simple. - Muestreo Estratificado - Muestreo por Conglomerado 3. Muestreo Aleatorio Simple - Tamaño de muestra, selección de la muestra, estudio de la muestra, estimación puntual y por intervalo
Método de evaluación	Prueba semestral
Evaluación / ponderación	Calificación del ABP * 30%

Nota: Adaptado de Burger – Menzel, B. (2013). El Marco Nacional de Calificaciones para la Educación Superior de Alemania: Impacto institucional. La perspectiva de las universidades alemanas.

A inicio del segundo semestre, se les distribuye una guía accesible desde el aula virtual a todos los estudiantes matriculados en el curso de Estadística con las siguientes instrucciones del proyecto apoyado en el ABP: (Tabla 9)

Tabla 9

Guía para la planificación y elaboración del proyecto apoyado en el ABP

Criterios de planificación y elaboración del proyecto	Logrado	No logrado
Se formarán equipos de investigación a discreción de los estudiantes, de mínimo 3 y máximo 5 miembros. Cada grupo creado se concibe como un grupo de investigación con el propósito de experimentar el abordaje de problemas propios de la especialidad en todas las fases del proyecto.		
Todos los miembros del grupo deben documentar el proceso (construcción de bitácora) para mostrar evidencias de su trabajo a lo largo de la planificación, elaboración y presentación del proyecto.		
Para la evaluación de las propuestas se contará con el asesoramiento de especialistas en Metodología de la Investigación, Economía, Finanzas y Estadística.		
<u>Características del proyecto:</u>		

Criterios de planificación y elaboración del proyecto	Logrado	No logrado
1. Un caso real, orientado a atender problemáticas de sus respectivas especialidades. 2. El proyecto debe reflejar manejo de las herramientas básicas de teoría de muestreo, metodología de investigación, presupuesto y viabilidad de proyectos. 3. Contenido del proyecto: Título del proyecto. Antecedentes del problema de investigación que atenderá el proyecto. Pregunta (s) de investigación del proyecto (relación con el título y los antecedentes). Al menos 1 objetivo general y 2 objetivos específicos. Justificación del proyecto: qué se lograría si se ejecuta, qué ventajas hay en desarrollar un proyecto como éste, etc. Población sujeto de estudio (identificar claramente la población objetivo). Razones que justifican la utilización del muestreo y no del censo. Tipo de muestreo a utilizar y justificación de su elección. Cálculo del tamaño de muestra. Instrumento de recolección de información que se utilizaría cuando se ejecute la investigación. Justificación de su elección. Método de recolección de la información que se utilizaría cuando se ejecute la investigación. Sustentar su elección. Presupuesto tentativo de los recursos humanos y materiales.		
<u>Implementación (considerando un semestre entre 15 y 16 semanas de clases):</u> Las 4 primeras semanas serán destinadas a la organización con los especialistas de otras áreas y a la base conceptual - procedimental del curso huésped. Fecha de inicio de la planificación y elaboración: 5ta semana de clases. Se destinan 8 semanas del semestre al ABP. Fecha de presentación: dos (2) semanas antes de finalizar el semestre.		

Cada elemento del contenido de la propuesta se ligó al curso huésped y asignaturas de apoyo. (Tabla 10)

Tabla 10

Contenido para la presentación del proyecto apoyado en el ABP

Contenido para la Presentación del Proyecto	Vinculación con Asignatura del Pensum
Título del proyecto. Antecedentes del problema de investigación que atenderá el proyecto. Pregunta (s) de investigación del proyecto (relación con el título y los antecedentes).	Estadística Metodología de Investigación
Objetivo general y objetivos específicos.	Estadística Metodología de Investigación
Justificación del proyecto.	Metodología de Investigación
Población sujeto de estudio. Razones que justifican la utilización del muestreo y no del censo.	Estadística

Contenido para la Presentación del Proyecto	Vinculación con Asignatura del Pensum
Identificación del tipo de muestreo y justificación de su elección. Cálculo del tamaño de muestra. Instrumento de recolección de información que se utilizaría cuando se ejecute la investigación. Justificación de su elección. Método de recolección de la información que se utilizaría cuando se ejecute la investigación. Sustentar su elección.	
Presupuesto tentativo de los recursos humanos y materiales.	Presupuesto Viabilidad de Proyectos

El rol de los profesores *adscritos voluntariamente* a la iniciativa es de asesoramiento del curso huésped y tutorías a los estudiantes de este curso: en el diseño y elaboración de la propuesta y en el acompañamiento del ABP. El papel del docente fue dinamizador y orientador, con reuniones de trabajo con los estudiantes y con el docente a cargo del curso huésped.

Los proyectos en ambas licenciaturas fueron abordados desde una tutoría y orientación interdisciplinaria para integrar perspectivas, donde las disciplinas, dan un paso más, interactúan y combinan sus enfoques. Se integran perspectivas desde la interacción, para comprender mejor un fenómeno complejo. La integración puede darse, por ejemplo, a nivel de métodos, herramientas, conceptos, teorías o perspectivas. Se visualiza que se puede lograr más en conjunto que individualmente (va más allá de la simple suma de sus partes). Resulta útil para los estudiantes de ES en cuanto al abordaje de proyectos de esta naturaleza con diferentes perspectivas. El profesorado desarrollaría el curso con profesores de otras disciplinas. Específicamente, se considera la formación del estudiante desde un enfoque integrador. (Utrecht University)

Los docentes orientaron y guiaron a los estudiantes desde su “expertice” y desde los contenidos de asignaturas de su especialidad, a fin de fortalecer la base conceptual, procedimental y práctica con que deberían contar los estudiantes para llevar adelante el planificación, elaboración y presentación del proyecto.

El perfil de los participantes se describe en las Figuras 3 y 4.

Figura 3

Número de estudiantes participantes en los proyectos con enfoque ABP y número de proyectos, por carrera

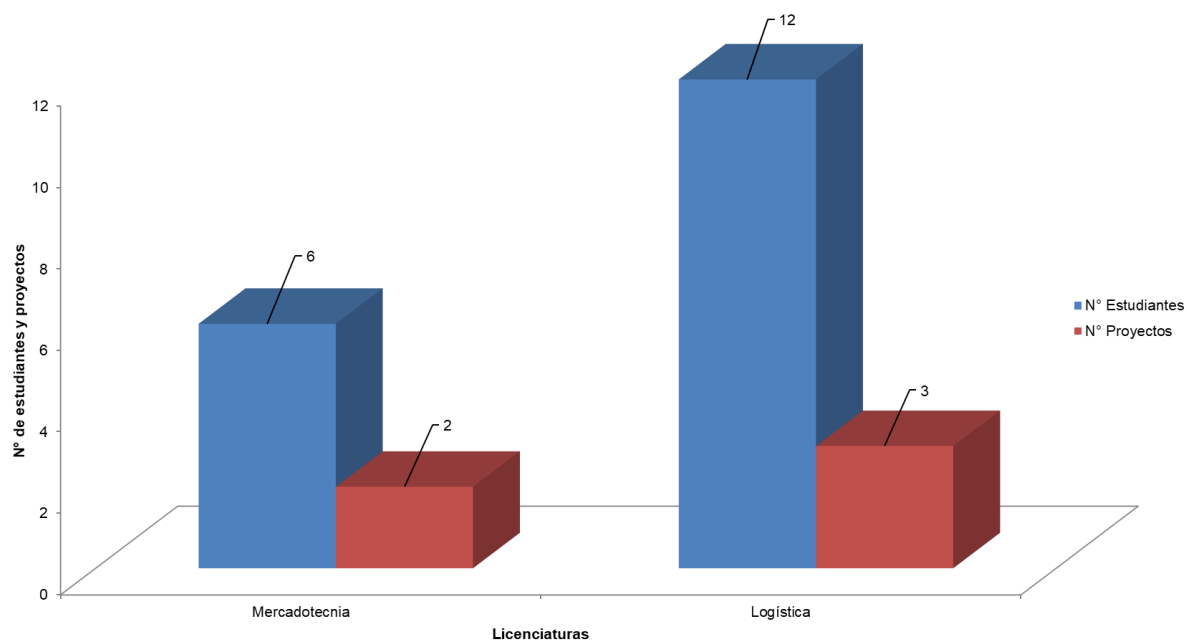
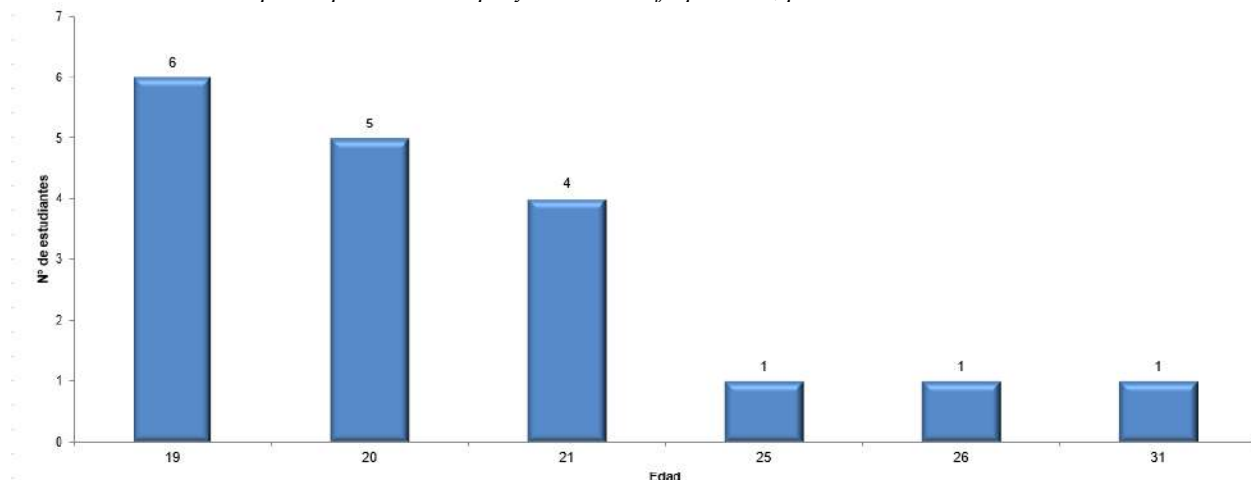


Figura 4

Número de estudiantes participantes en los proyectos con enfoque ABP, por edad



Durante el semestre se desarrollan talleres progresivos con evaluación sumativa referidos a los diferentes tópicos del proyecto, en cada etapa de maduración del proyecto (etapa 1 - 50% de avance y etapa 2 - 75% de avance). (Tabla 11)

Tabla 11

Guía de dosificación de la evaluación sumativa del proyecto apoyado en el ABP y del curso huésped

Semana	Etapas de maduración del Proyecto	Evaluación Sumativa	Contenido de la Evaluación	Asignatura a la que corresponde
6	1 - 50% de avance	Lab # 1	Título del proyecto. Antecedentes del problema de investigación que atenderá el proyecto. Pregunta (s) de investigación del proyecto (relación con el título y los antecedentes). Objetivo general y objetivos específicos. Justificación del proyecto.	Estadística Metodología de Investigación
7		Lab # 2	Población sujeto de estudio. Razones que justifican la utilización del muestreo y no del censo. Identificación del tipo de muestreo y justificación de su elección. Selección del tipo de muestreo de acuerdo al contexto del problema	Estadística
8		Lab # 3 Hasta aquí Parcial 1	Selección de la muestra a partir de un marco muestral	Estadística
9		Lab # 4	Cálculo del tamaño de muestra para estimar medias	Estadística
10		Lab # 5 Hasta aquí Parcial 2	Cálculo del tamaño de muestra para estimar proporciones	Estadística
11	2 – 75% de avance	Lab #6	Instrumento de recolección de información que se utilizaría cuando se ejecute la investigación. Justificación de su elección. Método de recolección de la información que se utilizaría cuando se ejecute la investigación. Sustentar su elección. Presupuesto tentativo de los recursos humanos y materiales	Estadística Presupuesto Viabilidad de Proyectos
12	Semana de preparación para la presentación del proyecto		Proyecto completo	Estadística Metodología de Investigación Presupuesto Viabilidad de Proyectos
13	Presentación del proyecto		Proyecto completo	Estadística Metodología de Investigación Presupuesto

Semana	Etapas de maduración del Proyecto	Evaluación Sumativa	Contenido de la Evaluación	Asignatura a la que corresponde
				Viabilidad de Proyectos

La evaluación formativa se monitorea, durante los encuentros con los profesores, a través de la construcción de una bitácora personal que debe elaborar cada estudiante, donde documentará las evidencias de su participación y progresos en la elaboración del proyecto. Igualmente, se estimulará la coevaluación entre miembros de grupo para monitorear los resultados de aprendizaje referidos al trabajo en equipo.

Para la construcción de indicadores de evaluación por resultados de aprendizaje se utiliza una adaptación de la propuesta de la Junta de Andalucía (2012) quien al respecto indica lo siguiente: “el planeamiento por competencias determina que las materias han de contribuir a la adquisición de estas, por lo tanto, los criterios de evaluación que se utilizan para valorar la consecución de los objetivos también han de servir de referencia para valorar la adquisición de las competencias”. (Figura 5)

Figura 5

Insumo para la construcción de indicadores de evaluación del ABP



Nota: <https://www.scribd.com/document/495610183/Guia-Buenas-Practicas-Docentes>

Durante la elaboración y presentación de los proyectos se utilizan descriptores e indicadores que se describen en las Tablas 12 y 13.

Tabla 12

Ponderación de indicadores para la elaboración y presentación del proyecto

Excelente 5	Bueno 4	Regular 3	Insuficiente 2
Cumple con los indicadores establecidos de forma completa, precisa y puntual. La elaboración y/o presentación evidencia claridad, profundidad conceptual y organización. Se incluyen todos los elementos solicitados con calidad superior.	Cumple con la mayoría de los indicadores. La elaboración y/o presentación es clara y organizada, aunque puede presentar pequeños errores o ausencias menores. El contenido es adecuado y demuestra comprensión del tema.	Cumple parcialmente con los indicadores. La elaboración y/o presentación presenta varios errores, omisiones o falta de claridad. La organización es débil y el contenido muestra comprensión limitada.	No cumple con los indicadores. La elaboración y/o presentación es incompleta, desorganizada o irrelevante. El contenido es superficial o incorrecto, y no refleja comprensión del tema.

Tabla 13

Descriptores e indicadores para la evaluación de las fases de elaboración y presentación del proyecto

Descriptores e indicadores de planificación y elaboración del proyecto escrito	Puntaje
SABERES DISCIPLINARIOS Y PROFESIONALES. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS, ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS E INNOVACIÓN. AUTONOMÍA CON RESPONSABILIDAD PERSONAL, PROFESIONAL Y SOCIAL. Tema Validez Impacto Propio de la especialidad	
INTERACCIÓN PROFESIONAL, CULTURAL Y SOCIA, COMUNICACIÓN. Trabajo en equipo Todos los miembros del equipo estuvieron implicados en la elaboración del proyecto	
SABERES DISCIPLINARIOS Y PROFESIONALES. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS, ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS E INNOVACIÓN. AUTONOMÍA CON RESPONSABILIDAD PERSONAL, PROFESIONAL Y SOCIAL Construcción del proyecto	

Descriptores e indicadores de planificación y elaboración del proyecto escrito	Puntaje
Título Antecedentes Pregunta de investigación Objetivo general Objetivos específicos Justificación Población Procedimiento de recolección y justificación ○ Tipo de muestreo y justificación ○ Cálculo del tamaño de muestra ○ Instrumento de recolección y justificación ○ Método de recolección y justificación ○ Presupuesto	
Descriptores e indicadores de presentación y sustentación del proyecto	Puntaje
INTERACCIÓN PROFESIONAL, CULTURAL Y SOCIAL. Imagen que proyecta el grupo. Los estudiantes adoptan: Un vestuario elegante y sobrio (sin excentricidades) Profesionalidad en el diseño de la presentación. Lenguaje fluido (sin muletillas, ni expresiones coloquiales). Gestos y lenguaje corporal propio de una presentación universitaria.	
SABERES DISCIPLINARIOS Y PROFESIONALES. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS, ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS E INNOVACIÓN. AUTONOMÍA CON RESPONSABILIDAD PERSONAL, PROFESIONAL Y SOCIAL. Contenido de la presentación Cada uno de los elementos técnicos del proyecto se comprenden claramente, sin dar cabida a dudas. El uso de la redacción técnica demuestra el nivel de los estudiantes en cuanto a los resultados de aprendizaje y del descriptor La argumentación demuestra que se maneja la vinculación de cada uno de los elementos del proyecto, no hay visibles rupturas en la coherencia interna durante la presentación. Se percibe el saber, aplicación, autonomía, comunicación e interacción profesional.	
COMUNICACIÓN. Capacidad de respuesta del grupo Actitud de seguridad (no timidez, ni temor, ni dudas) frente a las preguntas de los académicos que actuaron como monitores. Responden claramente las preguntas, de manera profesional.	
COMUNICACIÓN.	

Descriptores e indicadores de planificación y elaboración del proyecto escrito	Puntaje
Las preguntas de académicos y público presente son indicativos del nivel de interés y motivación despertada en el auditorio.	

Para efectos de evaluación final, se propone que el proyecto se pondere como un 100 % de la prueba semestral. En un primer ensayo, se aplicó una prueba tradicional semestral (durante el período oficial de exámenes) para comparar el rendimiento del estudiante con un método tradicional frente al ABP. Los resultados dejan evidencia los efectos del ABP como prueba semestral. (Tabla 14)

Tabla 14

Rendimiento de los estudiantes en el semestral tradicional frente al semestral con Aprendizaje Basado en Proyectos

Calificación	Semestral Tradicional	ABP como Prueba Semestral
0 a 60	14	3
61 a 70	1	
71 a 80	3	4
81 a 90		8
91 a 100		3

Algunos de los aprendizajes derivados de la incorporación del ABP como estrategia metodológica son:

Diseño y planeamiento deben ser realizado con tiempo de antelación al inicio del semestre en que se espera incorporarlo a las clases.

Es imprescindible un análisis de contexto curricular para identificar los contenidos que atenderá el proyecto basado en ABP.

Identificación de personal docente con interés en la interdisciplinariedad, historial de compromiso con la calidad académica y la innovación para alcanzarla.

La dosificación en paralelo o tardía en los planes de estudios del curso de Metodología de Investigación, representa una pérdida significativa en la formación integral de los estudiantes, particularmente en lo que respecta al desarrollo de competencias investigativas. Esta asignatura

guarda una relación estrecha y complementaria con la Estadística, constituyendo conjuntamente el eje metodológico que permite a los futuros profesionales abordar problemas desde enfoques mixtos: cualitativos y cuantitativos. Además, se limita la capacidad de los estudiantes para evaluar la viabilidad de proyectos, analizar dinámicas y generar propuestas basadas en evidencia empírica.

A pesar del contexto (contenidos dictados en diferentes niveles y con una dosificación que no propicia la iniciativa), el ABP estimuló la auto construcción del conocimiento por parte del estudiante. Los estudiantes estuvieron en mejor capacidad de elaborar los proyectos en cuanto se apropiaron de las ventajas de contar con asesoramiento en otras áreas distintas a las del curso huésped.

Los estudiantes fortalecieron sus proyectos en cuanto se crearon vínculos para enlazar los mismos a sus respectivas especialidades y el quehacer en el mercado laboral. Esto se logró a través de proveerles resultados de investigación y ABP reales referidos a sus respectivas carreras. Al desarrollar proyectos que abordaban problemas reales, los estudiantes se identificaron con el objeto de la profesión de su carrera y se fortalecieron habilidades investigativas.

Los cursos involucrados en esta propuesta son, entre otros, pilares metodológicos al momento de realizar ajustes curriculares y fortalecer el enfoque interdisciplinario y la mejora continua de los procesos curriculares en el marco de la innovación docente. Su inclusión y dosificación científica en los planes de estudio responde al principio de formar profesionales capaces de generar conocimiento pertinente, abordar problemas complejos desde múltiples enfoques y contribuir activamente al quehacer investigativo institucional. Esta articulación fortalece el perfil académico de los egresados y promueve una cultura de investigación alineada con la misión, políticas y objetivos estratégicos de la ES.

Aunque fue posible desarrollar el proyecto en un semestre académico, la ausencia de su incorporación formal en el plan de estudios y en la malla curricular, implica que el tiempo y la carga cognitiva sean identificados como factores de tensión.

Conclusiones

Luego de culminadas las fases de la propuesta, se infiere que, desde la academia es posible aplicar el MCESCA con el apoyo del ABP. La aplicación del MCESCA implicó innovación docente con miras a fortalecer la calidad de los programas educativos. El uso del ABP transformó la práctica docente. Indujo a los docentes involucrados a salir de su zona de confort, escapando de las metodologías habituales. Su aplicación demandó una interdisciplinariedad efectiva más allá de la malla curricular. Se requirió, creatividad pedagógica, una colaboración efectiva entre asignaturas. Se pasó de la letra a la acción, rompiendo paradigmas tradicionales. Implicó voluntariedad, disponibilidad, creatividad y trabajo coordinado de docentes.

En cada una de las disciplinas involucradas emergen desafíos propios de una estrategia innovadora que rompe con el rol tradicional docente. En particular, para el curso huésped, la experiencia indujo a la aplicación de los contenidos de las asignaturas a experiencias reales del quehacer profesional de los estudiantes.

A futuro, la iniciativa podría considerar procesos de maduración a lo largo de la carrera (con otros cursos como huésped). En tanto los estudiantes avanzan en sus estudios, podrían incorporar a estos proyectos algunos otros elementos de asignaturas propias de su formación, que afinen sus propuestas innovadoras.

En el ámbito de la logística y carreras afines la fusión de los conocimientos en viabilidad económica y/o financiera, presupuesto, estadística debería ser fundamental para el análisis crítico y la toma de decisiones informadas, como un componente estratégico para asegurar la coherencia curricular y fortalecer la calidad de la educación a nivel superior.

Esta iniciativa podría ser experimentada en los cursos de “Formulación y Evaluación de Proyectos” donde, por su complejidad disciplinaria, participan profesionales de distintas ramas.

Con esta iniciativa se aspiraría a que el egresado observe y perciba la realidad desde la complejidad tal cual ella es, y no desde enfoques reduccionistas disciplinarios que tiende a parcelar la realidad.

Desde la gestión académico – administrativa, se sugiere la incorporación formal del ABP en el plan de estudios y en la malla curricular (por ejemplo, cursos progresivos denominados Proyecto 1, Proyecto 2, entre otros.

Agradecimiento

Se agradece a las estudiantes partícipes en el primer ensayo del proyecto con enfoque ABP para el diseño de esta propuesta.

Declaración No conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en este artículo.

Referencias bibliográficas

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) (2013). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje*. Versión 1.0.

Batanero, C. y Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Proyecto EDU2010-14947 y becas FPI BES-2011-044684 y FPU AP20092807;(MCINN-FEDER), becas FPI BES-2008-003573 y FPU AP2007-03222 (MEC-FEDER) y Grupo FQM126. Junta de Andalucía.

Behar Gutiérrez, R. y Pere Grimas, C. (2001). Mil y una dimensiones del aprendizaje de la estadística. *Estadística Española*, 43 (148), 189 - 207.

- Burger – Menzel, B. (2013). *El Marco Nacional de Calificaciones para la Educación Superior de Alemania: Impacto institucional. La perspectiva de las universidades alemanas.*
- Conferencia Mundial sobre la Educación Superior "La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción" (9 de octubre de 1998). *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción y Marco de Acción Prioritaria para el Cambio y el Desarrollo de la Educación Superior.*
- Cabrera, S. Y., Rojas, E. M., Montenegro, D., y López, O. (2021). El aula invertida en el aprendizaje de los estudiantes: revisión sistemática. EDUTEC. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 77, 152-167. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.77.1967>
- Consejo Superior Universitario Centroamericano (2013). Marco de cualificaciones para la educación superior centroamericana. *Resultados de aprendizaje para licenciatura, maestría y doctorado.* Una aproximación desde la visión académica. Proyecto Alfa Puentes. Guatemala.
- Consejo Superior Universitario Centroamericano (2018). *Marco de cualificaciones para la educación superior centroamericana. Resultados de aprendizaje para los niveles técnico superior universitario, bachillerato universitario, licenciatura, maestría y doctorado.* Proyecto HICA - ERASMUS. Guatemala.
- Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad (2015 y 2010). *Planes de estudio y programas de asignaturas de las Licenciaturas en Ingeniería de Operaciones y Logística Empresarial y Licenciatura en Administración de Mercadeo, Promoción y Ventas.*
- Godino, J. D., Arteaga, P., Estepa, A., y Rivas, H. (2013). *Desafíos de la enseñanza de la estadística basada en proyectos.* En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 173-180). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la Investigación: Guía Para la Comprensión Holística de la Ciencia.* Venezuela: Quirón Ediciones.
- Jano Salagre, María Dolores y Ortiz Serrano, Salvador (2007). *Experiencia de innovación docente en estadística económica.* Red U. *Revista de Docencia Universitaria*, 2 http://www.redu.um.es/Red_U/2/
- Junta de Andalucía (2012). Guía sobre buenas prácticas docentes para el desarrollo en el aula de las competencias básicas del alumnado. Consejería de Educación. <https://www.scribd.com/document/495610183/Guia-Buenas-Practicas-Docentes>

- Legrá Pérez, N., Estrada Nelson, R.V., López Fernández, M., y Hernández de la Rosa, M.A. (2023). Ideas innovadoras para el desarrollo local desde la asignatura Metodología de la Investigación Científica. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(1), 588-595.
- Mingorance, A.C.; Trujillo, J.M.; Cáceres, P. y Torres, C. (2017). Mejora del rendimiento académico a través de la metodología de aula invertida centrada en el aprendizaje activo del estudiante universitario de ciencias de la educación. *Journal of Sport and Health Research*. 9 (supl 1), 129-136.
- Ordoñez-Cifuentes, Á. M. (2004). *Didáctica de la estadística*. Unidad de investigación y publicaciones. Universidad Rafael Landívar.
- Oyuela-Sánchez, L. Y., Barahona-Salgado, A., y Villagrán-Matzdorf, M. X. (2023). Relación entre el Plan de Estudios de Educación Básica para I y II Ciclo, Currículo Nacional Básico y MCESCA. Un análisis cualitativo de contenido de documentos normativos. *Revista Portal de la Ciencia*, 4(1), 1-19. Doi: <https://doi.org/10.51247/pdlc.v4i1.334>.
- Quinquer, D. (2004). *Estrategias metodológicas para enseñar y aprender ciencias sociales: interacción, cooperación y participación*. Íber 40, pp. 7-22.
- UNESCO (5-8 de julio de 2009). *Comunicado de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior - 2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*. París.
- Universidad Andrés Bello (s.f.). *¿Qué significa Multidisciplinario, Interdisciplinario y Transdisciplinario?* <https://www.uu.nl/en/education/educational-development-training/knowledge-dossiers>
- Universidad de Panamá (2022). *Plan de Desarrollo Institucional*. Aprobado en el Consejo Académico Ampliado, Aprobado en Consejo General Universitario No. 1-22 de 20 de abril de 2022
- Universidad de Panamá (2018). *Plan de Desarrollo Institucional*. Aprobado en el Consejo Académico Ampliado, Aprobado en Consejo General Universitario No. 2-18 de 4 de julio de 2018.
- Universidad de Panamá (2013). *Plan de Desarrollo Institucional*. Aprobado en el Consejo Académico Ampliado, según Acuerdo N° 24-13 de 18 de julio de 2013.



Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN L: 2313-7819

Vol. 13, N° 2 Julio–Diciembre 2026

pp. 67-97

Universidad de Panamá (2004, 2012, 2016). *Políticas Institucionales*. Aprobadas en Consejo General Universitario CGU N° 4 – 16 de 22 de marzo de 2016; en CGU N°5-12 de 2 de agosto de 2012; y en Consejo Académico CA-N°44-04 del 27 de octubre de 2004.

Utrecht University (s.f.). Multi-, inter- y transdisciplinariedad ¿qué es qué? <https://surl.li/dtdalj>

Vilá-Baños, R., Rubio-Hurtado, M. J. y Berlanga-Silvente, V. (2014). La investigación formativa a través del aprendizaje orientado a proyectos: una propuesta de innovación en el grado de pedagogía. *Innovación Educativa*, 24, 241-258.