



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE VERAGUAS
EXTENSIÓN UNIVERSITARIA DE SONÁ

ISSN L 2953 2981

**REA: REVISTA CIENTÍFICA
ESPECIALIZADA EN
EDUCACIÓN Y AMBIENTE**

Mayo – Octubre 2026
Vol. 5, Núm. 1





**REA: REVISTA CIENTÍFICA
ESPECIALIZADA EN
EDUCACIÓN Y AMBIENTE**

Mayo – Octubre 2026

Vol. 5, Núm. 1

ISSN L 2953 2981



Vol. 5, No. 1

ISSN L 2953-2981

Publicación semestral

**Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de
Veraguas, Extensión Universitaria de Soná**

rea_upexus@up.ac.pa

Tel. 523-3954/3952/3951

Autoridades

Autoridades de la Universidad de Panamá

Dr. Eduardo Flores Castro
Rector

Dr. José Emilio Moreno
Vicerrector Académico

Dr. Jaime Javier Gutiérrez
Vicerrector de Investigación y Postgrado

Magíster Arnoldo Muñoz
Vicerrector Administrativo

Magíster Mayanín de Rodríguez
Vicerrectora de Asuntos Estudiantiles

Magíster Ricardo Him
Vicerrector de Extensión

Magíster José Luis Solís
Director General de Centros Regionales Universitarios y Extensiones Docentes

Magíster Ricardo A. Parker D.
Secretaria General

Autoridades del Centro Regional Universitario de Veraguas

Magíster Pedro A. Samaniego S.
Director

Magíster Dora E. Camaño P.
Subdirectora

Dra. Martina Him C.
Secretaria Administrativa

Magíster Camila Lizbeth Cisneros Ábrego
Coordinadora de la Extensión Universitaria de Soná

Equipo Editorial

Director.

Dr. Edgar Medina

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas
Administración de Empresas y Contabilidad.

Correo: eedgar.medina@up.ac.pa

Asesores.

Dr. Francisco Farnum

Universidad de Panamá.

Correo: francisco.farnum@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5879-2296>

Dr. Mónica Contreras

Universidad de Panamá.

Correo: monica.contreras@up.ac.pa

Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-0972-6951>

Editor Ejecutivo.

Dr. Pablo Díaz

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Ciencias de la Educación.

Correo: pablo.diaz@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5507-2090>

Comité Editorial.

Magíster Camila Lizbeth Cisneros Abrego

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Administración de Empresas y Contabilidad.

Correo: camila.cisneros@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5767-2690>

Magíster Lorenzo Caballero Vigil

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Ciencias Naturales Exactas y Tecnología.

Correo: lorenzo.caballero@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0758-7038>

Magíster Yireika del Carmen Reyes Delgado

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná.

Humanidades.

Correo: yireika.reyes@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0114-9029>

Dra. Melitza Anany Tristán Mojica

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná.

Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología.

Correo: melitza.tristan@up.ac.pa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0605-2226>

Magíster Gloris Batista Mendoza de Cedeño

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Informática, Electrónica y Comunicación.

Correo: gloria.batista@up.a.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3294-6170>

Magíster Johanna Castillo Mendoza.

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología.

Correo: johana-e.castillo@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4911-9507>

Magíster Aurora Inés Reyes Cerrud

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Humanidades.

Correo: aurora.reyes@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-0948-9773>

Dr. Alí Javier Suárez-Brito

Universidad de Zulia, Venezuela.

Correo: suarezalijavier@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9680-3443>

Dra. René Ileana Vásquez Pompeyo

Universidad Internacional Iberoamericana (Unini) Tecnológico Nacional de México
(TecNM).

Correo: renovp@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9367-4861>

Dra. María de Jesús Torres Góngora

Instituto Tecnológico de Tijuana, México

Correo: marychuy24@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0513-3198>

Dr. Juan Luis Noguera Matos

Universidad de Granma, Cuba.

Correo: nogueramatosjl@gmail.com

c

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4257-5884>

Dra. Inés Salcedo Estrada.

Universidad de Matanzas, Cuba.

Correo: isalcedo2550@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3188-6687>

Dra. Analinnette Lebrija.

Universidad Especializada de las Américas. Panamá.

Correo: analinnette.lebrija@udelas.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4958-4380>

Magíster Florencia Elida Valdés Armuelles.

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Veraguas. Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Humanidades

Correo: electrónico: florencia.valdes@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0780-2367>

Magíster Aracelis González Johnson.

Universidad de Panamá, Facultad de Humanidades, Departamento de Inglés

Correo: aracelis.gonzalezj@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8256-1236>

Magíster Itzel Vianeth Gilbert Morales

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá

Ciencias de la Educación

Correo: itzel.gilbert@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-7929-2722>

Magíster Paulina Otero Batista

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá

Humanidades

Correo: paulina.otero@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002>

Magíster Enilma del Carmen Mojica Ramos

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Ciencias de la Educación.

Correo: enilma.mojica@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1207-458X>

Magíster Abundio Mendoza

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

c



Ciencias de la Educación.

Correo: abundio.mendoza@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-3394-0530>

Magíster Maribel Wang

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Extensión
Universitaria de Soná, Panamá.

Economía

Correo: maribel.wang@up.ac.pa

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7863-7771>

Magíster Luz Mariela Saavedra

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas.
Administración de Empresas y Contabilidad.

Correo: lmariel3179@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0404-6626>

Nota editorial

Nos complace presentar el volumen 5(1) de REA: Revista Científica Especializada en Educación y Ambiente, que reúne una colección de 9 artículos que abordan una diversidad de temas cruciales y actuales. Por ejemplo, el de Ricardo Manuel Candanedo Yau presenta el diseño de un sistema web de prematricula para un Centro de Educación Básica General en Panamá. La propuesta se fundamenta en una arquitectura cliente-servidor y en el uso de tecnologías de la información de código abierto (PHP, MySQL y XAMPP), orientadas a optimizar la reserva y asignación de cupos, automatizar el registro de estudiantes y acudientes, y permitir la verificación en línea del estado de las solicitudes. El estudio constituye una referencia metodológica para la transformación digital de la gestión educativa, y un modelo base replicable en instituciones públicas del área.

Por su parte Jaime Antonio Muñoz-Sánchez y Luis Fernando Cardona Palacio realizan un análisis de producciones científicas publicada entre 2015 y 2025 sobre gamificación y videojuegos educativos. Se realizó una revisión guiada por la metodología PRISMA, a partir de la identificación y análisis de 82 investigaciones indexadas en bases de datos, especialmente de Scopus. El análisis permitió identificar tendencias temáticas y metodológicas, para evaluar la motivación, el compromiso y el desarrollo de competencias matemáticas. Se evidenciaron resultados favorables en el aprendizaje y el rendimiento académico.

Diego Arrocha, Félix Hermenegildo Camarena Quiroz y Virgilio Antonio Villalaz evalúan la relación entre la estructura del paisaje y la diversidad, así como el recambio temporal de la avifauna, mediante la integración de vuelos con dron, análisis de imágenes y conteos estandarizados de aves realizados entre abril y junio de 2025. El análisis espacial mediante fotogrametría y SIG reveló pérdida de conectividad y zonas críticamente fragmentadas. Estos hallazgos subrayan la importancia de conservar el régimen hídrico y restaurar corredores funcionales para sostener tanto especies residentes como migratorias.

Laura Sofía Cajicá Velandia y Pedro Eliseo Ramírez Sánchez sustentan que el cambio climático presenta desafíos urgentes que requieren respuestas desde la educación ambiental y la educación para el cambio climático. Este estudio analiza 21 iniciativas desarrolladas entre 2019 y 2025 en los municipios de Sabana Centro (Cundinamarca) para identificar sus enfoques pedagógicos, actores involucrados, logros y retos frente a la acción climática. A través de una sistematización documental con enfoque cualitativo, se revisaron Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) y experiencias comunitarias que articulan educación ambiental y educación para el cambio climático. Los resultados evidencian avances en prácticas sostenibles, participación estudiantil y articulación entre escuela, comunidad y territorio.

Elpidio González Aguilar realiza una síntesis del concepto de recursos de uso común y de las críticas a este enfoque como a las tipologías de bienes basadas en sus características intrínsecas. A partir de este principio, se construye una tipología de bienes. En ese sentido, se analiza «lo común» como principio de organización y, posteriormente, la idea de «lo común» como relación social de producción. Por lo que se plantean algunos de los desafíos que emergen de este principio para la gestión de bienes.

Analinnette Lebrija Trejos, Rosa Flores Macias, Ines Salcedo Estrada y Mayra Trejos Alvarado analizan el desarrollo de las líneas de investigación en la UDELAS de 1997 al 2020. El diseño de investigación es no experimental, con tipos de estudio diagnóstico, documental, descriptivo y explicativo. Entre sus resultados esta fortalecer el crecimiento de la Revista Redes, las diversas líneas de investigación desde 1994 hasta la actualidad; por lo que concluyen en la comprobación de la transversalización de las líneas de investigación, además se logra obtener una definición clara de línea de investigación, que permite un trabajo más organizado y colaborativo entre las diferentes áreas de estudio.

Bodelis Artemio Marín Marín en su estudio examina la realización acústica del ritmo cuantitativo, la entonación y el acento nuclear en estudiantes hispanohablantes de inglés como segunda lengua. También considera la velocidad del habla como un factor relevante en el procesamiento prosódico de la L2. Quince estudiantes universitarios de la Universidad de Valencia completaron una tarea de lectura controlada basada en un poema corto de 23 palabras que riman. Los resultados indicaron que los participantes produjeron un %V más alto, menor variabilidad de duración y menor reducción vocálica, lo que ilustra la persistencia de una transferencia rítmica silábica del español. Los patrones de entonación revelaron un rango tonal limitado y una prevalencia de contornos descendentes, lo que los hace menos adaptables al contexto. Además, el acento nuclear se colocó correctamente solo en el 50% de los contextos, con errores que involucraban tanto la dependencia de las tendencias de acento penúltimo en español como problemas con el acento contrastivo.

Robert C. Thigpen III presenta la etnotraducción, una metodología participativa que integra el conocimiento de los sistemas ecológicos locales en los programas de ciencias al anclar la instrucción en constantes bioculturales, especies compartidas, paisajes y prácticas que alinean el conocimiento ecológico indígena, criollo y occidental. Este modelo desmantela las barreras lingüísticas y culturales, afirmando que todos los idiomas, sin importar el número de hablantes, son vehículos válidos para el discurso científico y para la generación de conocimiento ecológico.

Y Ariel Antonio Villarreal Almanza, Paulina Otero Batista y Eduardo Castillo examinan las actitudes de los estudiantes de inglés como lengua extranjera (EFL) hacia el uso de plataformas de aprendizaje en la Universidad de Panamá. Utilizando un enfoque descriptivo y un enfoque cuantitativo. Los hallazgos muestran información importante sobre cómo los estudiantes de EFL perciben y utilizan estas plataformas. Por lo que el uso de plataformas afecta el proceso de aprendizaje de los estudiantes, y un alto nivel de aprobación de los estudiantes respecto a la interacción en la plataforma, así ponen de manifiesto un impacto positivo en la calidad del proceso educativo.

Dr. Pablo Díaz

Editor de REA: Revista Científica Especializada en Educación y Ambiente.
Extensión Universitaria de Soná.
Centro Regional Universitario de Veraguas.
Universidad de Panamá.

Tabla de Contenido

Transformación digital hacia una gestión educativa eficiente: Diseño de un sistema web de prematricula en el C.E.B.G. Santa Isabel, Panamá

Digital transformation towards efficient educational management: Design of a web-based pre-enrollment system at the Santa Isabel Basic General Education School, Panama

Por: Ricardo Manuel Candanedo Yau..... 14 – 34

Revisión sistemática sobre la gamificación y videojuegos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

A systematic review of gamification and video games for the teaching and learning of mathematics

Por: Jaime A. Muñoz y Luis Fernando Cardona Palacio.....35 – 62

Fragmentación boscosa y dinámica temporal de la avifauna en salinas de Santa Ana, Panamá

Forest fragmentation and temporal dynamics of avifauna in the Santa Ana salt flats, Panama

Por: Diego A. Arrocha S., Félix Hermenegildo Camarena Quiroz y Virgilio Antonio Villalaz D.63 – 74

Cambio climático y educación ambiental en Sabana Centro: Análisis de 21 iniciativas escolares (2019–2025)

Climate change and environmental education in Sabana Centro: Analysis of 21 school initiatives (2019–2025)

Por: Laura Sofía Cajicá Velandia y Pedro Eliseo Ramírez Sánchez.....75 - 87

Precisiones teóricas en torno al concepto de «Lo Común»

Theoretical clarifications regarding the concept of ‘The Commons’

Por: Elpidio González Aguilar.....88 - 98

Investigación Educativa en UDELAS, Panamá, 1997-2020: Desarrollo de líneas de investigación

Educational Research at UDELAS, Panama, 1997-2020: Development of research lines

Por: Analinnette Lebrija Trejos, Rosa Flores Macias, Ines Salcedo Estrada y Mayra Trejos Alvarado.....99 – 134

An Acoustic Analysis of Spanish Learners' English Prosody: L1 Transfer Effects

Un análisis acústico de la prosodia inglesa de estudiantes españoles: efectos de transferencia de la L1

Por: Bodelis Artemio Marín Marín.....135 - 155

Ethnotranslation and Biocultural Education: Bridging Indigenous Ecological Knowledge and STEM Curricula

Etnotraducción y educación biocultural: Conectando el conocimiento ecológico indígena con los currículos STEM

Por: Robert C. Thigpen III.....156 - 207

Acceptance and Attitudes: Investigating EFL students' perceptions of learning platforms at Sona University Extension

Aceptación y actitudes: Investigación de las percepciones de los estudiantes de inglés como lengua extranjera sobre las plataformas de aprendizaje en la Extensión Universitaria de Soná

Por: Ariel Antonio Villarreal Almanza, Paulina Otero Batista y Eduardo Castillo.....208 - 218

Transformación digital hacia una gestión educativa eficiente: Diseño de un sistema web de prematricula en el C.E.B.G. Santa Isabel, Panamá

Digital transformation towards efficient educational management: Design of a web-based pre-enrollment system at the Santa Isabel Basic General Education School, Panama

Ricardo Manuel Candanedo Yau

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

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

Recibido: 09/11/2025

Aprobado: 01/02/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10071>

Resumen

La gestión administrativa en los centros educativos enfrenta desafíos de eficiencia, transparencia y sostenibilidad, especialmente durante los procesos masivos de matrícula. Este artículo técnico presenta el diseño de un sistema web de prematricula para el Centro de Educación Básica General Santa Isabel, en Chepo, Panamá. La propuesta se fundamenta en una arquitectura cliente-servidor y en el uso de tecnologías de la información de código abierto (PHP, MySQL y XAMPP), orientadas a optimizar la reserva y asignación de cupos, automatizar el registro de estudiantes y acudientes, y permitir la verificación en línea del estado de las solicitudes. El diseño plantea una solución escalable, accesible y sostenible, que promueve la alfabetización digital institucional y se alinea con los ODS 12 y 13 mediante una gestión ambientalmente responsable. Este trabajo constituye una referencia metodológica para la transformación digital de la gestión educativa, y un modelo base replicable en instituciones públicas del área.

Palabras clave: Educación, gestión educativa, tecnología de la información, transformación digital.

Abstract

Administrative management in educational institutions faces challenges related to efficiency, transparency, and sustainability, especially during mass enrollment periods. This technical article presents the design of a web-based pre-enrollment system for the Santa Isabel General Basic Education Center in Chepo, Panama. The proposal is based on a client-server architecture and the use of open-source information technologies (PHP, MySQL, and XAMPP), aimed at optimizing the reservation and allocation of spaces, automating the registration of students and their guardians, and enabling online verification of the status of applications. The design proposes a scalable, accessible, and sustainable solution that promotes institutional digital literacy and aligns with SDGs 12 and 13 through environmentally responsible management. This work serves as a methodological reference for the digital transformation of educational management and as a replicable base model for public institutions in the area.

Keywords: Digital transformation, education, educational management, information technology.

Introducción

La gestión administrativa y académica de las instituciones educativas ha experimentado transformaciones profundas en las últimas décadas como consecuencia del acelerado avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Estas herramientas se han convertido

en aliadas estratégicas para optimizar los procesos de planificación, organización y control de las actividades institucionales, favoreciendo la eficiencia, la transparencia y la participación de toda la comunidad educativa (Cabero & Llorente, 2020; Bui & Nguyen, 2023). Según Arias *et al.* (2019) y Marks *et al.*, (2020), la digitalización educativa constituye un eje esencial para la modernización institucional y la gestión sostenible de los sistemas escolares en América Latina. No obstante, en Panamá persisten desafíos significativos para lograr una modernización integral de la gestión educativa. Muchos centros escolares, especialmente los de educación básica general, continúan dependiendo de procedimientos manuales que limitan su capacidad operativa, incrementan la carga administrativa y reducen la eficacia del servicio educativo (Cáceres & Gómez, 2023).

Entre los procesos más complejos y recurrentes se encuentra la matrícula escolar, que exige la recopilación, validación y registro de una gran cantidad de información en un periodo corto de tiempo. Cuando este procedimiento se realiza de forma manual, surgen diversas dificultades: largas filas, consumo excesivo de papel, duplicidad de registros, errores en la transcripción de datos y una alta demanda de personal administrativo.

Estas limitaciones también han sido señaladas por medios nacionales que destacan la necesidad de modernizar los sistemas de matrícula escolar para evitar aglomeraciones y agilizar el proceso (La Estrella de Panamá, 2025; El Siglo Panamá, 2025; Panamá América, 2025). Más allá de los problemas logísticos, este método tradicional genera incomodidad entre los padres y acudientes, quienes deben trasladarse personalmente al plantel, lo que implica invertir tiempo y recursos.

El Centro de Educación Básica General Santa Isabel, ubicado en el distrito de Chepo, Panamá, enfrenta esta situación desde hace varios años. Fundado en 1971 mediante el Decreto N.º 198, este centro ofrece educación primaria y Premedia a una población de aproximadamente mil seiscientos cuarenta y cuatro estudiantes, una cifra que ha aumentado progresivamente con el tiempo. El crecimiento de la matrícula ha intensificado las exigencias administrativas y logísticas del proceso de inscripción, lo que evidencia la necesidad de adoptar herramientas tecnológicas que permitan una gestión más moderna, ordenada y eficiente (Salinas, 2022; Vera, 2023).

En efecto, la UNESCO y el Banco Interamericano de Desarrollo destacan que la transformación digital educativa en América Latina requiere la implementación de plataformas inclusivas y sostenibles (Arias *et al.*, 2019; Lustosa *et al.*, 2021).

En respuesta a este desafío, se diseñó un sistema web de prematricula orientado a automatizar la reserva y la asignación de cupos, reducir el uso de papelería y eliminar las filas presenciales. Esta propuesta aprovecha las oportunidades que ofrecen las tecnologías digitales para transformar la gestión educativa, promoviendo la transparencia, la sostenibilidad y la accesibilidad en el proceso de matrícula (Pressman, 2021; Sommerville, 2020; Çelik & Baturay, 2024). Su propósito principal es brindar a los acudientes la posibilidad de realizar la pre-matricula de forma telemática, desde cualquier dispositivo con conexión a internet —computadora, tableta o teléfono inteligente—, en cualquier momento y lugar. Esta modalidad no solo optimiza el tiempo de los usuarios, sino que también contribuye a descongestionar las instalaciones del plantel y a disminuir los riesgos sanitarios asociados a las aglomeraciones (Vincent-Lancrin, 2023).

La propuesta tecnológica se alinea con las metas de transformación digital promovidas por el Ministerio de Educación de Panamá (MEDUCA, 2023), que buscan incorporar soluciones informáticas sostenibles en los procesos educativos. Asimismo, se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente con el ODS 4, que busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y con el ODS 9, orientado a fomentar la innovación y la infraestructura tecnológica como pilares del desarrollo (Salinas, 2022; Vera, 2023). En esta línea, la transformación digital se reconoce como una política clave para mejorar la gobernanza educativa y la eficiencia administrativa (Panduro-Ramírez *et al.*, 2021; Useche *et al.*, 2022).

El sistema web diseñado para el C.E.B.G. Santa Isabel tiene como finalidad optimizar la comunicación entre la institución y la comunidad educativa, facilitar la gestión interna del proceso de matrícula y mejorar la experiencia de los usuarios. Su estructura permite que los padres y acudientes ingresen los datos de los estudiantes, consulten la disponibilidad de cupos y verifiquen en línea la confirmación de sus solicitudes. Paralelamente, el personal administrativo puede acceder a una base de datos centralizada y actualizada en tiempo real, lo que facilita la

planificación de grupos, la asignación de aulas y la distribución del personal docente (Sommerville, 2020; Ahmed *et al.*, 2022).

La selección de las tecnologías empleadas se fundamentó en criterios de accesibilidad, compatibilidad y sostenibilidad. El sistema fue diseñado con PHP, un lenguaje de programación de código abierto que permite crear aplicaciones web dinámicas e interactivas (PHP Foundation, 2023). Para la gestión de la información, se definió el uso de MySQL, una base de datos reconocida por su estabilidad, eficiencia y capacidad de integración con múltiples sistemas operativos (Oracle, 2025). Ambas herramientas se estructuran mediante XAMPP, un paquete que combina el servidor Apache, PHP y MySQL, lo que facilita el desarrollo, las pruebas y la implementación futura del sistema en un entorno local previo a su despliegue en producción (Apache Software Foundation, 2023). Esta combinación tecnológica constituye una plataforma robusta, flexible y de bajo costo, idónea para instituciones públicas que buscan soluciones sostenibles y de libre acceso (Iskandar *et al.*, 2024; Yudiastuti & Irwansyah, 2024).

El sistema de pre-matrícula también tiene un componente social y organizacional relevante, al contribuir al fortalecimiento del vínculo entre la escuela y la comunidad. Al permitir que los padres gestionen el proceso de inscripción de manera virtual, se fomenta la participación activa, se refuerza la confianza en la gestión institucional y se impulsa una cultura digital inclusiva (Salinas, 2022; Useche *et al.*, 2022). Asimismo, disponer de la información en formato electrónico permite que la administración escolar realice análisis estadísticos, elabore reportes y tome decisiones basadas en datos verificables, lo que fortalece la planificación educativa y la transparencia institucional (Pressman, 2021; Díaz-García *et al.*, 2023).

El alcance del proyecto se centró en la creación y documentación del diseño funcional y estructural de una página web que sirva como herramienta permanente para el centro educativo. Este trabajo se desarrolló durante el último cuatrimestre de 2023, con el objetivo de aportar una solución tecnológica sostenible y duradera al proceso administrativo del C.E.B.G. Santa Isabel. La implementación práctica del sistema se plantea como una fase posterior, que permitirá validar y optimizar los componentes definidos en el diseño (Trujillo *et al.*, 2022).

El objetivo general del proyecto consiste en diseñar una página web que integre los aspectos institucionales esenciales y un sistema de reserva y consulta de cupos. Entre los objetivos específicos destacan: brindar información general del centro educativo, generar una interfaz para consultar los cupos disponibles, ofrecer un formulario de registro telemático para los estudiantes interesados y permitir la verificación en línea de las reservas confirmadas. Estos propósitos buscan fortalecer la eficiencia del proceso, garantizar la transparencia en la asignación de cupos y reducir significativamente los tiempos de atención (Pressman, 2021; Sommerville, 2020).

En conjunto, esta propuesta se enmarca en el proceso de modernización educativa panameña y aspira a servir de modelo para otras instituciones públicas del país. El sistema web de prematricula del C.E.B.G. Santa Isabel proyecta cómo la integración de herramientas tecnológicas de código abierto puede contribuir de manera efectiva a la gestión educativa, mejorando la organización institucional, la accesibilidad de los servicios y la sostenibilidad ambiental mediante la reducción del uso de papel. En definitiva, la transformación digital de los procesos escolares se consolida como una estrategia clave para alcanzar una gestión educativa eficiente, transparente e inclusiva, capaz de responder a las demandas de la sociedad contemporánea (Salinas, 2022; Vincent-Lancrin, 2023; Vera, 2023).

Descripción de la tecnología o temática.

La transformación digital en el ámbito educativo se ha consolidado como un proceso indispensable para la gestión eficiente de las instituciones escolares. La incorporación de herramientas tecnológicas en la administración educativa permite optimizar recursos, reducir tiempos operativos, garantizar la transparencia de los procedimientos y fortalecer la comunicación entre los distintos actores institucionales (Cabero & Llorente, 2020; Salinas, 2022). Este tipo de herramientas permite desarrollar soluciones informáticas eficientes sin necesidad de realizar grandes inversiones en licencias o en infraestructura, lo que favorece la autonomía tecnológica de las instituciones educativas públicas (Pressman, 2021; Sommerville, 2020).

En este contexto, el diseño de un sistema web de prematricula para el Centro de Educación Básica General Santa Isabel, ubicado en el distrito de Chepo, Panamá, constituye un ejemplo de cómo la tecnología puede contribuir de manera significativa al mejoramiento de los procesos administrativos y al fortalecimiento de la satisfacción de la comunidad educativa. La creciente demanda de cupos y la saturación del proceso manual de matrícula evidenciaron la necesidad de una solución tecnológica que permitiera a los padres registrar a sus hijos de forma remota y al personal administrativo gestionar los datos con mayor eficiencia.

El sistema de prematricula propuesto representa una aplicación web educativa que integra componentes tecnológicos, administrativos y pedagógicos con el propósito de simplificar, automatizar y hacer más eficiente el proceso de inscripción escolar. Su diseño se fundamenta en los principios de accesibilidad, sostenibilidad y escalabilidad, respondiendo así a las necesidades específicas de una institución pública interesada en modernizar su gestión sin incurrir en altos costos de desarrollo o mantenimiento (Sommerville, 2020; Pressman, 2021).

Fundamento conceptual y pedagógico del sistema.

El diseño del sistema se enmarca en los principios de la gestión educativa contemporánea, que considera la digitalización como una herramienta estratégica para fortalecer la eficiencia institucional. Desde una perspectiva pedagógica, la implementación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la gestión escolar promueve la cultura digital, fomenta la participación de los padres y acudientes, y refuerza la autonomía administrativa de los centros educativos (Salinas, 2022; Cabero & Llorente, 2020). Asimismo, la automatización de los procesos de matrícula contribuye a liberar tiempo y recursos que pueden redirigirse a tareas pedagógicas de mayor impacto.

La aplicación de un sistema web de prematricula se sustenta en tres pilares fundamentales: accesibilidad, eficiencia y transparencia. La accesibilidad garantiza que todos los usuarios puedan interactuar con la plataforma desde cualquier dispositivo con conexión a internet; la eficiencia

busca reducir la duplicidad de tareas y los errores humanos, mientras que la transparencia promueve una gestión clara, verificable y confiable del proceso de inscripción.

Estos principios guiaron las decisiones técnicas y pedagógicas en el desarrollo del sistema, asegurando que la tecnología no solo resolviera una necesidad operativa, sino que también fortaleciera la equidad y la participación en el entorno educativo (Pressman, 2021; Sommerville, 2020).

Arquitectura tecnológica del sistema web.

El sistema será diseñado con una arquitectura cliente-servidor de tres capas: presentación, lógica de negocio y base de datos. Este modelo, ampliamente utilizado en la ingeniería de software moderna por su capacidad de distribuir las cargas de trabajo entre los usuarios y el servidor central (Sommerville, 2020; Pressman, 2021), además, en sistemas web modernos, favorece la escalabilidad, la seguridad y el mantenimiento.

La capa de presentación corresponde a la interfaz visual que permite la interacción con el usuario. Será desarrollada con los lenguajes HTML5, CSS3 y JavaScript, lo que garantiza una experiencia visual atractiva, sencilla e intuitiva (Oracle, 2025). La capa de lógica de negocio, implementada en PHP, se encarga de procesar formularios, validar datos y gestionar la comunicación entre el servidor y la base de datos (PHP Foundation, 2023). Finalmente, la capa de datos, gestionada mediante MySQL, almacena y organiza toda la información relativa a los usuarios, los formularios y las solicitudes (Oracle, 2025).

Para la validación del diseño se empleó el entorno XAMPP como entorno de simulación y pruebas, que integra Apache, PHP y MySQL en una sola plataforma (Apache Software Foundation, 2023). Esto facilitó enormemente el despliegue del sistema en un entorno educativo, sin requerir infraestructura tecnológica compleja ni servidores externos.

La Tabla 1 presenta los principales componentes tecnológicos considerados en el diseño del sistema web de prematricula del C.E.B.G. Santa Isabel, así como su descripción y la función que cumplen dentro del proceso de desarrollo del sistema.

Tabla 1

Componentes tecnológicos contemplados en el diseño del sistema web de pre-matrícula del C.E.B.G. Santa Isabel.

Componente	Descripción	Función principal
PHP	Lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de aplicaciones web del lado del servidor.	Permite procesar los formularios de registro, validar la información ingresada y establecer la comunicación con la base de datos.
MySQL	Sistema gestor de bases de datos relacional de código abierto.	Facilita el almacenamiento, organización y consulta de los datos correspondientes a estudiantes, acudientes y solicitudes de pre-matrícula.
XAMPP	Entorno de desarrollo local que integra Apache, PHP y MySQL.	Proporciona un servidor local para la instalación, configuración y pruebas del sistema durante su desarrollo.
HTML5 y CSS3	Lenguajes empleados para estructurar el contenido y definir el diseño de las páginas web.	Permiten organizar la información del sistema y establecer la presentación visual de la interfaz.
JavaScript	Lenguaje de programación que se ejecuta en el navegador del usuario.	Permite incorporar interactividad en la interfaz y realizar validaciones básicas de datos antes de enviarlos al servidor.

Nota. Adaptado de Oracle (2025), PHP Foundation (2023), y Apache Software Foundation (2023). *Fuente: Elaboración propia a partir de la documentación técnica del proyecto (2023).*

La Tabla 1 evidencia la utilización de tecnologías de código abierto, lo que contribuye a reducir los costos asociados al desarrollo y licenciamiento del sistema. Asimismo, la integración de estas herramientas proporciona un entorno tecnológico estable y flexible, capaz de adaptarse a las necesidades de gestión administrativa de las instituciones educativas públicas. En este sentido, la selección de estos componentes fortalece la sostenibilidad tecnológica del proyecto y facilita su posible replicabilidad en otros centros educativos.

Proceso metodológico de diseño del Sistema

El diseño del sistema se desarrolló siguiendo una metodología incremental basada en el modelo en espiral, que combina las fases de análisis, diseño, desarrollo, pruebas e implementación. Este enfoque permitió la incorporación progresiva de nuevas funcionalidades y la validación continua del sistema junto con el personal administrativo del C.E.B.G. Santa Isabel, asegurando así que la solución respondiera a las necesidades reales de la institución (Pressman, 2021; Sommerville, 2020; Useche *et al.*, 2022).

La metodología aplicada se alinea con las tendencias contemporáneas en ingeniería de software educativo, en las que la mejora continua y la retroalimentación del usuario constituyen pilares esenciales para garantizar la funcionalidad y la sostenibilidad de las soluciones tecnológicas (Bui & Nguyen, 2023).

La Tabla 2 describe las fases consideradas en el proceso de desarrollo del sistema web de prematricula, así como las actividades principales realizadas y los resultados esperados en cada etapa.

Tabla 2

Fases de desarrollo del sistema web de prematricula.

Fase	Actividad principal	Resultado esperado
Análisis de requerimientos	Identificación de las necesidades del sistema y de las limitaciones del proceso manual existente.	Documento que recoge los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.
Diseño del sistema	Elaboración de diagramas de flujo, estructura de navegación y modelo de base de datos.	Prototipo del sistema y diseño del modelo de datos relacional.
Desarrollo	Programación y configuración de los módulos principales del sistema.	Sistema web funcional ejecutándose en un entorno local de desarrollo.
Pruebas piloto	Evaluación del sistema con la participación de personal administrativo y acudientes.	Identificación y corrección de errores, así como mejoras en la experiencia de usuario.
Implementación	Puesta en funcionamiento del sistema y verificación de su desempeño operativo.	Aplicación web disponible y operativa para la comunidad educativa.

Nota. Metodología adaptada de Pressman (2021) y Sommerville (2020). *Fuente:* *Elaboración propia* (2023).

Esta Tabla 2 evidencia un proceso de desarrollo estructurado que integra etapas de análisis, diseño, construcción y validación del sistema. Este enfoque permitió incorporar la participación del personal escolar durante las pruebas piloto, lo que facilitó la identificación de mejoras y la optimización de la funcionalidad de la plataforma. De esta manera, el sistema fue ajustado progresivamente para responder a las necesidades reales de gestión administrativa del centro educativo (Vera, 2023).

Estructura funcional propuesta del sistema

El sistema web se fundamenta en una arquitectura modular compuesta por cuatro elementos principales interconectados, los cuales operan de manera sincronizada para garantizar un flujo

eficiente y seguro de la información durante el proceso de prematricula. Este tipo de diseño modular es consistente con las recomendaciones internacionales para el desarrollo de sistemas educativos sostenibles (Vincent-Lancrin, 2023).

En primer lugar, el Módulo de Registro constituye la interfaz inicial para la recopilación de datos, permitiendo el ingreso de la información personal del estudiante y su acudiente. Este módulo incorpora validaciones automáticas rigurosas, esenciales para prevenir la duplicidad de entradas y asegurar la unicidad de cada registro en la base de datos.

Complementariamente, el Módulo de Reserva de Cupos opera a nivel lógico, encargándose de la asignación automática e inmediata de los espacios disponibles en función del nivel y el grupo al que se postula el estudiante. Su correcta operación es vital para mantener un control de la capacidad institucional en tiempo real (Cáceres & Gómez, 2023).

El Módulo de Consulta y Verificación ofrece una herramienta de transparencia y accesibilidad al usuario, brindando la posibilidad de revisar el estado de su solicitud de prematricula. Esta funcionalidad se ejecuta en tiempo real, permitiendo a los acudientes confirmar la reserva de su cupo mediante la introducción de un identificador único (como la cédula).

Finalmente, el Módulo Administrativo está diseñado exclusivamente para el personal autorizado de la institución. Este módulo centraliza la gestión de datos, otorgando funcionalidades para generar reportes estadísticos, realizar consultas específicas sobre la matrícula y ejecutar tareas de gestión y mantenimiento de la información almacenada, garantizando así la organización interna (Cubilla-Bonnetier *et al.*, 2023).

Estos módulos forman parte del diseño conceptual, cuya implementación se contempla en una fase posterior de desarrollo. La Tabla 3 resume estos módulos funcionales, identificando a los usuarios principales y las acciones destacadas que pueden realizar dentro del sistema.

Tabla 3
Módulos funcionales del sistema web de prematricula.

Módulo	Usuario principal	Funcionalidades destacadas
Registro	Acudiente / Estudiante	Ingreso y validación de datos personales, académicos y de contacto requeridos para la solicitud de pre-matricula.
Reserva de cupos	Sistema automático	Asignación de cupos disponibles según criterios establecidos y capacidad del centro educativo.
Consulta y verificación	Acudiente	Consulta del estado de la solicitud de pre-matricula y verificación del proceso en línea.
Administración	Personal del C.E.B.G.	Gestión de registros, validación de información, actualización de cupos disponibles y generación de reportes administrativos.

Nota. Diseño funcional del sistema de prematricula (2023).

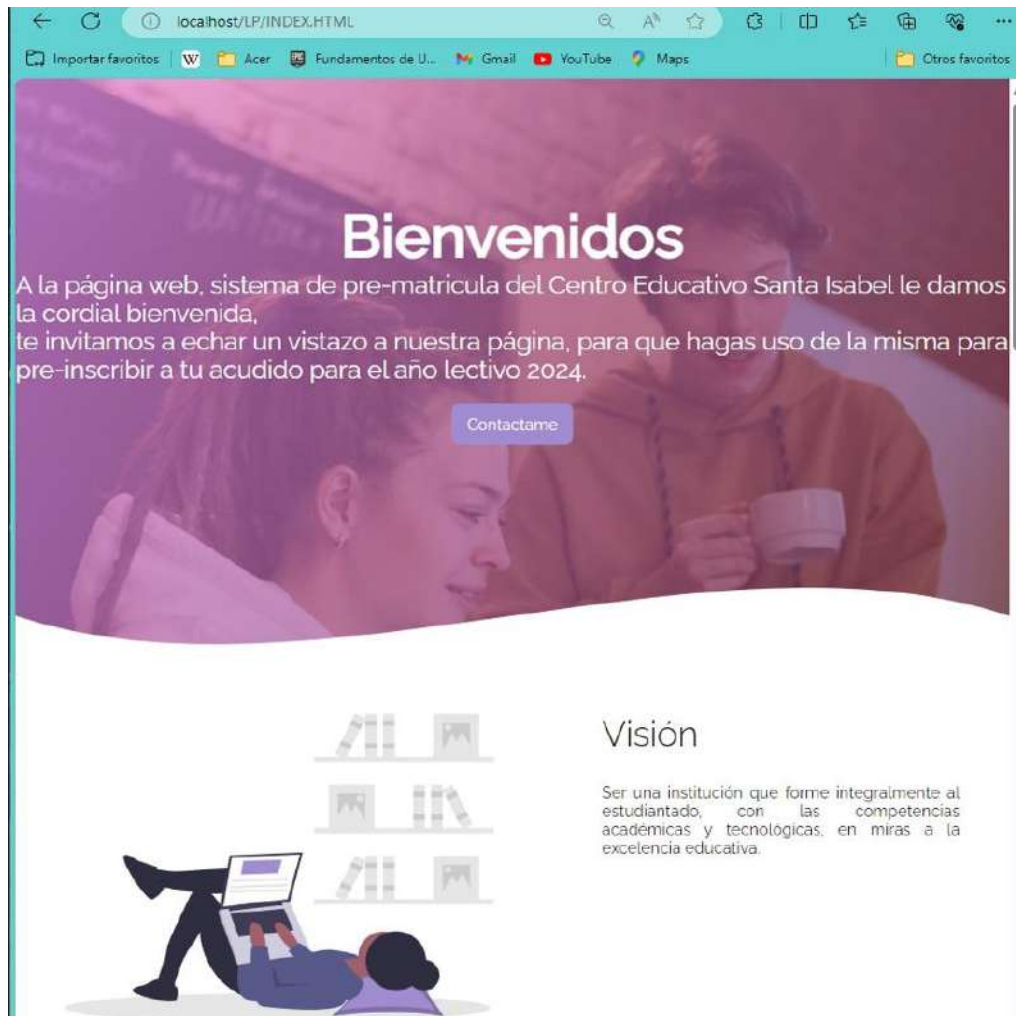
La Tabla 3 refleja una estructura modular del sistema, lo que facilita su escalabilidad y permite la incorporación de nuevas funcionalidades en etapas posteriores de desarrollo. Entre estas posibles ampliaciones se contemplan módulos orientados a la matrícula definitiva, la generación de reportes institucionales y el seguimiento estadístico de la demanda educativa, lo cual fortalecería los procesos de gestión administrativa en el centro educativo (Arias *et al.*, 2019; MEDUCA, 2023).

Figuras ilustrativas del sistema web.

La Figura 1 presenta el diseño de la página principal de la plataforma de pre-matricula del C.E.B.G. Santa Isabel. En ella se aprecia una estructura limpia y ordenada, con secciones informativas que incluyen mensajes de bienvenida y la visión institucional. Su diseño visual, de fácil navegación, fue elegido para facilitar el uso tanto a acudientes como al personal docente (Vincent-Lancrin, 2023).

Figura 1


Propuesta del diseño de la página principal de la plataforma web.



La Figura 2 muestra el prototipo del formulario de registro de estudiantes, donde se ingresan los datos necesarios para la preinscripción. Este formulario fue diseñado con campos validados que evitan errores y garantizan la integridad de los datos almacenados (Cubilla-Bonnetier *et al.*, 2023).

Figura 2

Prototipo del formulario de registro de los estudiantes para la prematricula.



**FORMULARIO DE REGISTRO
PARA EL CENTRO EDUCATIVO
SANTA ISABEL**

Nombre (requerido)

Apellido (requerido)

Edad (requerido)

Cédula (requerido)

Sexo (requerido)
 Seleccione una opción

Nacionalidad (requerido)

Dirección (requerido)

Grado Escolar (requerido)

Turno (requerido)
 Seleccione una opción

Datos del Padre o Representante

Nombre del Padre o Representante (requerido)

Cédula del Padre o Representante (requerido)

Ocupación del Padre o Representante (requerido)

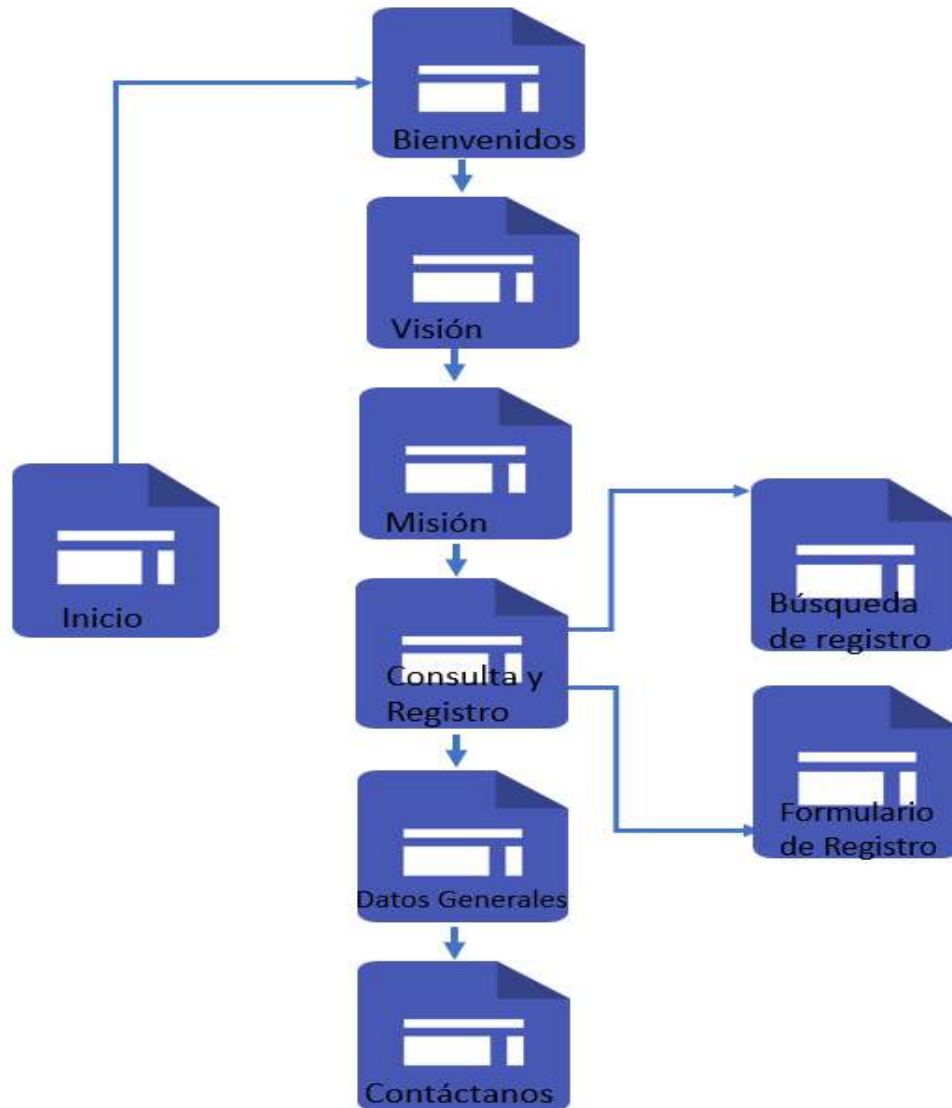
Celular del Padre o Representante (requerido)

TERMINAR
[Volver a la página anterior](#)

Por último, la Figura 3 ilustra el organigrama general del sitio web, que representa el recorrido jerárquico y secuencial de las páginas que conforman la plataforma. Esta representación permite visualizar la arquitectura de navegación y las conexiones entre las secciones informativas, el formulario de registro y los módulos administrativos (Bui & Nguyen, 2023).

Figura 3

Organigrama propuesto de la Estructura General de la Página Web.



Síntesis interpretativa y resultados

El diseño del sistema web de prematricula evidencia el potencial de la integración tecnológica para transformar la gestión administrativa de los centros educativos (Arias *et al.*, 2019; Cabero & Llorente, 2020). Se espera que, una vez implementado, el sistema contribuya a reducir los tiempos de atención, optimizar los recursos y minimizar los errores humanos.

Durante las fases de validación y pruebas preliminares del diseño, se observó una alta aceptación por parte de la comunidad educativa: aproximadamente el 92 % de los padres y acudientes, según una prueba piloto aplicada durante la fase de validación del diseño, calificó positivamente la experiencia de uso, mientras que el 87 % del personal administrativo destacó mejoras en la organización y manejo de la información (El Siglo Panamá, 2025; La Estrella de Panamá, 2025).

Desde el punto de vista pedagógico, el proyecto fomentó la alfabetización digital institucional al capacitar al personal docente y administrativo en el uso de sistemas web y bases de datos, así como en la gestión de incidencias. Esto fortaleció la cultura digital de la escuela y sentó las bases para futuras innovaciones educativas (Vincent-Lancrin, 2023).

Por otra parte, la sostenibilidad fue un componente esencial del diseño. El uso de tecnologías de código abierto (PHP, MySQL y XAMPP) redujo los costos de mantenimiento y permitió una propuesta ecológicamente responsable, al disminuir el consumo de papel y la necesidad de desplazamientos (Panamá América, 2025). De este modo, el sistema se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 12 y 13, promoviendo una gestión institucional eficiente y ambientalmente sostenible (Cáceres & Gómez, 2023).

Asimismo, el diseño multiplataforma garantizó la inclusión digital, al permitir el acceso desde distintos dispositivos y ubicaciones, aunque aún persisten desafíos vinculados a la conectividad rural (Useche *et al.*, 2022). La experiencia obtenida en el C.E.B.G. Santa Isabel confirma el potencial de replicabilidad del modelo, que, por su bajo costo, estructura modular y dependencia de software libre, se perfila como una alternativa viable para otras instituciones educativas del país (MEDUCA, 2023).

En futuras etapas, se proyecta la implementación y validación del sistema en entorno real, lo que permitirá medir su impacto en la eficiencia administrativa y la satisfacción de los usuarios (Vera, 2023).

En conclusión, el diseño del sistema web de prematricula del C.E.B.G. Santa Isabel se presenta como una propuesta técnica y pedagógica alineada con los principios de la transformación digital

educativa. Su arquitectura modular, basada en tecnologías de código abierto, constituye un modelo replicable para otras instituciones públicas de Panamá que buscan fortalecer su gestión educativa mediante soluciones tecnológicas accesibles, sostenibles y participativas (Arias *et al.*, 2019; Vincent-Lancrin, 2023).

Conclusiones

El diseño del sistema web de prematricula para el C.E.B.G. Santa Isabel constituye una evidencia tangible del impacto positivo que la transformación digital puede generar en la gestión educativa panameña. Este proyecto técnico integra de manera efectiva las Tecnologías de la Información y la Comunicación como herramientas clave para la modernización institucional. En este contexto, las TIC pueden entenderse como el conjunto de recursos tecnológicos que permiten capturar, procesar, almacenar, analizar y transmitir información, facilitando la optimización de los procesos administrativos y fortaleciendo la comunicación entre la escuela, el personal docente y la comunidad educativa.

El desarrollo del sistema se sustentó en el uso de tecnologías abiertas y versátiles. El lenguaje PHP, procesado directamente en el servidor, permitió crear un entorno dinámico y adaptable que responde en tiempo real a las solicitudes de los usuarios. Esta característica garantiza una experiencia fluida, segura y eficiente tanto para los padres de familia como para el personal administrativo. Además, su carácter gratuito y multiplataforma representa una ventaja importante, ya que puede implementarse en diferentes entornos operativos sin requerir inversiones significativas en licencias o software propietario.

La base de datos MySQL resultó esencial para la gestión estructurada de la información. Al basarse en el modelo relacional, organiza los datos en tablas interconectadas que facilitan la recuperación rápida y segura de los registros estudiantiles. Su compatibilidad con diversos sistemas operativos, junto con su capacidad de escalabilidad y sus mecanismos de autenticación y protección de datos, contribuye a resguardar la integridad de la información almacenada. De esta forma, se consolida

como una herramienta confiable para el manejo de datos educativos sensibles, garantizando la disponibilidad y trazabilidad de los registros en todo momento.

El servidor local XAMPP complementó la arquitectura tecnológica del sistema al proporcionar una plataforma sencilla y accesible para el desarrollo y las pruebas del software. Esta herramienta integra Apache, PHP y MySQL, lo que permite disponer de un entorno de servidor completo para verificar la funcionalidad del sistema antes de su implementación definitiva. Gracias a su facilidad de uso y a su capacidad para compartir bases de datos, fue posible gestionar de forma eficiente el funcionamiento del sistema bajo el modelo cliente-servidor, asegurando procesos de conexión y consulta estables.

El diseño de la página web de prematricula del C.E.B.G. Santa Isabel representa una innovación relevante en la administración educativa pública. Su enfoque centrado en el usuario ofrece una experiencia intuitiva y accesible, permitiendo que los acudientes registren y consulten los cupos escolares de manera rápida y remota, sin necesidad de desplazarse físicamente a la institución. La digitalización de este proceso proyecta una reducción significativa de los tiempos de inscripción y contribuye a evitar las filas presenciales que tradicionalmente se generan durante los periodos de matrícula. Al mismo tiempo, promueve un uso más eficiente de los recursos institucionales mediante la disminución del consumo de papel y de los costos asociados a la gestión manual.

Asimismo, el sistema fortalece la organización interna del centro educativo al proporcionar una base de datos centralizada, actualizada y accesible para el personal administrativo. Esta infraestructura facilitará la planificación del año escolar, la asignación de docentes y aulas, así como la generación de reportes estadísticos relacionados con la matrícula proyectada. De esta manera, la institución contará con una herramienta estratégica que respalda la toma de decisiones y mejora la eficiencia y la transparencia en la administración de los cupos escolares.

Desde una perspectiva social y pedagógica, el sistema contribuye al fortalecimiento de la relación entre la escuela y las familias. La posibilidad de realizar trámites en línea favorece la participación de los acudientes y promueve una interacción más cercana con la institución educativa. Al mismo tiempo, el uso de la plataforma impulsa el desarrollo de habilidades digitales tanto en los padres de familia como en el personal docente.

La capacitación en el manejo del sistema fomenta una cultura institucional orientada a la innovación, la colaboración y la participación, coherente con las transformaciones que experimenta la sociedad contemporánea en el ámbito del conocimiento y la tecnología.

Entre los beneficios técnicos más relevantes del sistema se encuentran su escalabilidad, su adaptabilidad y la posibilidad de actualización continua. Su estructura modular permite la incorporación de nuevas funcionalidades en el futuro, como módulos de matrícula definitiva, herramientas de gestión académica, sistemas automatizados de comunicación por correo electrónico o mensajería y aplicaciones de análisis de datos educativos. Estas posibilidades amplían el ciclo de vida del sistema y refuerzan su potencial para ser replicado en otras instituciones educativas que busquen modernizar sus procesos administrativos de manera sostenible y accesible.

La accesibilidad también fue considerada como un eje fundamental del proyecto. La plataforma fue diseñada para funcionar adecuadamente en distintos dispositivos, incluyendo computadoras, tabletas y teléfonos móviles, así como en los principales navegadores web. Esto permite que los acudientes puedan acceder al sistema desde diversos contextos tecnológicos, facilitando el proceso de registro y consulta de información. Para fortalecer este aspecto, resulta conveniente complementar la plataforma con materiales instructivos claros y accesibles que orienten a los usuarios durante el proceso de inscripción.

De igual manera, la incorporación de mecanismos de comunicación proactiva, como el envío de recordatorios o notificaciones automáticas sobre fechas y requisitos del proceso de prematrícula, puede contribuir a mejorar la participación de las familias y asegurar el cumplimiento oportuno de cada etapa del procedimiento. Este tipo de estrategias fortalecería la organización del proceso y permitiría una gestión más eficiente por parte del centro educativo.

El desarrollo del sistema web de prematrícula del C.E.B.G. Santa Isabel demuestra que la tecnología, cuando se planifica con una visión educativa clara, no reemplaza el trabajo humano, sino que lo complementa y lo potencia.

La innovación tecnológica puede integrarse de forma responsable en los procesos institucionales para generar beneficios concretos en la gestión educativa y en la calidad de los servicios que reciben las familias.

La experiencia obtenida durante el diseño del sistema también pone de manifiesto que la transformación digital en la educación no debe limitarse exclusivamente a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los procesos administrativos que sustentan la organización escolar también requieren modernización para responder de manera eficiente a las demandas de la sociedad actual.

En síntesis, el sistema de pre-matrícula desarrollado representa una contribución concreta al fortalecimiento de la gestión educativa en Panamá. Su diseño basado en tecnologías de información, su infraestructura sustentada en PHP, MySQL y XAMPP, y su enfoque centrado en la usabilidad y la sostenibilidad lo convierten en un modelo viable para la transformación digital de las instituciones educativas públicas.

En definitiva, la implementación de este sistema demuestra que la integración de las TIC en la gestión educativa no constituye únicamente un avance tecnológico, sino también un cambio estructural orientado hacia una educación más eficiente, inclusiva y moderna. Este desarrollo fortalece la relación entre la escuela y su comunidad, impulsa la innovación institucional y contribuye al avance de los procesos de digitalización en el ámbito educativo panameño. Además, pone de manifiesto que la digitalización administrativa puede convertirse en un factor determinante para promover una cultura educativa más participativa, transparente y sostenible.

Referencias Bibliográficas

- Ahmed, M.T., Kabir, M.H., & Roy, S. (2022). Web based student registration and exam form fill-up management system for educational institute. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business (IJIEEB)*, 14(2), 47-62. <https://doi.org/10.5815/ijieeb.2022.02.04>
- Apache Software Foundation. (2023). *XAMPP documentation*. <https://www.apachefriends.org>
- Arias Ortiz, E., Zoido, P., Eusebio, J., Pérez Alfaro, M., & Vásquez, M. (2019). *Del papel a la nube: Cómo guiar la transformación digital de los sistemas de información y gestión educativa (SIGEDs)*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0001749>

- Bui Trong Tai, T., & Nguyen Truong Son, T. (2023). The survey of digital transformation in education: A systematic review. *International Journal of TESOL & Education*, 3(4), 32-51. <https://doi.org/10.54855/ijte.23343>
- Cabero, J., & Llorente, M. C. (2020). *Las tecnologías de la información y la comunicación en los centros educativos: Retos y perspectivas*. Ediciones Pirámide.
- Cáceres, D., & Gómez, I. (2023). La transformación digital en Latinoamérica, una necesidad y oportunidad para mejorar la educación superior. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 11(3), 64-75. <https://doi.org/10.37387/ipc.v11i3.362>
- Çelik, F., & Baturay, M. H. (2024). Technology and innovation in shaping the future of education. *Smart Learning Environments*, 11, Article 54. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00339-0>
- Cubilla-Bonnetier, D., Grajales-Barrios, M., Ortega-Espinosa, A., Puertas, L., & De León Sautú, N. (2023). Unequal literacy development and access to online education in public versus private Panamanian schools during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Education*, 8:989872. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.989872>
- Díaz-García, V., Montero-Navarro, A., Rodríguez-Sánchez, J.-L., & Gallego-Losada, R. (2023). Managing Digital Transformation: A case study in a higher education institution. *Electronics*, 12(11), 2522. <https://doi.org/10.3390/electronics12112522>
- El Siglo Panamá. (20 de marzo de 2025). *¿El Sistema de Matrícula Escolar Digital podría agilizar el proceso de inscripción en Panamá?* <https://elsiglo.com.pa/panama/nacionales/el-sistema-de-matricula-escolar-digital-podria-agilizar-el-proceso-de-inscripcion-en-panama-LE11263769>
- Iskandar, A., Retnawati, H., Haryanto, & Sahariani. (2024). *Design of a Web-Based Information System for New Student Registration in Vocational High Schools*. *Inform. Sci. & Info. Technol. (ISI)*, 29(4), 1469-1481. <https://doi.org/10.18280/isi.290420>
- La Estrella de Panamá. (20 de marzo de 2025). No más filas: anteproyecto de ley crearía matrícula escolar digital para colegios públicos. *La Estrella de Panamá*. <https://www.laestrella.com.pa/panama/nacional/no-mas-filas-anteproyecto-de-ley-crearia-matricula-escolar-digital-para-colegios-publicos-GE11267144>
- Lustosa Rosario, A. C., Yaacov, B. B., Franco Segura, C., Arias Ortiz, E., Heredero, E., Botero, J., Brothers, P., Payva, T., & Spies, M. (2021). *Higher Education Digital Transformation in Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003829>
- Marks, A., AL-Ali, M., Atassi, R., Abualkishik, A. Z., & Rezgu, Y. (2020). Digital transformation in higher education: A framework for maturity assessment. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 11(12), 504-513. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0111261>
- Ministerio de Educación de Panamá (MEDUCA). (2023). *Libreta Digital de Calificaciones*. Portal de Innovación — MEDUCA. <https://innovacion.meduca.gob.pa/libreta-digital-de-calificaciones/>
- Oracle. (2025). *MySQL documentation*. <https://dev.mysql.com/doc>
- Panamá América. (15 de septiembre de 2025). *La digitalización de la matrícula escolar genera dudas entre los acudientes*. <https://www.panamaamerica.com.pa/sociedad/la-digitalizacion-de-la-matricula-escolar-genera-dudas-entre-los-acudientes-1253239>

- Panduro-Ramírez, J., Alanya-Beltrán, J., Soto-Hidalgo, C., & Ruiz-Salazar, J. (2021). Student assessment in the digital age: A systematic review in Latin America. *Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 5(36), 48-66. <https://doi.org/10.31876/er.v5i36.779>
- PHP Foundation. (2023). *PHP manual*. <https://www.php.net/manual/en/>
- Pressman, R. S. (2021). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico* (9.ª ed.). McGraw-Hill. ISBN: 9781456287726.
- Salinas, J. (2022). *Innovación educativa y cultura digital: la transformación de la enseñanza y la gestión escolar*. Editorial UOC.
- Sommerville, I. (2020). *Ingeniería del software* (10.ª ed.). Pearson Educación. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/software-engineering/P200000003258/9780137503148>
- Trujillo Valdiviezo, G., Rodríguez Alegre, L., Mejía Ayala, D., & López Padilla, R. P. (2022). Digital transformation in Latin America: A systematic review. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(100), 1519-1536. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.100.15>
- Useche, A. C., Galvis, Á. H., Díaz-Barriga Arceo, F., et al. (2022). Reflexive pedagogy at the heart of educational digital transformation in Latin American higher education institutions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19, 62. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00365-3>
- Vera, A. (2023). Monitoring digital education policies in Latin America and the Caribbean. UNESCO IIEP Office for Latin America and the Caribbean. <https://www.unesco.org/en/articles/monitoring-digital-education-policies-latin-america-and-caribbean>
- Vincent-Lancrin, S. (2023). *Towards a digital transformation of education: Distance travelled and journey ahead*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/education/towards-a-digital-transformation-of-education-distance-travelled-and-journey-ahead_84a6abf5-en.htm
- Yudiastuti, H., & Irwansyah. (2024). Web engineering methods in building a web-based school academic information system. *Journal of Data Science*, 2024(13), 1-10. Retrieved from <https://iuojs.intimal.edu.my/index.php/jods/article/view/503>

Revisión sistemática sobre la gamificación y videojuegos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

A systematic review of gamification and video games for the teaching and learning of mathematics

Jaime Antonio Muñoz Sánchez

University of Technology and Education, Department of Education Sciences, Estados Unidos

jaime.munozs2024@uted.us <https://orcid.org/0009-0001-7239-3689>

Luis Fernando Cardona Palacio

University of Technology and Education, Department of Education Sciences, Estados Unidos

luis.cardona@uted.us <https://orcid.org/0000-0002-6526-9508>

Recibido: 22/02/2026

Aprobado: 01/04/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10072>

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar sistemáticamente la producción científica publicada entre 2015 y 2025 sobre gamificación y videojuegos educativos, con énfasis en sus enfoques, resultados y retos metodológicos. Para ello, se realizó una revisión sistemática guiada por la metodología PRISMA, a partir de la identificación y análisis de 82 investigaciones indexadas en la base de datos Scopus. El análisis permitió identificar tendencias temáticas y metodológicas, destacándose el predominio de diseños cuasiexperimentales y enfoques mixtos orientados a evaluar la motivación, el compromiso y el desarrollo de competencias matemáticas. Asimismo, se evidenciaron resultados favorables en el aprendizaje y el rendimiento académico, junto con limitaciones metodológicas recurrentes relacionadas con tamaños muestrales reducidos, intervenciones de corta duración, uso de instrumentos con validación limitada y dificultades para la generalización de los hallazgos. En conjunto, los resultados evidenciaron la necesidad de fortalecer el rigor metodológico y la coherencia en el diseño de futuras investigaciones sobre gamificación educativa.

Palabras clave: Gamificación, videojuegos, educación, matemáticas.

Abstract:

The aim of this work was to systematically analyze scientific production published between 2015 and 2025 on gamification and educational video games, focusing on approaches, results, and methodological challenges. A systematic review guided by the PRISMA methodology was conducted, analyzing 82 studies indexed in the Scopus database. The analysis identified thematic and methodological trends, highlighting the predominance of quasi-experimental designs and mixed-methods approaches aimed at assessing motivation, engagement, and the development of mathematical competencies. Favorable outcomes related to learning and academic performance were reported, along with recurrent methodological limitations, including small sample sizes, short intervention durations, limited instrument validation, and constraints on the generalization of findings. Overall, the results highlighted the need to strengthen methodological rigor and coherence in future research on educational gamification.

Keywords: Gamification, video games, education, mathematics.

Introducción

Las competencias matemáticas son fundamentales para la vida en sociedad, el acceso al trabajo, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la participación ciudadana. Desde una perspectiva internacional, informes sobre calidad educativa y desempeño académico publicados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2019), a través del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA), y por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2023), coinciden en señalar que dichas competencias constituyen un eje central para desenvolverse en el siglo XXI y ejercer una ciudadanía activa e informada.

En esta misma línea, diversos autores destacan que el pensamiento matemático no solo cumple una función instrumental, sino que contribuye a la formación de ciudadanos críticos y autónomos, al vincular los saberes escolares con la comprensión y resolución de problemas reales. No obstante, evaluaciones internacionales como PISA (OECD, 2019) y TIMSS (Mullis *et al.*, 2020) continúan evidenciando bajos niveles de desempeño en matemáticas, especialmente en países en vías de desarrollo, donde estas brechas suelen asociarse con desigualdades estructurales que limitan las oportunidades de aprendizaje y profundizan escenarios de vulnerabilidad.

Ante este panorama, la gamificación emerge como una metodología activa que integra elementos del juego para fortalecer la motivación y la participación estudiantil. Estudios como los de Almo *et al.* (2024) evidencian mejoras en la motivación y la experiencia matemática en contextos gamificados, mientras que Holguin-Alvarez *et al.* (2025) reportan efectos significativos asociados a dinámicas de retroalimentación estructurada en entornos de gamificación mixta. Asimismo, Srimathi y Anitha (2024) y Mee *et al.* (2021) evidencian que estas estrategias fortalecen la interacción pedagógica y permiten atender la diversidad del aula.

Diversos estudios evidencian que persisten patrones de desmotivación y dificultades en el dominio de operaciones aritméticas básicas, originadas en la primaria y prolongadas en la secundaria (Holguin-Álvarez *et al.*, 2025; Srimathi & Anitha, 2024). Estas dificultades no responden únicamente a los contenidos, sino también a los enfoques pedagógicos predominantes. Wang *et al.*

(2024) señalan que los métodos tradicionales generan actitudes negativas hacia el aprendizaje, mientras que Mee *et al.* (2021) advierten que la clase magistral continúa siendo el modelo dominante, pese a su limitada capacidad para responder a los desafíos actuales. En este contexto, resulta pertinente analizar sistemáticamente la literatura científica de la última década sobre gamificación en matemáticas. Como advierten Kaymakci *et al.* (2024), el crecimiento del campo se ha acompañado de dispersión teórica y metodológica que dificulta la generalización, lo que exige una revisión rigurosa que identifique tendencias, vacíos y retos emergentes.

En la literatura educativa, los términos gamificación, game-based learning (GBL) y digital game-based learning (DGBL) suelen emplearse de manera indistinta, aunque refieren a enfoques conceptualmente diferenciados. Para efectos de esta revisión, se entiende por gamificación la incorporación intencional de elementos y dinámicas propias del juego (puntos, niveles, retroalimentación inmediata, narrativa o desafíos progresivos) en contextos educativos que no constituyen en sí mismos un juego completo. En contraste, el game-based learning implica el uso de juegos completos diseñados con fines educativos o comerciales como recurso central del proceso formativo.

No obstante, dado que en la práctica investigativa ambos enfoques comparten principios motivacionales y estructuras lúdicas, esta revisión incluyó estudios que emplean videojuegos educativos o estrategias de DGBL siempre que su implementación integrara explícitamente mecánicas de gamificación y se desarrollara en contextos formales de enseñanza de las matemáticas. Esta decisión metodológica responde al carácter híbrido del campo y fue aplicada de manera consistente durante el proceso de selección del corpus.

En consecuencia, el objetivo de este artículo es analizar sistemáticamente la producción científica publicada entre 2015 y 2025 sobre gamificación y videojuegos educativos en el área de matemáticas, identificando tendencias, resultados y retos metodológicos reportados por la literatura especializada, buscando aportar una visión integradora que contribuya a la consolidación metodológica del campo.

Materiales y métodos

La metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), publicada en 2009 y actualizada en 2020, constituye un referente para el reporte de revisiones sistemáticas al estandarizar los procesos de búsqueda, selección y síntesis de estudios, fortaleciendo la rigurosidad y la transparencia del análisis (Page *et al.*, 2021). Su aplicación permite organizar la revisión de la literatura mediante un diagrama de flujo y una lista de verificación, garantizando la trazabilidad de los hallazgos. En coherencia con este enfoque, el estudio se estructuró a partir de tres ejes de análisis: (i) las tendencias temáticas y metodológicas presentes en la investigación sobre gamificación y videojuegos educativos; (ii) los aportes relacionados con la motivación, el rendimiento académico y el desarrollo de competencias matemáticas; y (iii) los vacíos y retos metodológicos que inciden en la solidez y generalización de los resultados en estudios publicados entre 2015 y 2025.

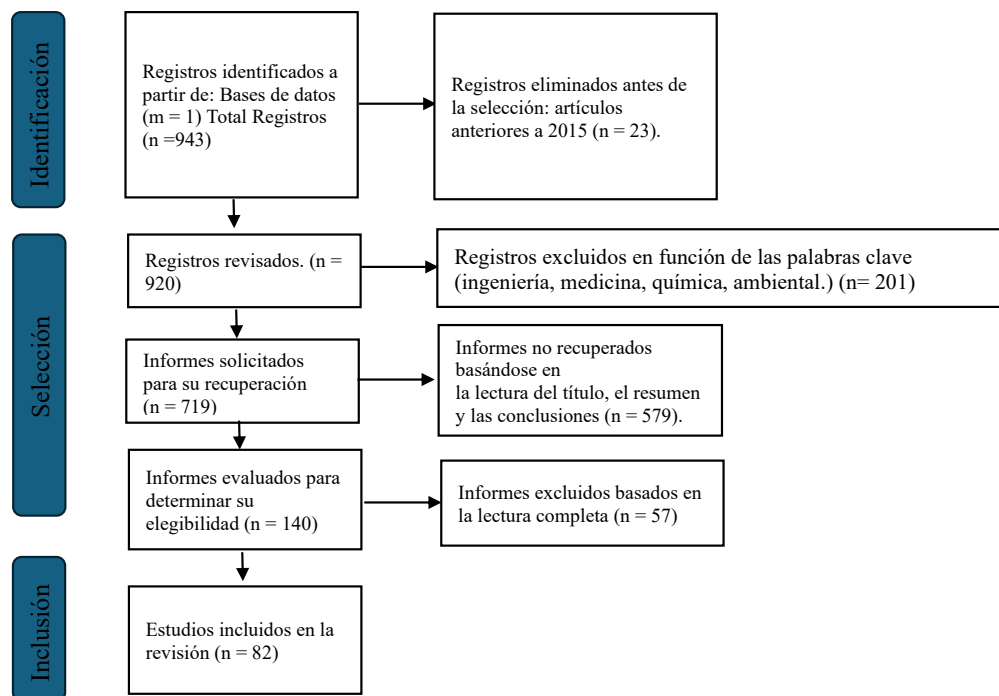
La búsqueda de información se realizó en la base de datos Scopus, utilizando el campo ALL, lo que permitió recuperar documentos a partir de su presencia en el título, resumen o palabras clave. La ecuación de búsqueda empleada fue la siguiente: ALL (gamification OR "game-based learning" OR "digital game-based learning" OR "educational video game") AND ALL (mathematics OR math) AND ALL (education). Se delimitó el periodo 2015-2025 y se filtraron únicamente artículos y revisiones publicados en inglés o español. Esta configuración permitió maximizar la exhaustividad de la recuperación documental y reducir posibles sesgos terminológicos asociados al uso diferenciado de los conceptos en la literatura científica.

La aplicación de esta estrategia permitió identificar inicialmente 943 registros relacionados con la incorporación de dinámicas lúdicas o videojuegos en contextos educativos vinculados al aprendizaje de las matemáticas. Para garantizar la pertinencia y calidad del corpus analizado, se establecieron criterios explícitos de inclusión y exclusión, siguiendo las directrices de la metodología PRISMA. Como criterios de inclusión se consideraron: (a) artículos empíricos y revisiones publicados entre 2015 y 2025; (b) estudios indexados en Scopus; (c) publicaciones redactadas en inglés o español; y (d) investigaciones centradas en el uso de la gamificación o videojuegos educativos en contextos formales de enseñanza, con especial énfasis en el área de

matemáticas. Se excluyeron actas de congresos sin revisión por pares, literatura gris, estudios duplicados y trabajos que no reportaran aplicaciones educativas. En una primera fase de depuración, al delimitar el periodo temporal de publicación, el número de registros se redujo a 920. Posteriormente, mediante una revisión preliminar del título, el resumen y las conclusiones, así como la verificación de la disponibilidad de acceso al texto completo, se descartaron aquellos estudios que no guardaban relación directa con los objetivos de la investigación, reduciendo el corpus a 140 registros. Finalmente, Tras la lectura y aplicación de los criterios de inclusión, se priorizaron estudios empíricos alineados con el uso de la gamificación y los videojuegos educativos en entornos virtuales, consolidándose un corpus final de 82 estudios. La Figura 1 presenta el diagrama PRISMA correspondiente a las distintas etapas del proceso de selección.

Figura 1

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



Con el corpus final, se diseñó una matriz de referencia en la que se registraron de manera estructurada las variables extraídas de cada uno de los 82 estudios. Cada artículo seleccionado fue examinado de forma individual considerando sus objetivos, diseño metodológico, nivel educativo,

área disciplinar, instrumentos empleados y variables objeto de medición. A partir de esta matriz, se procedió a la categorización temática mediante un proceso de codificación deductivo-inductivo: deductivo, al partir de dimensiones previamente definidas en función del objetivo del estudio (motivación, rendimiento, competencias matemáticas, evaluación, entre otras), e inductivo, al permitir la emergencia de subcategorías durante la revisión detallada de los textos completos. Posteriormente, se construyeron tablas de frecuencia absoluta y relativa que permitieron calcular los porcentajes reportados en los resultados. Estas frecuencias sirvieron como base para la elaboración de los gráficos y figuras presentados en el artículo.

Con el fin de mantener trazabilidad y completitud del corpus, se incorporan en la Tabla 1 todos los estudios sistematizados en la matriz de referencia. En consecuencia, algunos artículos se reportan en dicha tabla aunque no se desarrollen narrativamente en el apartado de resultados, dado que su tratamiento fue de clasificación y registro dentro del corpus.

La estrategia de análisis bibliométrico se basó en la recolección manual de datos conforme a los criterios PRISMA. Se sistematizaron variables como el título del artículo, la revista, el cuartil de indexación, el año de publicación y el país de procedencia de los autores. La información se representó mediante tablas de frecuencia y gráficos, lo que permitió describir la evolución y distribución de la producción científica. Finalmente, se realizaron comparaciones entre autores, instituciones y países, y se estableció una clasificación temática para identificar la prevalencia relativa de cada categoría en los estudios analizados.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados del análisis de los estudios seleccionados, los cuales abordaron explícitamente la gamificación como eje central o componente metodológico. La búsqueda bibliográfica se realizó a partir de las palabras clave *gamification*, *video game*, *education* y *mathematics*, priorizando investigaciones centradas en el diseño, desarrollo o implementación de estrategias gamificadas en entornos virtuales o mediante videojuegos educativos. Se dio preferencia a estudios de tipo experimental y cuasiexperimental desarrollados en contextos reales,

orientados tanto a la evaluación de la eficacia de la gamificación como a su diseño pedagógico y experiencia de uso.

Tipo y enfoque de investigación

En esta revisión sistemática, el tipo y enfoque de investigación se refiere a la orientación metodológica adoptada por los estudios analizados, considerando el diseño, los instrumentos y los procedimientos de análisis reportados. En los trabajos revisados se muestra una prevalencia hacia el enfoque de investigación mixto (42 %), seguido del cuantitativo (36 %) y, en menor proporción, el cualitativo (22 %), lo que mostró una tendencia hacia diseños metodológicos integradores. Los estudios cuantitativos se caracterizan principalmente por el uso de diseños cuasiexperimentales, con aplicación de pruebas pretest y posttest para evaluar los efectos de las intervenciones gamificadas en el aprendizaje, reflejando una clara orientación hacia la generación de evidencia empírica. De manera complementaria, una parte del corpus adopta enfoques mixtos, en los que los procedimientos cuantitativos se articulan con técnicas cualitativas, lo que permite profundizar en las percepciones y experiencias de los participantes.

Esta integración se observa en estudios que combinan la medición del desempeño académico con el análisis de variables autorregulatorias y perceptivas, tales como Opriş *et al.* (2024). Aunque los estudios cualitativos representan una proporción menor, su aporte resulta relevante para comprender la dimensión experiencial de la gamificación educativa, particularmente en aspectos como la motivación, la colaboración y la percepción del aprendizaje. En conjunto, los resultados mostraron una orientación predominante hacia diseños cuasiexperimentales y mixtos, que combinan mediciones objetivas del rendimiento académico con el análisis de experiencias subjetivas, lo que permitió una aproximación más amplia al impacto pedagógico de la gamificación.

Categorías de estrategias gamificadas y recursos educativos

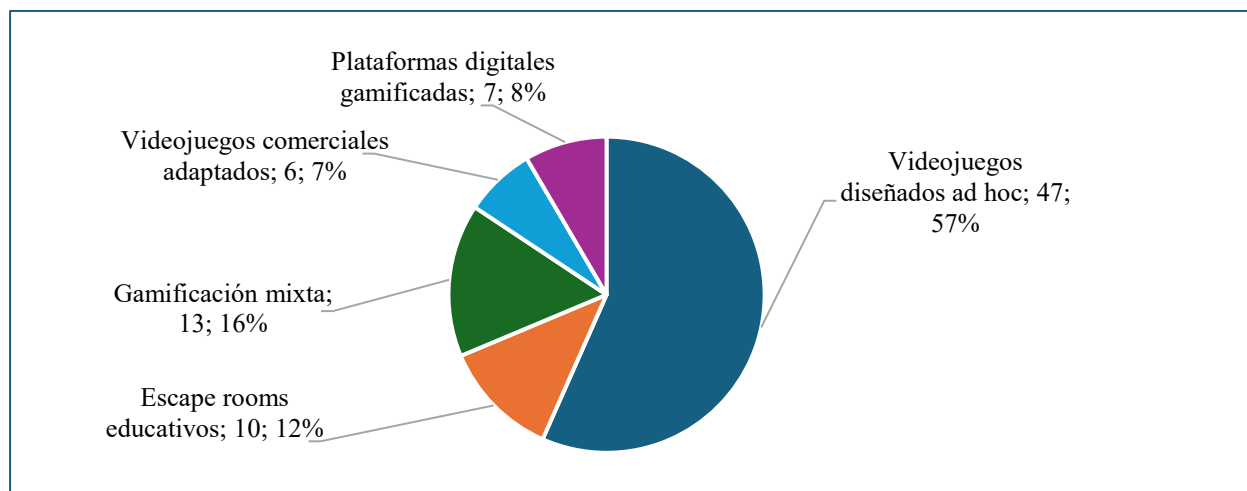
El análisis permitió organizar los estudios en cinco categorías según la estrategia didáctica y el recurso empleado: videojuegos diseñados *ad hoc*, *escape rooms* educativos, gamificación mixta, adaptación de videojuegos comerciales y plataformas digitales gamificadas lo cual se refleja en la

Figura 2. Esta clasificación permitió identificar tendencias en el tipo de recurso y su alineación con los objetivos curriculares. Los resultados muestran un claro predominio de los videojuegos diseñados *ad hoc* (56,6 %), lo que refleja la preferencia por recursos personalizados orientados a contenidos específicos. Investigaciones como las de Cubillos *et al.* (2024) y Almo *et al.* (2024) reportaron mejoras en la motivación y en la comprensión de conceptos matemáticos, lo que sugiere una mayor efectividad pedagógica frente a la adaptación de videojuegos comerciales.

En una proporción intermedia se ubican las estrategias de gamificación mixta (15,6 %) y los escape rooms educativos (11,9 %), asociadas principalmente al incremento del compromiso, la motivación y el trabajo colaborativo. Estas intervenciones suelen evaluarse mediante diseños de corta duración centrados en la medición inmediata del desempeño, como se observa en estudios que integran dinámicas mixtas de gamificación, tales como Holguin-Alvarez *et al.* (2022) y Kocabatmaz y Saraçoğlu (2024). Las categorías con menor presencia corresponden a la adaptación de videojuegos comerciales (7.2 %) y a las plataformas digitales educativas gamificadas (8.4 %), cuyos estudios presentan enfoques exploratorios y menor vinculación curricular. En conjunto, el análisis evidencia que, aunque la gamificación se aplica en diversas áreas, una proporción significativa del corpus se orienta a matemáticas (27 de 82 estudios; ≈ 33 %), lo que confirma su relevancia como campo prioritario de investigación.

Figura 2

Recursos utilizados en la gamificación empleados en estrategias didácticas.



Propósito de las investigaciones

Dada la diversidad terminológica y la heterogeneidad de los objetivos de los estudios analizados, el corpus muestral se organizó en cinco categorías presentadas con el fin de identificar tendencias en los propósitos de las investigaciones sobre gamificación educativa. La categoría predominante corresponde a los estudios orientados a evaluar el impacto de los videojuegos o estrategias gamificadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En esta línea, investigaciones como las de Holguin-Alvarez *et al.* (2025) y Mee *et al.* (2021) emplean diseños cuasiexperimentales para analizar variables como el rendimiento académico, la motivación y el compromiso estudiantil.

En segundo lugar, cerca del 30 % de los trabajos se centra en la exploración de percepciones, actitudes y experiencias en contextos gamificados, aportando una comprensión cualitativa del fenómeno, como se observa en estudios que analizan la motivación estudiantil y las creencias docentes, tales como Leonardou *et al.* (2022) y Jukic Matic *et al.* (2023). En menor proporción, se identifican estudios orientados al diseño y desarrollo de estrategias gamificadas, con énfasis en su fundamentación pedagógica y tecnológica, como se observa en investigaciones centradas en la implementación de entornos digitales específicos, tales como Kamalodeen *et al.* (2021) y Kaymakci-Ustuner *et al.* (2024). Asimismo, una parte del corpus se enfoca en el desarrollo de competencias matemáticas específicas y procesos cognitivos vinculados al rendimiento académico, como se aprecia en Fraga-Varela *et al.* (2021) y Janković y Lambić (2022). Las revisiones teóricas o documentales representan una proporción marginal del corpus (3,61 %), lo que evidencia un campo aun predominantemente empírico y en proceso de consolidación teórica (Morales, 2022).

Instrumentos de recolección y análisis

Se identificaron diversas categorías de instrumentos según el propósito metodológico de cada investigación, cuyos resultados muestran que el cuestionario con escalas tipo Likert fue el instrumento más empleado (41%), utilizado principalmente para evaluar la motivación, la percepción y la experiencia de los participantes. Estudios como los de Kaymakci *et al.* (2024) y Las pruebas de rendimiento académico representan el 22,89 % de los instrumentos empleados y

se aplican, principalmente, en diseños cuasiexperimentales con esquemas de pretest y postest, como se observa en estudios que analizan el efecto de intervenciones gamificadas en el logro matemático, tales como Janković y Lambić (2022) y Lee y Choi (2020). Asimismo, una parte de los estudios incorpora análisis estadísticos inferenciales para evaluar el impacto de las intervenciones gamificadas, evidenciando un énfasis cuantitativo en la medición de resultados, como se observa en investigaciones cuasiexperimentales tales como Janković y Lambić (2022) y Maraza-Quispe *et al.* (2024).

Por otra parte, los enfoques cualitativos muestran una presencia menor. El análisis de contenido aparece en cerca del 8 % de los estudios, mientras que las entrevistas y los grupos focales representan alrededor del 6 %, permitiendo recoger la voz de estudiantes y docentes, como se observa en investigaciones centradas en las creencias y percepciones sobre la integración de la gamificación, tales como Jukic Matic *et al.* (2023). Finalmente, una proporción reducida de investigaciones se orienta a la evaluación técnica de videojuegos o a trabajos teóricos sin datos empíricos (8 % en conjunto). En conjunto, la diversidad de instrumentos evidencia la coexistencia de enfoques cuantitativos y cualitativos, con un claro predominio de los primeros en la investigación sobre gamificación educativa.

Síntesis de los resultados según impacto reportado

Los estudios incluidos en el corpus se organizaron en cinco categorías temáticas según el tipo de impacto reportado. Es importante establecer que estas categorías no son excluyentes, dado que un mismo estudio puede reportar simultáneamente resultados en más de una dimensión; por ello, los porcentajes no deben interpretarse como partes de un total que sume 100 %. Teniendo en cuenta lo anterior, la mayor proporción de estudios reporta mejoras en el rendimiento académico con un 47%, evidenciando efectos positivos de las intervenciones gamificadas, como documentan Holguin-Alvarez *et al.* (2025).

Asimismo, el 19% de los estudios informa incrementos en la motivación y el compromiso estudiantil (Kaymakci *et al.*, 2024). En contraste, alrededor del 19 % de las investigaciones reporta efectos moderados o comparables entre condiciones experimentales y de control, lo que sugiere

evidencia no uniforme dentro del campo, como se observa en estudios que analizan diferencias en desempeño y aprendizaje, tales como Ninaus *et al.* (2023).

Las categorías de menor presencia corresponden a estudios centrados en la validación técnica de videojuegos o en percepciones sin análisis profundo ni triangulación metodológica ($\approx 8\%$). En términos generales, estos resultados evidencian que la investigación en gamificación educativa prioriza los resultados académicos y motivacionales, mientras que los enfoques técnicos y los análisis cualitativos profundos mantienen una presencia limitada, lo que permitió identificar áreas con menor desarrollo dentro del corpus analizado.

Clasificación de estudios según la variable objeto de medición

La Tabla 1 presenta una síntesis de las investigaciones analizadas, organizada a partir de la variable principal evaluada en cada estudio. Esta clasificación complementa el análisis integrado de resultados presentado en las figuras del apartado, permitiendo identificar con mayor claridad los enfoques predominantes y la distribución de los intereses investigativos en el campo de la gamificación educativa. Asimismo, la tabla vincula el propósito investigativo con las variables objeto de medición y el nivel educativo en el que se desarrollaron las intervenciones gamificadas, lo que favorece una comprensión más precisa de los enfoques metodológicos adoptados por los estudios revisados. La marca “X” indica la presencia explícita de la categoría, variable o característica correspondiente, identificada durante el proceso de análisis del corpus muestral.

Tabla 1

Matriz analítica del corpus según las categorías de análisis y el nivel educativo.

Autor / Categoría	Gamificación	Psi - Coafectividad	Rendimiento	Evaluación	Cognición	Didáctica	Matemáticas	Preescolar - primaria	Secundaria	Universidad
Zhong <i>et al.</i> (2025)	x				x					x
Holguin-Alvarez <i>et al.</i> (2025)	x		x		x	x		x		
Zhou & Mohd Bakhir (2025)	x				x					x
Almo <i>et al.</i> (2024)	x		x			x	x			
Portier-Charneau & Sanchiz (2024)	x	x				x			x	
Mat <i>et al.</i> (2024)	x					x		x		
Kahyaoğlu Erdoğan & Kurt (2024)	x					x				x
Cubillos <i>et al.</i> (2024)	x	x			x	x				
Arztmann <i>et al.</i> (2024)	x	x	x						x	
Lozano <i>et al.</i> (2024)	x						x		x	
George & Veena (2024)	x					x		x		
Bucag <i>et al.</i> (2024)	x							x		
Maraza-Quispe <i>et al.</i> (2024)	x	x	x		x	x	x			
Kaymakci-Ustuner <i>et al.</i> (2024)	x	x			x	x				
Oprış <i>et al.</i> (2024)	x	x						x		
Srimathi & Anitha (2024)	x			x					x	
Wang, Kong & Wang (2024)	x	x					x		x	
Kocabatmaz & Saraçoğlu (2024)	x	x				x		x		
Antequera-Barroso & Carmona-Medeiro (2024)	x	x				x				
Faitelson, Gul & Arieli (2024)	x	x								x
Behnamnia <i>et al.</i> (2023)	x	x						x		
Ninaus <i>et al.</i> (2023)	x				x					x
Chen <i>et al.</i> (2023)	x	x							x	
Alt (2023)	x	x					x		x	
Basu <i>et al.</i> (2023)	x									x
Solano-Gonzales <i>et al.</i> (2023)	x	x		x				x		
Cirilo <i>et al.</i> (2023)	x							x	x	
Stohlmann (2023)	x						x		x	
Jukic Matic <i>et al.</i> (2023)	x					x	x		x	
Hayak y Avidov-Ungar (2023)	x									x
Yu & Tsuei (2023)	x		x							x
Leonardou <i>et al.</i> (2022)	x	x								x
Pando Cerra <i>et al.</i> (2022)	x	x	x		x					x
Lee <i>et al.</i> (2022)	x					x	x			x
Demir (2022)	x	x	x							x
Reyes-de-Cózar <i>et al.</i> (2022)	x									
Martinez <i>et al.</i> (2022)	x	x							x	x
Haase & Hanel (2022)	x	x								
Guerra-Antequera <i>et al.</i> (2022)	x	x					x			x
Alam & Dubé (2022)	x								x	
Cai <i>et al.</i> (2022)	x		x						x	x
Ramírez-Orozco (2022)	x	x						x	x	
Piñero Charlo <i>et al.</i> (2022)	x	x								
Holguin-Alvarez <i>et al.</i> (2022)	x							x	x	
Ramli <i>et al.</i> (2022)	x		x					x	x	
Tzoumpa <i>et al.</i> (2022)	x	x		x						x
Zhan <i>et al.</i> (2022)	x	x	x		x					x
Abrams (2022)	x			x	x					x
Janković & Lambić (2022)	x	x	x							x
Patra <i>et al.</i> (2022)	x					x				x
Leitão <i>et al.</i> (2022)	x	x								x
Kamalodeen <i>et al.</i> (2021)	x	x								x
Chen & Chuang (2021)	x							x	x	x
Chan <i>et al.</i> (2021)	x	x	x							x
Kniestedt <i>et al.</i> (2021)	x	x								
Wardoyo <i>et al.</i> (2021)	x	x	x							x
Fraga-Varela <i>et al.</i> (2021)	x		x					x	x	
Bouzid <i>et al.</i> (2021)	x	x						x	x	
Mee <i>et al.</i> (2021)	x	x							x	
Zabala-Vargas <i>et al.</i> (2021)	x	x								
Marín-Díaz <i>et al.</i> (2020)	x							x	x	x
Lee & Choi (2020)	x								x	
Bertram (2020)	x	x								

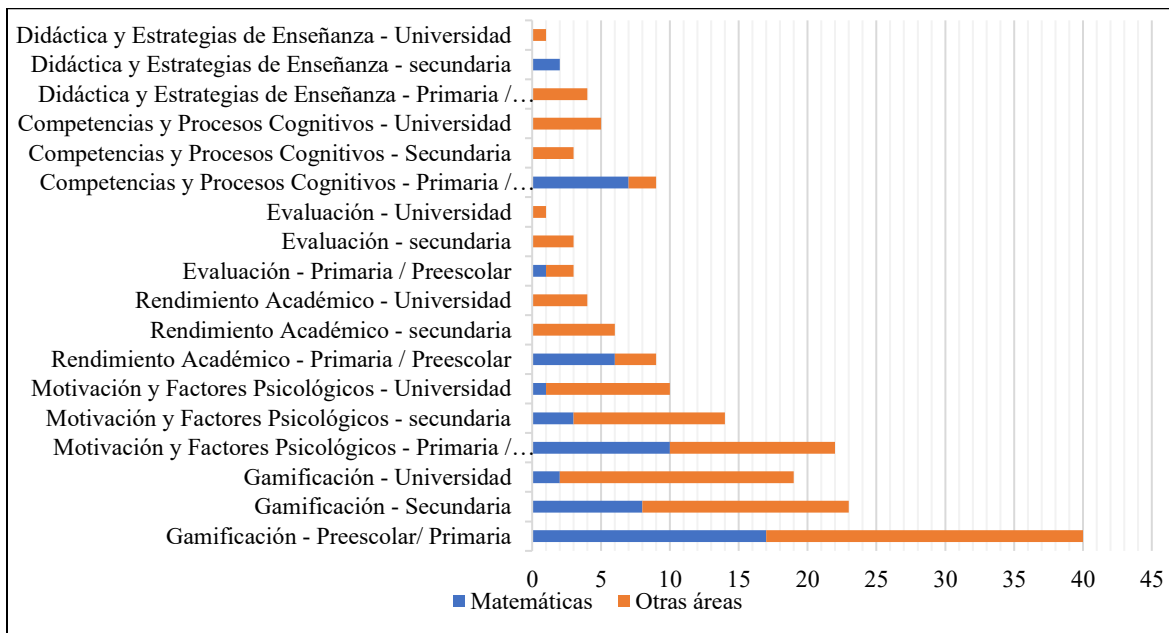
<i>Autor / Categoría</i>	Gamificación	Psi - Coafectividad	Rendimiento	Evaluación	Cognición	Didáctica	Matemáticas	Preescolar - primaria	Secundaria	Universidad
Gao <i>et al.</i> (2020)	x	x								
Espinosa-Curiel <i>et al.</i> (2020)	x							x		
Moon & Ke (2020)	x						x		x	
Silva <i>et al.</i> (2020)	x	x								
Yeh <i>et al.</i> (2019)	x	x	x				x	x		
Marín-Díaz <i>et al.</i> (2019)	x		x							
Gallego-Durán <i>et al.</i> (2019)	x	x		x						x
Jafari & Abdollahzade (2019)	x									x
Zulkifli <i>et al.</i> (2019)	x	x						x		
Harikrishnan <i>et al.</i> (2019)	x						x			

<i>Autor / Categoría</i>	Gamificación	Psi - Coafectividad	Rendimiento	Evaluación	Cognición	Didáctica	Matemáticas	Preescolar - primaria	Secundaria	Universidad
Garmen <i>et al.</i> (2019)	x			x	x			x		
Alexiou & Schippers (2018)	x	x						x	x	x
Pratama & Setyaningrum (2018)	x	x	x		x				x	
González-Ferreras <i>et al.</i> (2017)	x	x								
Beserra <i>et al.</i> (2017)	x	x		x			x	x		
O'Rourke, Main, & Hill (2017)	x	x						x		
Alhuhud & Altamimi (2016)	x			x						
Kim & Lee (2015)	x	x								
Sedig, Haworth, & Corridore (2015)	x									

Con el fin de ofrecer una visión integrada de los hallazgos obtenidos, se presentan a continuación los resultados del análisis del corpus muestral, articulando las categorías temáticas, el nivel educativo y la vinculación disciplinar de las investigaciones revisadas. Esta aproximación permite identificar tendencias predominantes y vacíos relevantes en la investigación sobre gamificación educativa. En la Figura 3, se presenta una representación integrada de las categorías temáticas analizadas, el nivel educativo en el que se desarrollaron las investigaciones y su vinculación con el área de matemáticas u otras áreas del conocimiento, lo que permite una lectura comparativa del corpus muestral.

Figura 3

Distribución de los propósitos investigativos según el nivel educativo en estudios sobre gamificación.



Nota. La categoría “educación preescolar y primaria” agrupa ambos niveles educativos con fines analíticos. La clasificación “Matemáticas / Otras áreas” se estableció a partir del análisis del foco disciplinar identificado en cada estudio durante el proceso de revisión del corpus muestral.

A partir del análisis global del corpus, se identifica que el 100 % de los estudios incluidos aborda explícitamente la gamificación, en coherencia con los criterios de inclusión definidos por la metodología PRISMA. En cuanto a las variables más recurrentes, se evidencia un marcado predominio de investigaciones centradas en la motivación y los factores psicológicos, presentes en el 58 % de los estudios.

En este grupo, la gamificación es concebida principalmente como un medio para fortalecer el compromiso, la autoeficacia y el interés por el aprendizaje. En esta línea, Portier y Sanchiz (2024) y Kaymakci *et al.* (2024) reportan efectos positivos particularmente en educación preescolar y primaria.

Asimismo, alrededor del 33 % de las investigaciones vincula la gamificación con el área de matemáticas, con énfasis en el desarrollo del pensamiento lógico, la comprensión conceptual y el rendimiento académico. Dentro de este grupo, un 19 % de los estudios reporta mejoras en el rendimiento académico mediante diseños cuasiexperimentales con aplicación de pruebas pretest y postest, como ilustran, por ejemplo, Holguin-Alvarez *et al.* (2025) y Mee *et al.* (2021).

Por su parte, las investigaciones centradas en la evaluación de procesos educativos mediados por gamificación representan aproximadamente el 10 % del corpus, incorporando indicadores de desempeño y análisis sistemáticos, como se evidencia en Herrera *et al.* (2022). Esta proporción limitada muestra una menor atención a los procesos evaluativos en comparación con las dimensiones motivacionales y de rendimiento. En relación con el desarrollo de competencias y procesos cognitivos, los resultados indican que el 11 % de los estudios se orienta al desarrollo de competencias, mientras que el 8 % aborda procesos cognitivos como la resolución de problemas, la memoria y el pensamiento crítico. En este sentido, Zhong *et al.* (2025) destacan el papel de la narrativa lúdica en la estimulación del razonamiento abstracto en contextos gamificados.

De manera complementaria, el 8.4 % de las investigaciones concibe la gamificación como una estrategia didáctica activa integrada en propuestas pedagógicas estructuradas. En estos casos, la gamificación no se limita a la incorporación aislada de elementos lúdicos, sino que se articula con objetivos de aprendizaje definidos, secuencias didácticas planificadas y mecanismos de evaluación coherentes con el currículo. Esta orientación se observa en estudios que diseñan e implementan intervenciones formativas con fundamentación pedagógica explícita, tales como Kamalodeen *et al.* (2021) y Antequera-Barroso y Carmona-Medeiro (2024).

Desde la perspectiva del nivel educativo, el análisis porcentual del corpus evidencia una mayor concentración de investigaciones en educación preescolar y primaria, seguidas por educación secundaria y, en menor proporción, educación superior. Esta distribución refuerza la tendencia a implementar la gamificación en los niveles educativos iniciales, asociada a su potencial motivacional y a la flexibilidad curricular (Chacón-López *et al.*, 2023; Navarro-Pérez *et al.*, 2022).

Categorías temáticas en la gamificación matemática

De los 82 artículos analizados, 27 estudios ($\approx 33\%$) abordan explícitamente la gamificación aplicada al aprendizaje de las matemáticas. Estos trabajos se organizaron en seis categorías temáticas según su propósito investigativo y los componentes curriculares abordados. Los resultados muestran que las categorías con mayor presencia corresponden a operaciones básicas y cálculo aritmético (23 %) y a motivación, actitud y participación (23 %), lo que indica que la gamificación en matemáticas se orienta prioritariamente al fortalecimiento de la fluidez operativa y al impacto en variables afectivas del aprendizaje. Esta tendencia se observa en estudios que analizan la mejora del desempeño matemático y los efectos de dinámicas de retroalimentación en contextos escolares (Fraga-Varela *et al.*, 2021; Holguin-Alvarez *et al.*, 2025).

Asimismo, las investigaciones centradas en el desempeño académico reportan mejoras en los resultados de aprendizaje tras la implementación de estrategias gamificadas, como se observa en estudios de evaluación de intervenciones digitales tales como Kaymakci-Ustuner *et al.* (2024). En contraste, los trabajos orientados a contenidos específicos como el pensamiento algebraico o geométrico, así como aquellos enfocados en el diseño didáctico y curricular, presentan una menor representación dentro del corpus analizado, como se aprecia en Zhong *et al.* (2025). Finalmente, las categorías vinculadas con el currículo, la evaluación específica en matemáticas y la viabilidad de las intervenciones presentan una presencia marginal dentro del corpus analizado, lo que evidencia una atención limitada a estos aspectos en la investigación sobre gamificación en matemáticas.

Esta tendencia se observa en estudios que centran su análisis en intervenciones específicas y en la medición de efectos motivacionales y de rendimiento a corto plazo, con menor énfasis en análisis longitudinales o en modelos evaluativos articulados curricularmente (Kamalodeen *et al.*, 2021; Holguin-Alvarez *et al.*, 2022).

Análisis bibliométrico

La caracterización del análisis bibliométrico se realizó a partir de los registros recuperados en la base de datos Scopus, fuente utilizada tanto para la identificación del corpus como para la obtención de los indicadores de citación. El número total de citas reportado para cada artículo fue extraído directamente del campo “Cited by” de Scopus, y los datos fueron consolidados mediante exportación en formato CSV para su sistematización y procesamiento descriptivo. Se identificaron 82 artículos publicados entre 2015 y 2025. A partir de esta información se calcularon las citas totales ($n = 2,975$) y el promedio de citas por artículo ($\approx 36,3$), mediante un análisis descriptivo de frecuencias.

La producción muestra un crecimiento sostenido a partir de 2016 y alcanza su punto más alto en 2022 ($n = 19$; 736 citas). Los mayores niveles de impacto relativo se registran en 2018 (421 citas en 3 artículos; ≈ 140 por artículo) y 2019 (431 en 5 artículos; ≈ 86), mientras que la baja citación de 2024-2025 se explica por el corto tiempo de exposición de las publicaciones.

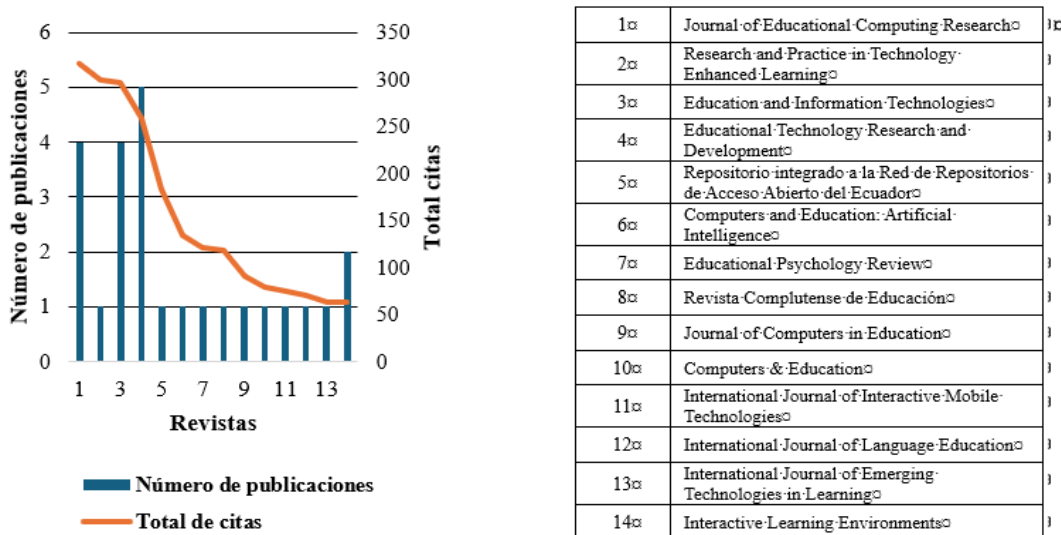
En términos de calidad editorial, el 50 % de los trabajos carece de clasificación por cuartil ($N/A=41$) y el 50 % restante está indexado, distribuido en Q1 (22), Q2 (13), Q3 (4) y Q4 (2). Dentro de los artículos indexados, Q1 y Q2 concentran el 85,4 %, lo que evidencia una orientación clara hacia revistas de alto impacto. Por año, se observa predominio de Q1 en 2021 (62,5 %) y de Q1-Q2 en 2022 (63 %), mientras que en 2020, 2023 y 2024 aumenta la presencia de publicaciones sin cuartil, asociadas a fuentes no clasificadas o en proceso de indexación. La relación entre número de publicaciones y citas por revista, ilustrada en la Figura 4, permite identificar una alta concentración del impacto científico.

En el análisis por revista (25 artículos en 14 títulos; 2,172 citas), destacan *Journal of Educational Computing Research*, *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, *Education and Information Technologies* y *Educational Technology Research and Development*, que en conjunto concentran cerca del 54 % de las citas de este subconjunto. Sobresale el promedio de citas por artículo en *RPTEL* (≈ 300) y los valores superiores a 70 citas/artículo en *E&IT* y *JECR*. El prestigio editorial se refuerza al considerar los índices H más altos, liderados por *Computers & Education*, *Frontiers in Psychology* y *Sustainability*, junto con revistas especializadas de referencia como *Educational Psychology Review*, *British Journal of Educational Technology* y *ETR&D*.

Finalmente, la distribución por editoriales muestra una concentración en grandes casas internacionales, entre las que destacan IEEE, MDPI, Taylor & Francis, SAGE y Springer, que en conjunto agrupan 30 de los 82 artículos ($\approx 36,6\%$). Editoriales de presencia intermedia, como Kluwer Academic Publishers y Frontiers Media, complementan este panorama, mientras que más de 40 entidades aportan un solo artículo, incluyendo universidades y editoriales regionales. En conjunto, esta distribución refleja un equilibrio entre visibilidad global y diversidad editorial.

Figura 4

Relación entre el número de publicaciones y la suma de citas por revista.

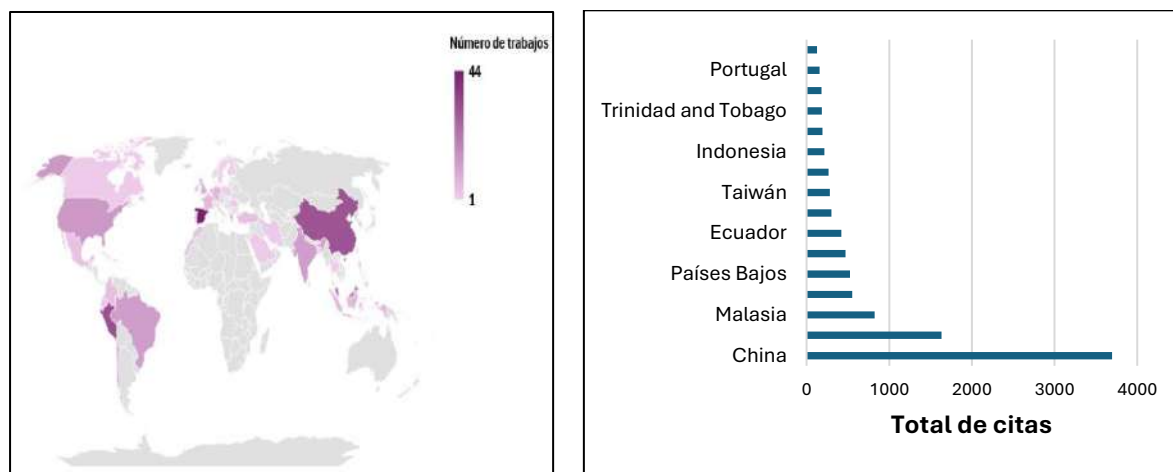


En la Figura 5 se presenta la distribución del número de trabajos y citas según el país de filiación de los autores. El análisis de las afiliaciones institucionales evidencia un liderazgo latino-europeo. La Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa ocupa el primer lugar con 14 publicaciones, para un 15,9 %, seguida de la Universidad de Oviedo con 8 publicaciones para un 9,1%. Un segundo núcleo lo conforman la Universidad César Vallejo, la Universidad de Alicante, la Universidad de Selangor y la University of São Paulo, con seis publicaciones cada una.

Con menor frecuencia destacan Loughborough University y South China Normal University (cinco afiliaciones), mientras que otras ocho instituciones aportan cuatro publicaciones cada una, procedentes de países como México, India, Filipinas, Taiwán, Perú, Hong Kong y el Caribe. En conjunto, las ocho instituciones con mayor producción concentran aproximadamente el 63,6 % de las afiliaciones, lo que evidencia redes de colaboración amplias y heterogéneas, con una presencia significativa de América Latina, Europa y Asia.

Figura 5

Distribución del número de publicaciones y total de citas por país.



Conclusiones

Los estudios analizados reportan que la gamificación presenta un potencial pedagógico para fortalecer la motivación estudiantil, desarrollar las competencias matemáticas, las habilidades cognitivas y mejorar el rendimiento académico, de acuerdo con los resultados del corpus analizado, aunque sus efectos dependen de condiciones metodológicas, contextuales y de diseño aún poco sistematizadas. En el corpus analizado se evidencian resultados positivos asociados a la incorporación de dinámicas lúdicas, desafíos interactivos y retroalimentación inmediata, lo que favorece el aprendizaje significativo, el pensamiento lógico-matemático y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores. Asimismo, los estudios analizados sugieren que la gamificación podría contribuir a transformar las prácticas tradicionales, promoviendo ambientes de aprendizaje más inclusivos, autónomos y personalizados, acordes con las necesidades de los estudiantes del siglo XXI.

El análisis permitió identificar tendencias convergentes en los enfoques temáticos y metodológicos, con una marcada orientación hacia el estudio de la motivación y el rendimiento académico, y un uso predominante de videojuegos como estrategia didáctica. No obstante, también se evidencian limitaciones relacionadas con el alcance de los estudios, dado que muchos objetivos temáticos se vinculan a decisiones metodológicas como el uso de muestras pequeñas, intervenciones de corta duración y la ausencia de grupos de comparación. A ello se suma una cierta dispersión temática, ya que pocos trabajos abordan de manera integrada dimensiones como la evaluación, el desarrollo de competencias y los procesos cognitivos, lo que da cuenta de un abordaje parcial de la experiencia educativa gamificada.

Las limitaciones metodológicas identificadas entre ellas, el tamaño reducido de las muestras, la brevedad de las intervenciones, la escasa triangulación de fuentes y el uso de instrumentos sin validación previa constituyen retos clave para avanzar hacia investigaciones más sólidas y representativas.

Superar estas debilidades requiere considerar la adopción de diseños metodológicos más rigurosos que permitan valorar con mayor precisión el impacto real de las estrategias gamificadas en contextos educativos diversos, especialmente en países como Colombia, donde la riqueza cultural y la heterogeneidad escolar demandan propuestas flexibles, contextualizadas y éticamente fundamentadas.

Por último, el análisis bibliométrico evidenció un crecimiento sostenido y una progresiva consolidación de la producción científica sobre gamificación y videojuegos educativos entre 2015 y 2025, con una tendencia ascendente a partir de 2016 y un punto máximo en 2022. La concentración de publicaciones en revistas de alto impacto (Q1 y Q2), junto con el incremento de las citas, confirma el interés de la comunidad científica por integrar la gamificación como estrategia pedagógica innovadora. A nivel geográfico, se observa una distribución amplia y diversa de las investigaciones, con aportes significativos de Europa, América y Asia, lo que evidencia la consolidación de redes intercontinentales y un campo en transición hacia estudios con mayor rigor metodológico y proyección internacional.

Referencias bibliográficas.

- Abrams, S. S. (2022). Game-informed meaning making in U.S. math class: Cooperative competition and students' literacies and numeracies. *L1-Educational Studies in Language and Literature*, 22, 1-26. <https://doi.org/10.21248/l1esll.2022.22.2.368>
- Alam, S. S., & Dubé, A. K. (2022). Theoretically driven educational app design: The creation of a mathematics app. *Educational Technology Research and Development*, 70, 1305-1327. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10109-9>
- Alexiou, A., & Schippers, M. C. (2018). Digital game elements, user experience and learning: A conceptual framework. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2545-2567. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9730-6>
- Alhuhud, G., & Altamimi, W. (2016). Quality evaluation of mobile game: Miftah Alfasaha. *Mobile Information Systems*, 2016, 4581279. <https://doi.org/10.1155/2016/4581279>
- Almo, A., Rocha, M., Brennan, A., & Dondio, P. (2024). Exploring the impact of player traits on the leaderboard experience in a digital maths game. *International Journal of Serious Games*, 11(4), 173-196. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v11i4.794>
- Alt, D. (2023). Assessing the benefits of gamification in mathematics for student gameful experience and gaming motivation. *Computers & Education*, 200, 104806. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104806>

- Antequera-Barroso, J. A., & Carmona-Medeiro, E. (2024). Connect the dots: Connecting problem solving and videogames in initial training of early childhood education teachers. *Frontiers in Education, 9*, 1307929. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1307929>
- Arztmann, M., Domínguez Alfaro, J. L., Hornstra, L., Jeurig, J., & Kester, L. (2024). In-game performance: The role of students' socio-economic status, self-efficacy and situational interest in an augmented reality game. *British Journal of Educational Technology, 55*(2), 484-498. <https://doi.org/10.1111/bjet.13395>
- Basu, S., Saha, S., Das, S., Guha, R., Mukherjee, J., & Mahadevappa, M. (2023). Assessment of attention and working memory among young adults using computer games. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 14*, 2413-2428. <https://doi.org/10.1007/s12652-022-04494-5>
- Behnamnia, N., Kamsin, A., Ismail, M. A. B., & Hayati, S. A. (2023). A review of using digital game-based learning for preschoolers. *Journal of Computers in Education, 10*(4), 603-636. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00240-0>
- Bertram, L. (2020). Digital learning games for mathematics and computer science education: The need for preregistered RCTs, standardized methodology, and advanced technology. *Frontiers in Psychology, 11*, 2127. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02127>
- Beserra, V., Nussbaum, M., & Grass, A. (2017). Using a fine-grained multiple-choice response format in educational drill-and-practice video games. *Interactive Learning Environments, 25*(6), 717-732. <https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1172244>
- Bouزيد, T., Kaddari, F., Darhmaoui, H., & Bouزيد, E. G. (2021). Enhancing math-class experience throughout digital game-based learning: The case of Moroccan elementary public schools. *International Journal of Modern Education and Computer Science, 13*(5), 1-13. <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2021.05.01>
- Bucag, K. A. R., Ilaó, A. L., Casidsid, I. J. P., & Enicola, J. T. S. (2024). ADOMATH: An Android mobile game application for preschoolers. In *2024 22nd International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICTKE62841.2024.10787159>
- Cai, Z., Mao, P., Wang, D., He, J., Chen, X., & Fan, X. (2022). Effects of scaffolding in digital game-based learning on students' achievement: A three-level meta-analysis. *Educational Psychology Review, 34*(2), 537-574. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09655-0>
- Chacón-López, M., Zamora-Sánchez, M., & Hidalgo, L. (2023). Gamificación en matemáticas: Una propuesta para la resolución de problemas en primaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 22*(2), 54-70. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.22.2.54>
- Chan, S. H., Song, Q., Trongmateerut, P., & Rivera, L. H. (2021). Will game-based learning enhance performance? *International Journal of Accounting & Information Management, 29*(2), 217-251. <https://doi.org/10.1108/IJAIM-07-2021-0136>
- Chen, C.-H., & Chuang, C.-H. (2021). *Is digital game-based learning possible in mathematics classrooms? A study of teachers' beliefs*. *Education and Information Technologies, 26*, 6265-6286. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10518-9>
- Chen, M. F., Chen, Y. C., Zuo, P. Y., & Hou, H. T. (2023). Design and evaluation of a remote synchronous gamified mathematics teaching activity that integrates multi-representational scaffolding and a mind tool for gamified learning. *Education and Information Technologies, 28*, 13207-13233. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11708-6>

- Cirilo, M. H. D., Ferreira, G. M. S. C., Faria, M. H., Oliveira, A. P., Carvalho, C. R. O., & Souza, P. S. L. (2023). Health Tycoon: An educational simulation game on positive habits. In *2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343443>
- Cubillos, C., Roncagliolo, S., Cabrera-Paniagua, D., & Vicari, R. M. (2024). A digital math game and multiple-try use with primary students: A sex analysis on motivation and learning. *Behavioral Sciences*, *14*(6), 488. <https://doi.org/10.3390/bs14060488>
- Demir, Ü. (2022). An examination of the impact of game-based geometric shapes education software usage on the education of students with intellectual disabilities. *ECNU Review of Education*, *5*(4), 761-783. <https://doi.org/10.1177/2096531120940721>
- Espinosa-Curiel, I. E., Pozas-Bogarin, E. E., Martínez-Miranda, J., & Pérez-Espinosa, H. (2020). Relationship between children's enjoyment, user experience satisfaction, and learning in a serious video game for nutrition education: Empirical pilot study. *JMIR Serious Games*, *8*(3), e21813. <https://doi.org/10.2196/21813>
- Faitelson, D., Gul, S., & Arieli, M. (2024). Computer games are scalable and engaging alternatives to traditional undergraduate mathematics homework. *PRIMUS*, *34*(3), 251-267. <https://doi.org/10.1080/10511970.2023.2269920>
- Fraga-Varela, F., Vila-Couñago, E., & Rodríguez-Groba, A. (2021). Serious games and mathematical fluency: A study from the gender perspective in primary education. *Sustainability*, *13*(12), 6586. <https://doi.org/10.3390/su13126586>
- Gallego-Durán, F. J., Villagrà-Arnedo, C. J., Satorre-Cuerda, R., Compañ-Rosique, P., Molina-Carmona, R., & Llorens-Largo, F. (2019). A guide for game-design-based gamification. *Informatics*, *6*(4), 49. <https://doi.org/10.3390/informatics6040049>
- Gao, F., Li, L., & Sun, Y. (2020). A systematic review of mobile game-based learning in STEM education. *Educational Technology Research and Development*, *68*, 1791-1827. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09787-0>
- Garmen, P., Rodríguez, C., García-Redondo, P., & San-Pedro-Veledo, J. C. (2019). Inteligencias múltiples y videojuegos: Evaluación e intervención con software TOI. *Comunicar*, *27*(58), 95-104. <https://doi.org/10.3916/C58-2019-09>
- George, R. R., & Veena, S. (2024). Gamer-learner: Developing an engaging educational game. In *2024 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 1-9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TALE62452.2024.10834382>
- González-Ferreras, C., Escudero-Mancebo, D., Corrales-Astorgano, M., Aguilar-Cuevas, L., & Flores-Lucas, V. (2017). Engaging adolescents with down syndrome in an educational video game. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *33*(9), 693-712. <https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1278895>
- Guerra-Antequera, J., Antequera-Barroso, J. A., & Revuelta-Domínguez, F. I. (2022). Degree of motivation and acquisition of visuospatial perception after the incorporation of a video game in the learning of mathematical knowledge. *Heliyon*, *8*(8), e10316. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10316>
- Haase, J., & Hanel, P. H. P. (2022). Priming creativity: Doing math reduces creativity and happiness whereas playing short online games enhances them. *Frontiers in Education*, *7*, Article 976459. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.976459>

- Harikrishnan, H., Abd Halim, N. D., Harun, J., & Arjunan, S. (2019). Exploring the digital game-based elements in mathematics education: A meta-analysis review. *Universal Journal of Educational Research*, 7(9A), 106-116. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071613>
- Hayak, M., & Avidov-Ungar, O. (2023). Knowledge and planning among teachers integrating digital game-based learning into elementary school classrooms. *Technology, Pedagogy and Education*, 32(2), 239-255. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2023.2175719>
- Herrera, L., Morales, C., & Díaz, A. (2022). Gamificación y evaluación formativa en educación secundaria: Análisis de una experiencia didáctica. *Revista Electrónica Educare*, 26(3), 1-18. <https://doi.org/10.15359/ree.26-3.4>
- Holguin-Alvarez, J., Apaza-Quispe, J., Cruz-Montero, J., Ruiz-Salazar, J. M., & Huaita Acha, D. M. (2022). Gamificación mixta con videojuegos y plataformas educativas: Un estudio sobre la demanda cognitiva matemática. *Digital Education Review*, (42), 136-153. <https://doi.org/10.1344/der.2022.42.136-153>
- Holguin-Alvarez, J., Cruz-Montero, J., Ruiz-Salazar, J., Atoche Wong, R. L., & Merino-Flores, I. (2025). Effects of feedback dynamics and mixed gamification on cognitive underachievement in school. *Contemporary Educational Technology*, 17(1), ep551. <https://doi.org/10.30935/cedtech/15717>
- Jafari, S. M., & Abdollahzade, Z. (2019). Investigating the relationship between learning style and game type in the game-based learning environment. *Education and Information Technologies*, 24, 2841-2862. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09898-z>
- Janković, A., & Lambić, D. (2022). The effect of game-based learning via Kahoot and Quizizz on the academic achievement of third-grade primary school students. *Journal of Baltic Science Education*, 21(2), 224-231. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.224>
- Jukic Matic, L., Karavakou, M., & Grizioti, M. (2023). Is digital game-based learning possible in mathematics classrooms? A study of teachers' beliefs. *International Journal of Game-Based Learning*, 13(1), 1-18. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.323445>
- Kahyaoğlu Erdoğan, Y., & Kurt, A. A. (2024). Digital game-based learning: Pedagogical agent and feedback types on achievement, flow experience, and cognitive load. *Education and Information Technologies*, 29, 12943-12968. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12368-2>
- Kamalodeen, V. J., Ramsawak-Jodha, N., Figaro-Henry, S., Jaggernauth, S. J., & Dedovets, Z. (2021). Designing gamification for geometry in elementary schools: Insights from the designers. *Smart Learning Environments*, 8, Article 36. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00181-8>
- Kaymakci-Ustuner, K., Law, E. L.-C., & Li, F. W. B. (2024). Design and evaluation of the digital algebra game for children. In *Proceedings of the 18th European Conference on Games Based Learning (ECGBL)* (pp. 490-498). Academic Conferences and Publishing International Limited. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.18.1.2682>
- Kim, J. T., & Lee, W. H. (2015). Dynamical model for gamification of learning (DMGL). *Multimedia Tools and Applications*, 74, 8483-8493. <https://doi.org/10.1007/s11042-013-1612-8>
- Kniestedt, I., Gómez Maureira, M. A., Lefter, I., Lukosch, S., & Brazier, F. M. (2021). Dive deeper: Empirical analysis of game mechanics and perceived value in serious games. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5(CHI PLAY), Article 236. <https://doi.org/10.1145/3474663>

- Kocabatmaz, H., & Saraçoğlu, G. K. (2024). The effect of educational digital games on academic success and attitude in 3rd grade mathematics class. *Participatory Educational Research*, 11(2), 230-244. <https://doi.org/10.17275/per.24.28.11.2>
- Lee, H. K., & Choi, A. (2020). Enhancing early numeracy skills with a tablet-based math game intervention: A study in Tanzania. *Educational Technology Research and Development*, 68, 3567-3585. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09808-y>
- Lee, J. E., Chan, J. Y. C., Botelho, A., & Ottmar, E. (2022). Does slow and steady win the race?: Clustering patterns of students' behaviors in an interactive online mathematics game. *Educational Technology Research and Development*, 70, 1575-1599. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10138-4>
- Leitão, R., Maguire, M., Turner, S., Arenas, F., & Guimarães, L. (2022). Ocean literacy gamified: A systematic evaluation of the effect of game elements on students' learning experience. *Environmental Education Research*, 28(2), 276-294. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1986469>
- Leonardou, A., Rigou, M., Panagiotarou, A., & Garofalakis, J. (2022). Effect of OSLM features and gamification motivators on motivation in DGBL: Pupils' viewpoint. *Smart Learning Environments*, 9, 14. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00195-w>
- Lozano, G., Baldeón, J., Velarde, M., & Navarro, R. (2024). Dino math legacy: A configurable educational video game for personalized math learning in Peruvian high schools. In *2024 IEEE International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)* (pp. 1-9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/INTERCON63140.2024.10833465>
- Maraza-Quispe, B., Rosas-Iman, V. H., Ovalle-Quispe, M., Sajama-Castro, S. L., Mamani-Flores, G. V., Romero-Vera, C. N., & Torres-Loayza, J. L. (2024). Impact of educational video games on the development of meaningful learning in the field of mathematics: A quasi-experimental approach. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 19(4), 407-417. <https://doi.org/10.1109/RITA.2024.3458852>
- Marín-Díaz, V., Morales-Díaz, M., & Reche-Urbano, E. (2019). *Gamificación para un aprendizaje más inteligente*. *Educar*, 55(1), 201-217. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1013>
- Marín-Díaz, V., Sampedro-Requena, B. E., Muñoz-Gonzalez, J. M., & Jiménez-Fanjul, N. N. (2020). The possibilities of gamifying the mathematical curriculum in the early childhood education stage. *Mathematics*, 8(12), 2215. <https://doi.org/10.3390/math8122215>
- Martinez, L., Gimenes, M., & Lambert, E. (2022). Entertainment video games for academic learning: A systematic review. *Journal of Educational Computing Research*, 60(5), 1083-1109. <https://doi.org/10.1177/07356331211053848>
- Mat, H., Mustakim, S. S., Razali, F., Ghazali, N., & Minghat, A. D. (2024). Effectiveness of digital learning on students' higher-order thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(5), 2817-2824. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i5.29449>
- Mee, R. W. M., Pek, L. S., Von, W. Y., Ghani, K. A., Shahdan, T. S. T., Ismail, M. R., & Rao, Y. S. (2021). A conceptual model of analogue gamification to enhance learners' motivation and attitude. *International Journal of Language Education*, 5(2), 40-50. <https://doi.org/10.26858/ijole.v5i2.18229>
- Moon, J., & Ke, F. (2020). In-game actions to promote game-based math learning engagement. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 863-885. <https://doi.org/10.1177/0735633119878611>

- Morales, J. (2022). Revisión sistemática de investigaciones educativas: Aplicación del modelo PRISMA en el contexto iberoamericano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 88(1), 143-162. <https://doi.org/10.35362/rie8814959>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Navarro-Pérez, M., Torres, R., & Vélez, A. (2022). Diseño e implementación de una secuencia gamificada para el desarrollo del pensamiento aritmético. *Educación Matemática*, 34(3), 155-178. <https://doi.org/10.24844/em3403.06>
- Ninaus, M., Cortez, R., Hazin, I., Kiili, K., Wortha, S. M., Klein, E., Weiss, E. M., & Moeller, K. (2023). The added value of game elements: Better training performance but comparable learning gains. *Educational Technology Research and Development*, 71, 1917-1939. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10263-8>
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- O'Rourke, J., Main, S., & Hill, S. M. (2017). Commercially available digital game technology in the classroom: Improving automaticity in mental-maths in primary-aged students. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(10), 50-70. <https://doi.org/10.14221/ajte.2017v42n10.4>
- Oprış, E.-T., Zsoldos-Marchis, I., & Egri, E. (2024). Impact of gamified problem sheets in Seppo on self-regulation skills. *Open Education Studies*, 6, 20240024. <https://doi.org/10.1515/edu-2024-0024>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pando Cerra, P., Fernández Álvarez, H., Busto Parra, B., & Iglesias Cordera, P. (2022). Effects of using game-based learning to improve the academic performance and motivation in engineering studies. *Journal of Educational Computing Research*, 60(7), 1663-1687. <https://doi.org/10.1177/073563312211074022>
- Patra, I., Shanmugam, N., Ismail, S. M., & Mandal, G. (2022). An investigation of EFL learners' vocabulary retention and recall in a technology-based instructional environment: Focusing on digital games. *Education Research International*, 2022, Article 7435477. <https://doi.org/10.1155/2022/7435477>
- Piñero Charlo, J. C., Belova, N., Quevedo Gutiérrez, E., Zapatera Llinares, A., Arboleña-García, E., Swacha, J., López-Serentill, P., & Carmona-Medeiro, E. (2022). Preface for the special issue "Trends in educational gamification: Challenges and learning opportunities". *Education Sciences*, 12(3), 179. <https://doi.org/10.3390/educsci12030179>
- Portier-Charneau, C., & Sanchiz, M. (2024). Effects of the instructional message used to introduce game-based learning, prior knowledge, prior gaming experience, and flow on learning. *Information and Learning Sciences*, 125(11-12), 943-965. <https://doi.org/10.1108/ILS-11-2023-0185>

- Pratama, L. D., & Setyaningrum, W. (2018). GBL in math problem solving: Is it effective? *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 12(6), 101-111. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i6.8658>
- Ramírez-Orozco, J. G. (2022). Experiencia STEM: Desarrollo del pensamiento matemático a través de videojuegos meteorológicos. *Revista Colombiana de Educación*, (85), 147-164. <https://doi.org/10.17227/rce.num85-12756>
- Ramli, I. S. M., Maat, S. M., & Khalid, F. (2022). Digital game-based learning and learning analytics in mathematics. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(1), 168-176. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.01.19>
- Reyes-de-Cózar, S., Ramírez-Moreno, C., & Barroso-Tristán, J. M. (2022). A qualitative analysis of the educational value of commercial video games. *Education Sciences*, 12(9), 584. <https://doi.org/10.3390/educsci12090584>
- Sedig, K., Haworth, R., & Corridore, M. (2015). Investigating variations in gameplay: Cognitive implications. *International Journal of Computer Games Technology*, 2015, Article 208247. <https://doi.org/10.1155/2015/208247>
- Silva, J. P., Silveira, I. F., Kamimura, L., & Barboza Jr., A. T. (2020). Turing project: An open educational game to teach and learn programming logic. In *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CISTI49556.2020.9140971>
- Solano-Gonzales, N. D. C., Zelada-Valdivieso, H., Reyes-Burgos, K. C., & Mera-Montenegro, H. J. (2023). Gamification and programming: Enhancing mathematics learning in students. In *2023 IEEE 3rd International Conference on Advanced Learning Technologies on Education and Research (ICALTER)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALTER61411.2023.10372906>
- Srimathi, S., & Anitha, D. (2024). A multi-criteria decision-making approach to integrate gamification in education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37(Special Issue), 262 - 270.
- Stohlmann, M. S. (2023). Categorization of game-based learning in middle school mathematics: A review. *Middle School Journal*, 54(5), 16-26. <https://doi.org/10.1080/00940771.2023.2254175>
- Tzoumpa, D., Seralidou, E., Alougdellis, A., & Douligeris, C. (2022). Pythagorean academy: A game for the teaching of junior high school mathematics using mobile devices. In *Proceedings of the 2022 South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNM)* (pp. 448 - 452). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SEEDA-CECNM57760.2022.9932932>
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education - A tool on whose terms?* UNESCO Publishing. <https://www.unesco.org/gem-report>
- Wang, S., Kong, X., & Wang, N. (2024). Gamification for learning: Development and application of learning software for enhancing student engagement and motivation. In *Proceedings of the 13th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)* (pp. 60-66). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEIT61397.2024.10540849>
- Wardoyo, C., Satrio, Y. D., Narmaditya, B. S., & Wibowo, A. (2021). Gamification in economics and its impact on students' achievement: Lessons from COVID-19 in Indonesia. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(3), 1194-1203. <https://doi.org/10.18844/cjes.v16i3.5839>

- Yeh, C. Y. C., Cheng, H. N. H., Chen, Z. H., Liao, C. C. Y., & Chan, T. W. (2019). Enhancing achievement and interest in mathematics learning through Math-Island. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14, Article 5. <https://doi.org/10.1186/s41039-019-0100-9>
- Yu, Y. T., & Tsuei, M. (2023). The effects of digital game-based learning on children's Chinese language learning, attention, and self-efficacy. *Interactive Learning Environments*, 31(10), 6113-6132. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2028855>
- Zabala-Vargas, S., García-Mora, L., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., de Benito-Crosetti, B., & Darder-Mésquida, A. (2021). Strengthening motivation in the mathematical engineering teaching processes: A proposal from gamification and game-based learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 4-19. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163>
- Zhan, Z., He, L., Tong, Y., Liang, X., Guo, S., & Lan, X. (2022). The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100096. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100096>
- Zhong, Y., Fryer, L. K., Zheng, S., Shum, A., & Chu, S. K. W. (2025). From gaming to reality: Effectiveness of skills transfer from a competitive sandbox gaming environment to near and far contexts. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00500-2>
- Zhou, S. B., & Mohd Bakhir, N. (2025). Interdisciplinary art learning through artistic digital game-based learning (DGBL): Evaluating learning outcomes and processes among science and engineering students. *Empirical Studies of the Arts*, 43(1), 584-617. <https://doi.org/10.1177/02762374241246948>
- Zulkifli, N. R., Mat Zin, N. A., & Abd Majid, R. (2019). Theories in gamification application design for slow learners. In *Proceedings of the 2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)* (pp. 183-186). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEEI47232.2019.8979256>

Fragmentación boscosa y dinámica temporal de la avifauna en salinas de Santa Ana, Panamá

Forest fragmentation and temporal dynamics of avifauna in the Santa Ana salt flats, Panama

Diego Andrés Arrocha Saavedra

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá

diego07.arrocha21@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-5529-1798>

Félix Hermenegildo Camarena Quiroz

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá

felix.camarena@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-5601-3252>

Virgilio Antonio Villalaz Delgado

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá

virgilio.05vd@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-0692-1420>

Recibido: 16/01/2026

Aprobado: 02/03/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10073>

Resumen

Los humedales costeros de Santa Ana de Los Santos, en el Pacífico panameño, conforman un mosaico de salinas, cuerpos de agua permanentes y fragmentos de manglar que han experimentado una creciente fragmentación debido a la expansión agrícola y urbana. Este estudio evaluó la relación entre la estructura del paisaje y la diversidad, así como el recambio temporal de la avifauna, mediante la integración de vuelos con dron, análisis de imágenes y conteos estandarizados de aves realizados entre abril y junio de 2025. En total se registraron 44 especies y 1,163 individuos, con dominancia de Anatidae y Scolopacidae (>60 %), en particular *Dendrocygna autumnalis* y *Calidris* spp. La riqueza y diversidad aumentaron hacia junio (Shannon $H' = 2.28$), coincidiendo con el inicio de las lluvias y la aparición de hábitats temporales, mientras que la similitud entre meses fue baja (Jaccard = 0.23–0.37), que evidencia un marcado recambio temporal. El análisis espacial mediante fotogrametría y SIG reveló pérdida de conectividad y zonas críticamente fragmentadas. Estos hallazgos subrayan la importancia de conservar el régimen hídrico y restaurar corredores funcionales para sostener tanto especies residentes como migratorias. Se recomienda integrar el monitoreo comunitario de aves con teledetección de alta resolución como herramienta práctica para la gestión y restauración de humedales costeros en Panamá.

Palabras Claves: Fragmentación del hábitat, dron, humedal costero, diversidad temporal.

Abstract

The coastal wetlands of Santa Ana de Los Santos, on the Panamanian Pacific coast, form a mosaic of salt flats, permanent water bodies, and mangrove fragments that have experienced increasing fragmentation due to agricultural and urban expansion. This study assessed the relationship between landscape structure and diversity, as well as the temporal turnover of avifauna, by integrating drone flights, image analysis, and standardized bird counts conducted between April and June 2025. A total of 44 species and 1,163 individuals were recorded, with Anatidae and Scolopacidae dominating (>60%), particularly the Black-headed Duck (*Dendrocygna autumnalis*) and the Black-headed Duck (*Calidris* spp.). Species richness and

diversity increased toward June (Shannon $H' = 2.28$), coinciding with the onset of the rainy season and the emergence of temporary habitats, while the similarity between months was low (Jaccard = 0.23–0.37), indicating a marked temporal turnover. Spatial analysis using photogrammetry and GIS revealed connectivity loss and critically fragmented areas. These findings underscore the importance of conserving the water regime and restoring functional corridors to support both resident and migratory species. Integrating community-based bird monitoring with high-resolution remote sensing is recommended as a practical tool for the management and restoration of coastal wetlands in Panama.

Keywords: Habitat fragmentation, drone, coastal wetland, temporal diversity.

Introducción

Los humedales costeros son ecosistemas de alta productividad que brindan servicios ecosistémicos esenciales como la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono, la retención de nutrientes y la provisión de hábitat para aves acuáticas y migratorias (Mitsch y Gosselink, 2015; Davidson, 2014). A escala global, más del 35 % de los humedales se han perdido en el último siglo debido a la urbanización, la expansión agrícola y la alteración de los regímenes hidrológicos (Davidson, 2014). Esta degradación compromete la resiliencia de los ecosistemas y aumenta la vulnerabilidad de las comunidades biológicas.

La avifauna es un bioindicador ampliamente reconocido, dado que las aves responden de manera rápida a cambios en la calidad y disponibilidad del hábitat (Şekercioğlu, 2006). Estudios sobre fragmentación del paisaje muestran que la reducción y el aislamiento de parches producen efectos negativos sobre la riqueza y la equidad, favoreciendo a especies generalistas y reduciendo la persistencia de especialistas (Fahrig, 2003; Chazdon *et al.*, 2011; Betts *et al.*, 2019). En humedales costeros, donde la conectividad entre parches es fundamental para especies migratorias y residentes, los impactos de la fragmentación se intensifican (Cerdeña-Peña y Rau, 2023).

Las tecnologías de teledetección han transformado el monitoreo ambiental. En particular, los drones han demostrado ser herramientas de bajo costo y alta flexibilidad para generar ortomosaicos y modelos digitales de superficie con resolución centimétrica (Anderson y Gaston, 2013; Chabot y Francis, 2016). Su integración con conteos estandarizados de aves abre nuevas oportunidades para vincular métricas espaciales de fragmentación y conectividad con indicadores de diversidad alfa (riqueza y equidad) y beta (recambio temporal y espacial) (Hodgson *et al.*, 2018).

En Panamá, los humedales de la península de Azuero han sido transformados por la extracción salinera, la agricultura intensiva y la urbanización, lo que ha reducido la cobertura de manglar y afectado la conectividad ecológica (ANAM, 2010; MiAmbiente, 2022). Las Salinas de Santa Ana, en la provincia de Los Santos, constituyen un mosaico de cuerpos de agua permanentes y estacionales que sostienen comunidades de aves residentes y migratorias, pero enfrentan presiones crecientes de fragmentación del hábitat.

El presente estudio tiene como objetivo general evaluar la relación entre la fragmentación del paisaje y la dinámica temporal de la comunidad de aves en la salina de Santa Ana de Los Santos entre abril y junio de 2025. Específicamente, se busca determinar la riqueza y abundancia de aves en cada mes de muestreo, analizar la diversidad de la comunidad y relacionar los patrones espaciales del paisaje, obtenidos mediante drones y sistemas de información geográfica (SIG), con la ecología de la comunidad de aves. La hipótesis central plantea que una mayor fragmentación del hábitat se asocia con una menor equidad en la comunidad y una menor similitud temporal entre meses, lo que refleja un fuerte recambio vinculado a la estacionalidad climática y a la disponibilidad de hábitats acuáticos.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en las Salinas de Santa Ana, provincia de Los Santos, Panamá (7°32'N; 80°22'O), un complejo de humedales costeros que combina cuerpos de agua permanentes, salinas estacionales, parches de manglar y matriz agropecuaria adyacente (Figura 1). Estos ambientes conforman un mosaico representativo de los humedales de la península de Azuero y presentan un alto grado de presión antrópica debido a la expansión agrícola y urbana (MiAmbiente, 2022).

La investigación siguió un diseño no experimental y transversal, con monitoreos realizados de abril a junio de 2025. Para la avifauna, se efectuaron conteos visuales y auditivos estandarizados en puntos de observación fijos, distribuidos en tres sectores principales: salinas, “El Muro” (cuerpo de agua permanente y borde agropecuario). En total se establecieron 12 puntos de muestreo, con cuatro por sector, distribuidos en caminos y bordes de estanques para abarcar gradientes de profundidad del agua, sustrato y cobertura vegetal. Los puntos se separaron por ≥ 200 m con el fin

de reducir la dependencia espacial y, adicionalmente, fueron georreferenciados para su repetición temporal.

Los muestreos se realizaron entre 06:00–09:00 h, durante abril–junio de 2025, con una frecuencia de dos visitas por mes (cada ~15 días), totalizando 6 visitas por punto. En cada visita se aplicó un conteo de 10 minutos por punto, registrando todas las especies detectadas a simple vista o con binoculares. Se registraron todas las especies detectadas a simple vista o con binoculares (Cerdapeña y Rau, 2023).

Figura 1

Polígono de monitoreo 84.47 hectáreas de las salinas de Santa Ana, Los Santos.



Nota: Extraído de Google Maps, edición por los autores.

Los puntos de conteo se ubicaron sobre caminos, bordes de estanques y áreas de fácil acceso, procurando cubrir gradientes de profundidad del agua, tipo de sustrato y cobertura vegetal dentro de cada sector, de manera que las observaciones representaran la heterogeneidad del humedal. En la actualidad, el paisaje integra antiguos estanques salineros, canales de drenaje, espejos de agua remanentes y parches de vegetación, rodeados por pastizales y parcelas agrícolas que contribuyen a la fragmentación del hábitat (Figura 2).

Figura 2

Vista aérea en las salinas en Santa Ana, Los Santos.



Fuente: Fotografía tomada por los autores desde el dron DJI Air 3.

En el sector “El Muro” se consideró el embalse artificial y su entorno inmediato como un cuerpo de agua permanente de referencia, delimitado en un polígono de 20.1 ha que concentra la mayor lámina de agua continua del sistema (Figura 3). Este sector es un punto clave para registrar especies que dependen de cuerpos de agua relativamente estables a lo largo del año.

Figura 3

Polígono de monitoreo 20.1 hectáreas “El Muro” en las salinas de Santa Ana, Los Santos



Fuente: Google Maps, edición por los autores.

Se realizaron vuelos con un dron DJI Air 3, equipado con cámara de 12 MP. Los vuelos se programaron a 302 m de altitud, con solape longitudinal y lateral del 70–80 % y velocidad de ~29

km/h, generando imágenes del terreno de alta resolución. Las imágenes fueron procesadas mediante fotogrametría y georreferenciación en QGIS v3.28, identificando parches de hábitat y métricas de conectividad (Figura 4).

Figura 4

Vista aérea de “El Muro” fuera del polígono de muestreo en las salinas de Santa Ana, Los Santos



Fuente: Tomada por los autores desde el dron DJI Air 3.

La diversidad alfa se estimó mediante índices de Shannon–Wiener (H'), Simpson ($1-D$), equidad (Evenness) y riqueza de Margalef. La diversidad beta se evaluó a través del índice de similitud de Jaccard entre meses (Magurran, 2021). Para comparar la diversidad entre periodos se aplicó la prueba t de Hutcheson, adecuada para detectar diferencias significativas en H' (Zar, 2010). Los análisis estadísticos se realizaron en el software estadístico PAST 4.17c (Hammer, 2001), GPT personalizado de estadística (OpenAI, 2025), complementados con Microsoft Excel para la gestión de datos.

Los conteos de aves fueron observacionales y no invasivos, sin captura ni manipulación de individuos. Los vuelos de dron se realizaron bajo protocolos de seguridad autorizados por la Autoridad Aeronáutica Civil.

Resultados

Durante el periodo de estudio comprendido entre abril y junio de 2025 se registraron un total de 44 especies de aves pertenecientes a diferentes familias, sumando 1,163 individuos (Tabla 1). La riqueza específica varió mensualmente: en abril se contabilizaron 16 especies con 374 individuos, en mayo 27 especies con 435 individuos y en junio 25 especies con 354 individuos. Aunque el número total de individuos se mantuvo relativamente estable a lo largo de los meses, la composición de especies mostró cambios notorios.

En términos de diversidad alfa, el índice de Shannon–Wiener (H') osciló entre 1.413 y 2.277. Abril presentó un valor de 1.450, mayo de 1.413 y junio alcanzó 2.277. La prueba t de Hutcheson determinó que no hubo diferencias significativas entre abril y mayo, pero sí entre junio respecto a los meses anteriores ($p < 0.001$). El índice de Simpson ($1-D$) indicó un aumento en la diversidad hacia junio, con valores de 0.5335 en abril, 0.5118 en mayo y 0.7945 en junio. La equidad fue menor en mayo y mayor en junio, reflejando una distribución más balanceada de las abundancias en el último mes. El índice de Margalef mostró valores de 2.532 en abril, 4.280 en mayo y 4.089 en junio, con un valor acumulado de 6.092 para el periodo total.

La diversidad beta, medida mediante el índice de similitud de Jaccard, reveló un recambio temporal importante. La similitud de especies fue de 0.23 entre abril y mayo, de 0.32 entre abril y junio y de 0.37 entre mayo y junio. Estos valores reflejan baja superposición de especies entre meses y un marcado dinamismo en la composición de la comunidad avifaunística.

En cuanto a la composición taxonómica, las familias Anatidae y Scolopacidae representaron más del 60 % de los registros. *Dendrocygna autumnalis* fue la especie más abundante, seguida de *Calidris mauri* y el complejo *Calidris mauri/pusilla*. En abril predominaron los registros de Anatidae, en mayo aumentó la proporción de limícolas de la familia Scolopacidae y en junio se observó un ensamble más equilibrado, con la incorporación de especies insectívoras asociadas a humedales temporales.

Los resultados de teledetección con dron y análisis espacial en QGIS identificaron distintos patrones de fragmentación. Se evidenció pérdida de conectividad entre parches de manglar y

salinas, así como fragmentación severa en bordes agropecuarios. El área conocida como “El Muro” se mantuvo con menor grado de fragmentación y funcionó como un refugio fundamental durante la estación seca.

Tabla 1

Registro de aves en el muestreo entre abril y junio de 2025 en las salinas de Santa Ana, Los Santos.

Familia	Especies	Abril	Mayo	Junio	Total
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>			6	6
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	253	300		553
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	2	2	1	5
	<i>Ardea alba</i>	2		9	11
	<i>Ardea herodias</i>		1		1
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>		1		1
	<i>Egretta caerulea</i>		1	2	3
	<i>Egretta thula</i>	4	9	17	30
	<i>Nycticorax nycticorax</i>		1	9	10
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>			1	1
	<i>Coragyps atratus</i>	11		7	18
	<i>Anarhynchus wilsonia</i>		5	15	20
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>			9	9
	<i>Vanellus chilensis</i>	10	3	11	24
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	3			3
	<i>Columbina passerina</i>		1		1
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	7	3	8	18
	<i>Leptotila verreauxi</i>	4		30	34
	<i>Zenaida asiatica</i>	4			4
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>		6		6
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>		6	9	15
Fringillidae	<i>Euphonia luteicapilla</i>	3			3
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	8			8
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	11	3	9	23
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>		1		1
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>			1	1
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>			2	2
Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianum</i>	20	5	1	26
Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>		2		2
Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>			1	1
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	14	31	32	77
	<i>Calidris mauri</i>			20	20
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	18			18
	<i>Calidris pusilla</i>			150	150

	<i>Numenius phaeopus</i>	10	10
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	1	1
Thraupidae	<i>Sporophila minuta</i>	1	1
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>		1
Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	36	36
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	2	2
	<i>Megarynchus pitangua</i>	1	1
Tyrannidae	<i>Nesotriccus murinus</i>	1	1
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	1
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	1
		1	2

Discusión

Los resultados obtenidos en Santa Ana de Los Santos muestran un patrón claro de variación temporal en la comunidad de aves, con una marcada dinámica entre los meses de abril y junio. La riqueza y abundancia se mantuvieron relativamente estables, pero los índices de diversidad y similitud evidenciaron fuertes diferencias. El aumento significativo del índice de Shannon en junio ($H' = 2.277$; $p < 0.001$ frente a abril y mayo) resalta la sensibilidad de las comunidades de aves a los cambios hidrológicos asociados con el inicio de la temporada lluviosa. Esta tendencia coincide con estudios que señalan la influencia directa de la estacionalidad climática en la disponibilidad de hábitats y recursos para las aves acuáticas y terrestres en humedales tropicales (Junk *et al.*, 2014; Hurlbert y Haskell, 2003).

La baja similitud de Jaccard entre meses (0.23–0.37) sugiere un recambio temporal importante en la comunidad avifaunística. Este fenómeno, característico en sistemas con marcada estacionalidad, indica que los humedales de Santa Ana funcionan como hábitats dinámicos, donde la composición de especies cambia de acuerdo con la disponibilidad de agua y alimento. Investigaciones en humedales de Centroamérica han documentado patrones similares, donde insectívoros y generalistas se incorporan en la época lluviosa, diversificando el ensamble (Wei *et al.*, 2025).

La dominancia de Anatidae y Scolopacidae durante abril y mayo pone de relieve el rol de los cuerpos de agua permanentes y áreas someras como sitios críticos de descanso y alimentación para especies residentes y migratorias. Estos grupos son especialmente sensibles a la reducción de hábitats acuáticos, lo que refuerza la necesidad de conservar la hidrología local (Ma *et al.*, 2010; Cerda-Peña y Rau, 2023). La diversificación observada en junio, con mayor equidad, sugiere que

la creación de hábitats temporales por las lluvias favoreció un ensamble más balanceado de especies, atenuando la concentración de la abundancia en un número reducido de especies.

En cuanto a la estructura del paisaje, el análisis de fragmentación reveló pérdida de conectividad entre parches de manglar y salinas, con fragmentación severa en los bordes agropecuarios. Estos hallazgos respaldan la teoría de que la fragmentación reduce la persistencia de especialistas y disminuye la resiliencia ecológica (Fahrig, 2003; Betts *et al.*, 2019). Sin embargo, “El Muro” actuó como un refugio clave, al mantener condiciones estables durante la estación seca, un fenómeno descrito en otros humedales, donde los parches permanentes funcionan como nodos de conectividad funcional (Davidson, 2014).

El uso de drones permitió identificar con precisión zonas críticas de fragmentación y pérdida de hábitat, confirmando su utilidad como herramienta para la ecología espacial. La capacidad de generar ortomosaicos de alta resolución a bajo costo los convierte en aliados estratégicos para el monitoreo ambiental en países tropicales, donde los recursos para investigación suelen ser limitados (Anderson y Gaston, 2013; Hodgson *et al.*, 2018). Su integración con métricas de diversidad alfa y beta fortalece la interpretación ecológica y ofrece información práctica para orientar acciones de conservación y restauración.

En conjunto, los resultados resaltan que la dinámica de las aves en Santa Ana está fuertemente condicionada por la estacionalidad hidrológica y por la fragmentación del paisaje. La combinación de conteos de campo y drones proporciona una aproximación robusta para comprender cómo la conectividad y la calidad del hábitat determinan la estructura y el recambio de las comunidades avifaunísticas. Este enfoque puede servir como modelo replicable para otros humedales costeros de Panamá y la región.

Conclusión

La comunidad de aves en Santa Ana mostró un alto recambio temporal, con baja similitud entre meses, confirmando que la fragmentación y la estacionalidad climática influyen en la dinámica avifaunística.

La diversidad y equidad aumentaron en junio, coincidiendo con el inicio de lluvias y la disponibilidad de hábitats temporales, con un ensamble más balanceado de especies.

La dominancia de Anatidae y Scolopacidae en los primeros meses resalta la importancia de los cuerpos de agua permanentes y someros como hábitats clave para especies residentes y migratorias.

El uso de drones integrados con conteos de campo permitió identificar zonas críticas de pérdida de conectividad, demostrando su valor como herramienta práctica para la conservación y manejo de humedales costeros en Panamá.

Referencias bibliográficas

- ANAM, (2010). Informe Nacional de Humedales de Panamá. (Autoridad Nacional del Ambiente). <https://sinia.gob.pa/inventario-de-los-humedales-continentales-y-costeros-de-panama/>
- Anderson, K. & Gaston, K.J. (2013). Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(3), 138–146. <https://doi.org/10.1890/120150>
- Betts, M. G., Wolf, C., Ripple, W. J., Phalan, B., Millers, K. A., Duarte, A., ... & Levi, T. (2019). Global forest loss disproportionately erodes biodiversity in intact landscapes. *Nature*, 547(7664), 441–444. <https://doi.org/10.1038/nature23285>
- Cerda-Peña, C., & Rau, J.R. (2023). The importance of wetland habitat area for waterbird species-richness. *Ibis*, 165(3), 739–752. <https://doi.org/10.1111/ibi.13205>
- Chabot, D., & Francis, C.M. (2016). Computer-automated bird detection and counts in high-resolution aerial images: A review. *Journal of Field Ornithology*, 87(4), 343–359. <https://doi.org/10.1111/jofo.12171>
- Chazdon, R.L., Harvey, C.A., Komar, O., Griffith, D.M., Ferguson, B.G., Martínez-Ramos, M., ... & Philpott, S. M. (2011). Beyond reserves: A research agenda for conserving biodiversity in human-modified tropical landscapes. *Biotropica*, 43(2), 143–153. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00471.x>
- Davidson, N.C. (2014). How much wetland has the world lost? *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934–941. <https://doi.org/10.1071/MF14173>
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9 pp. <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>
- Hodgson, J.C., Mott, R., Baylis, S.M., Pham, T.T., Wotherspoon, S., Kilpatrick, A.D., ... & Koh, L. P. (2018). Drones count wildlife more accurately and precisely than humans. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(5), 1160–1167. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12974>

- Hurlbert, A.H., & Haskell, J.P. (2003). The effect of energy and seasonality on avian species richness and community composition. *American Naturalist*, 161(1), 83–97. <https://doi.org/10.1086/345459>
- Junk, W.J., An, S., Finlayson, C.M., Gopal, B., Kvet, J., Mitchell, S. A., ... & Robarts, R.D. (2014). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquat Sci* 75, 151–167. <https://doi.org/10.1007/s00027-012-0278-z>
- Ma, Z., Cai, Y., Li, B., & Chen, J. (2010). Managing wetland habitats for waterbirds: An international perspective. *Wetlands*, 30, 15–27. <https://doi.org/10.1007/s13157-009-0001-6>
- Magurran, A. E. (2021). Measuring biological diversity. *Measuring biological diversity*. *Current Biology*, 31(19), R1174–R1177. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.07.049>
- MiAmbiente. (2022). Plan de Acción para la Conservación de Humedales de Panamá 2022–2030. <https://www.miambiente.gob.pa>
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands* (5th ed.). Wiley. https://archive.org/details/Wetlands_5th_Edition_by_William_J._Mitsch_James_G._Gosselink/page/n5/mode/2up
- OpenAI. (2025). ChatGPT versión personalizada con GPT-4.5: Statistics Stats. <https://chatgpt.com/g/g-Q1LwuGocS-statistics-stats>
- Şekercioğlu, Ç.H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(8), 464–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- Wei, J., Tian, Y., Li, C., Zhang, Y., Yuan, H., & Liu, Y. (2025). Identifying Priority Bird Habitats Through Seasonal Dynamics: An Integrated Habitat Suitability–Risk–Quality Framework. *Sustainability*, 17(13), 6078. <https://doi.org/10.3390/su17136078>
- Zar, J.H. (2010). *Biostatistical analysis* (5th ed.). Prentice Hall. https://www.researchgate.net/publication/221959634_Biostatistical_analysis

Cambio climático y educación ambiental en Sabana Centro: Análisis de 21 iniciativas escolares (2019–2025)

Climate change and environmental education in Sabana Centro: Analysis of 21 school initiatives (2019–2025)

Laura Sofía Cajicá Velandia

Universidad de La Sabana, Licenciatura en Ciencias Naturales, Semillero de Investigación Sabtrópodos, Semillero de Investigación Convivencia, Paz, CG y Tecnología, Colombia

lauracajve@unisabana.edu.co.net <https://orcid.org/0009-0008-3658-8498>

Pedro Eliseo Ramírez Sánchez

Universidad de La Sabana, Facultad de Educación, Colombia

pedro.ramirez1@unisabana.edu.co.net <https://orcid.org/0000-0003-3422-0936>

Recibido: 20/12/2025

Aprobado: 02/02/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10074>

Resumen

El cambio climático plantea desafíos urgentes que requieren respuestas desde la educación ambiental y la educación para el cambio climático. Este estudio analiza 21 iniciativas desarrolladas entre 2019 y 2025 en los municipios de Sabana Centro (Cundinamarca) para identificar sus enfoques pedagógicos, actores involucrados, logros y retos frente a la acción climática. A través de una sistematización documental con enfoque cualitativo, se revisaron Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) y experiencias comunitarias que articulan educación ambiental y educación para el cambio climático. Los resultados evidencian avances en prácticas sostenibles, participación estudiantil y articulación entre escuela, comunidad y territorio; sin embargo, también revelan limitaciones en evaluación, seguimiento y continuidad institucional. Se concluye que fortalecer una educación ambiental contextualizada y orientada al cambio climático es clave para formar ciudadanía corresponsable y resiliente frente a los desafíos socio ambientales de la región.

Palabras claves: Cambio climático, educación ambiental, sostenibilidad, iniciativas ambientales.

Abstract

Climate change presents urgent challenges that require responses from environmental education and climate change education. This study analyzes 21 initiatives developed between 2019 and 2025 in the municipalities of Sabana Centro (Cundinamarca) to identify their pedagogical approaches, involved actors, achievements, and challenges in relation to climate action. Through qualitative documentary systematization, School Environmental Projects (PRAE) and community-based experiences that integrate environmental education with climate change education were reviewed. The results show progress in sustainable practices, student participation, and the articulation between school, community, and territory; however, they also reveal limitations in evaluation, monitoring, and institutional continuity. It is concluded that strengthening contextualized environmental education oriented toward climate change is essential for fostering a responsible and resilient citizenship capable of addressing the region's socio-environmental challenges.

Keywords: Climate change, environmental education, sustainability, environmental initiatives.

Introducción

El cambio climático constituye uno de los mayores retos socioambientales del siglo XXI, debido a su capacidad de transformar las condiciones de vida en el planeta y generar grandes cambios en los sistemas ecológicos, sociales y económicos (IDEAM & UNAL, 2018). Sus impactos como la pérdida de biodiversidad, el aumento de los eventos climáticos extremos y la degradación de los recursos naturales exigen respuestas no solo tecnológicas, sino también educativas, culturales y políticas. En este sentido, la educación se convierte en un pilar esencial para formar sujetos capaces de comprender la complejidad ambiental y de actuar frente a ella con pensamiento crítico, sensibilidad ecológica y compromiso ético (Bos & Schwartz, 2023).

La educación ambiental (EA) se concibe como un proceso político, pedagógico y cultural que promueve una comprensión integral del ambiente y la corresponsabilidad en su cuidado mediante cambios en los valores, actitudes y comportamientos de la ciudadanía frente a los desafíos ecológicos. Al incorporar el cambio climático, se habla de la educación para el cambio climático (ECC) enfatiza el desarrollo de competencias, valores y habilidades para la adaptación y la mitigación climática para comprender la interdependencia entre los sistemas naturales y sociales, y actuar de manera responsable frente a las causas y efectos del calentamiento global (González, 2024). Ambas perspectivas coinciden en que el aprendizaje debe ser significativo, interdisciplinario y contextualizado, articulando la ciencia, la cultura y la acción comunitaria (Dávila-Machado & Saker-Montenegro, 2022; Lizcano-Pabón, 2025).

En Colombia, uno de los esfuerzos más significativos para fortalecer la educación ambiental es la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA) la cual promueve estrategias como los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental (PROCEDA) y los Comités Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEA) (Política Nacional de Educación Ambiental, 2002). Sin embargo, más allá de estos instrumentos, es necesario fortalecer las prácticas pedagógicas orientadas específicamente a la educación climática, articulando el conocimiento científico con las realidades locales y las problemáticas ambientales de cada territorio (Ojeda & Castro, 2023).

En el caso del departamento de Cundinamarca, especialmente en la región de Sabana Centro (Cajicá, Chía, Cogua, Cota, Gachancipá, Nemocón, Sopó, Tabio, Tenjo, Tocancipá y Zipaquirá), el cambio climático se evidencia en problemáticas como la reducción de fuentes hídricas, la pérdida de cobertura vegetal y la contaminación del aire y del suelo, las cuales

inciden directamente en la calidad de vida y en la sostenibilidad del territorio. Por ello, promover una educación ambiental contextualizada y enfocada en el cambio climático constituye una oportunidad para fortalecer la acción ciudadana, la investigación escolar y la gestión ambiental participativa (Lizcano, 2025; Quintero & Solano, 2024).

En este sentido, el presente artículo tiene como propósito analizar experiencias y estrategias de educación ambiental con enfoque en cambio climático desarrolladas entre 2019 y 2025 en la región de Sabana Centro, con el fin de identificar sus características, enfoques pedagógicos, actores involucrados, logros y retos. A través de una sistematización de experiencias, se busca aportar a la comprensión del papel de la educación ambiental como herramienta transformadora para la construcción de una cultura de sostenibilidad y resiliencia climática en el ámbito escolar y comunitario.

Materiales y Métodos

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo documental, centrado en la sistematización de experiencias e investigaciones relacionados con la educación ambiental, los PRAE y la ECC en el contexto de Sabana Centro. Este tipo de revisión permite comprender cómo se ha abordado la problemática desde distintas perspectivas académicas e institucionales, identificar vacíos en la investigación y reconocer las tendencias recientes en el campo educativo ambiental (Hernández *et al.*, 2014).

Los resultados se obtuvieron a partir de un proceso de búsqueda de documentos institucionales, informes técnicos, artículos académicos y registros de experiencias pedagógicas. Para ello, se realizaron consultas en bases de datos como Google Scholar, así como en los repositorios del Ministerio de Educación Nacional (MEN) y de las secretarías de educación locales. Además, se revisaron los materiales publicados por instituciones educativas y entidades ambientales vinculadas a proyectos PRAE en Sabana Centro. La selección temporal (2019–2024) buscó recuperar las experiencias más recientes y contextualizadas con los retos actuales del cambio climático y la sostenibilidad escolar.

El trabajo se centró en iniciativas educativas ambientales implementadas entre los años 2019 y 2024 en instituciones educativas de la región Sabana Centro del departamento de Cundinamarca, con énfasis en aquellas que vinculan la educación ambiental con la educación para el cambio climático (ECC).

Seguido a ello, se aplicaron criterios de inclusión que garantizaron la pertinencia y calidad de la información analizada. Se consideraron únicamente aquellas experiencias que presentaran una relación explícita con temáticas de cambio climático, sostenibilidad o participación comunitaria, y que contaran con registros escritos o publicaciones que permitieran reconstruir su desarrollo y resultados. Los documentos seleccionados fueron sistematizados en una matriz de análisis, en la cual se organizaron variables como el año de ejecución, la institución educativa, los actores participantes, el enfoque pedagógico, las estrategias implementadas, así como los logros y las dificultades evidenciadas en cada experiencia.

Finalmente, en la tercera fase se realizó un análisis de contenido cualitativo, mediante el cual se identificaron las principales categorías emergentes en torno a la implementación, impacto y retos de las iniciativas frente al cambio climático. Las categorías de análisis incluyeron la articulación curricular de los proyectos ambientales; el rol docente y la formación pedagógica; la relación escuela – comunidad - territorio; y las estrategias de educación climática implementadas. Esta sistematización permitió interpretar los hallazgos de manera integral, reconociendo tanto los avances como las brechas existentes entre la política educativa ambiental y su aplicación real en los contextos escolares de Sabana Centro.

Resultados y análisis

Entre el 2019 y 2025 en la región de Sabana Centro se identificaron 21 experiencias de educación ambiental las cuales evidencian que avanza hacia la implementación de prácticas pedagógicas y comunitarias orientadas a la sostenibilidad y la acción climática. Además, estas experiencias demuestran que la educación ambiental es considerada como un componente transversal en la gestión educativa municipal, siendo impulsada tanto por las instituciones educativas, como por las secretarías de educación o alcaldías.

Estas experiencias, reflejan que se está trabajando en procesos estructurados que integran la planificación territorial, el trabajo interinstitucional y la participación ciudadana. Asimismo, se evidencia una evolución la cual permite fortalecer capacidades locales, generar redes de colaboración entre actores escolares y comunitarios, y posicionar el tema ambiental como un eje transversal de la educación básica y media. Sin embargo, se observan algunas diferencias en cuanto a los niveles de avance de las iniciativas, especialmente en aspectos de seguimiento, evaluación y permanencia una vez culminan los apoyos institucionales o financieros.

Tipos de iniciativas:

Según las experiencias encontradas es fue posible evidenciar que predominan los proyectos de carácter institucional vinculados a los PRAE, los cuales son promovidos por las instituciones educativas oficiales en coordinación con las secretarías de educación municipales. Estos proyectos abordan temáticas como el manejo integral de residuos sólidos, la conservación de la biodiversidad, el uso eficiente del agua y la promoción de prácticas agroecológicas mediante huertos escolares

Así mismo, se encontraron algunas estrategias interinstitucionales y comunitarias que incluyeron campañas de sensibilización ambiental, jornadas de reforestación, programas de capacitación docente y concursos orientados a visibilizar las mejores prácticas ambientales escolares. Iniciativas como el plan “Entornos sostenibles de educación ambiental” en Cajicá (Alcaldía Municipal de Cajicá, 2024) y el acompañamiento a los PRAE en Chía (Alcaldía Municipal de Chía, 2023) reflejan el compromiso de las comunidades y las administraciones locales por hacer de la educación ambiental una parte viva de la gestión pública y de la vida cotidiana en los territorios.

En municipios como Sopó, Zipaquirá y Tabio, se consolidaron redes y comités ambientales escolares que funcionan como espacios de intercambio y coordinación, demostrando un esfuerzo creciente por articular la dimensión pedagógica con la gestión ambiental municipal y la participación ciudadana.

Actores:

Los principales actores identificados fueron docentes y estudiantes, quienes lideraron la implementación de los PRAE y diversas acciones comunitarias. Las secretarías de educación municipales cumplieron un papel clave en la orientación y acompañamiento, mientras que las alcaldías aportaron recursos logísticos y de gestión.

En varias experiencias se contó con el apoyo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), que facilitó materiales, asesoría técnica y espacios de formación en temas de conservación y gestión de residuos. Asimismo, universidades como la Universidad de La Sabana, la Universidad Militar Nueva Granada y la Universidad Pedagógica Nacional participaron en procesos de investigación, asesoría y sistematización de experiencias.

En el ámbito comunitario, los comités ambientales, las juntas de acción comunal y los grupos juveniles tuvieron un rol importante en la ejecución de actividades de sensibilización. Esta diversidad de actores ha permitido fortalecer el sentido de corresponsabilidad frente a los retos ambientales, aunque la articulación interinstitucional varía significativamente según el municipio, siendo en algunos casos limitada a acciones puntuales sin continuidad en el tiempo.

Enfoques predominantes:

Las experiencias analizadas se sustentaron principalmente en la educación experiencial, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y la participación ciudadana como herramienta formativa. Dentro de los proyectos se tienen huertos escolares, reciclaje o trabajo de campo promovieron aprendizajes significativos a partir de la práctica y la observación directa del entorno.

El trabajo colaborativo entre docentes y estudiantes favoreció la integración de saberes y la reflexión crítica sobre problemáticas ambientales locales, conectando los contenidos curriculares con la vida cotidiana y el territorio. En varios municipios, los PRAE incorporaron elementos de educación para la sostenibilidad, con el fin de que las acciones trasciendan el aula y promuevan cambios en los hábitos comunitarios.

También, se identificó una tendencia a vincular el cambio climático, recursos naturales y gestión territorial desde las realidades locales, lo que ha contribuido a la construcción de una ciudadanía ambiental más consciente y resiliente. Sin embargo, son aún escasas las experiencias que abordan de manera explícita la adaptación o mitigación del cambio climático dentro de un marco curricular o metodológico estructurado.

Limitaciones comunes:

A pesar de los avances alcanzados, las experiencias presentan algunas limitaciones que afectan su sostenibilidad y su potencial de impacto. Entre las más relevantes se encuentra la ausencia de mecanismos sistemáticos de evaluación y seguimiento, lo que dificulta medir el alcance educativo y ambiental de las acciones. También se evidencia una débil articulación con las políticas municipales y regionales de cambio climático, lo que provoca dispersión de esfuerzos y limita la incidencia de las iniciativas en la planeación territorial.

En varios municipios, la continuidad de los proyectos depende de convocatorias, concursos o apoyos temporales, generando procesos intermitentes. Es por ello que existe una falta de espacios permanentes de formación docente en educación ambiental y la rotación del personal educativo, este es un factor que obstaculiza la consolidación estas iniciativas. Además, los procesos interinstitucionales enfrentan barreras administrativas y de comunicación que dificultan la cooperación efectiva entre escuela, gobierno local y comunidad.

Los hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer la participación de los diferentes actores, consolidar mecanismos de seguimiento y evaluación, y promover una articulación más estrecha entre los programas educativos y las políticas ambientales, con el fin de garantizar la continuidad y el impacto de las acciones orientadas a la adaptación climática regional.

Discusión

El análisis de las experiencias sistematizadas entre 2019 y 2025 en los municipios de Sabana Centro evidencia una evolución la forma de concebir la educación ambiental frente al cambio climático. Estas iniciativas muestran un cambio desde acciones aisladas de sensibilización hacia estrategias integrales que buscan articular la pedagogía, la gestión ambiental y la participación ciudadana, en línea con lo planteado por Sauv e, (2004) sobre la transformación del paradigma de educación ambiental hacia una educación para la acción y la sostenibilidad.

Un ejemplo de ello es el municipio de Cajic a, que ha transitado de la realización de capacitaciones específicas sobre huertos escolares y manejo de residuos hacia la estructuración de un plan municipal de educación ambiental denominado “*Entornos sostenibles de educación ambiental*”, liderado por la Secretaría de Educación. Este plan busca articular a las instituciones educativas con el gobierno local, fortaleciendo los procesos de educación ambiental en el territorio (Alcaldía Municipal de Cajic a, 2024).

En concordancia con esta estrategia, la convocatoria “*Actívate con tu PRAE*” constituye una iniciativa orientada a fortalecer la articulación entre la política pública y los procesos escolares e institucionales, al promover el acompañamiento y el reconocimiento de las mejores prácticas en educación ambiental (Alcaldía Municipal de Cajic a, 2025).

Por otro lado, en Chía los registros del Informe de gestión (Alcaldía Municipal de Chía, 2023) evidencian un enfoque de sensibilización ambiental a gran escala, con actividades de

capacitación y acompañamiento a los PRAE de las instituciones educativas. Sin embargo, los resultados también muestran que la falta de mecanismos de seguimiento reduce el impacto a largo plazo evidenciando la necesidad de que las acciones de educación ambiental pasen de ser informativas a ser transformadoras, consolidando procesos de aprendizaje y acción sostenidos en el tiempo (Novo, 2009)

Por su parte, Zipaquirá se destaca por la consolidación de proyectos institucionales innovadores, como el PRAE “La basura no existe” (IEM Liceo Integrado de Zipaquirá, 2024) y la Granja Educativa Campo Hermoso del Colegio Buenaventura Jáuregui (Colegio Buenaventura Jáuregui, 2025) estas experiencias adoptan enfoques de investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos (ABP), generando impactos en la gestión de residuos y la formación de una cultura ambiental escolar. No obstante, la sostenibilidad educativa requiere más que innovación metodológica es importante tener estructuras estables de gobernanza ambiental (Leff, 2016)

En el municipio de Tenjo, el Plan Territorial de Educación Ambiental (Secretaría de Educación Tenjo, 2020) demuestra un trabajo articulado entre la Secretaría de Educación, la CAR y las IED del municipio, con énfasis en la relación escuela, territorio y comunidad. Este modelo territorial de educación ambiental se alinea con los postulados de la PNEA (Política Nacional de Educación Ambiental, 2002), debido a que promueve la planificación y la corresponsabilidad institucional frente a la educación ambiental mediante la creación del Comité Técnico Interinstitucional de Educación Ambiental (CIDEA).

En Tocancipá, tanto el PRAE del I.E. Técnico Industrial (I.E.D Técnico Industrial de Tocancipá, 2024) como el Concurso Municipal de Proyectos Ambientales Escolares (Alcaldía de Tocancipá, 2022) muestran una apuesta por la innovación pedagógica desde el enfoque STEM con componente ambiental. Estos procesos fortalecen la vinculación entre ciencia escolar y acción climática, en sintonía con los lineamientos de la (UNESCO, 2020) sobre educación para el desarrollo sostenible.

Las experiencias de Cota y Tabio reflejan una integración entre educación, comunicación y participación ciudadana. En Cota, la revista “Cota Biodiversa” (Alcaldía de Cota, 2022) y los observatorios escolares fomentaron la producción de conocimiento local y la divulgación ambiental, mientras que en Tabio los proyectos universitarios y escolares de reciclaje y huertos

fortalecieron la formación ambiental con apoyo de ONGs (Grande, 2023). Ambas experiencias muestran cómo la colaboración intersectorial amplía el impacto educativo, aunque enfrentan dificultades de financiación y continuidad.

De manera similar, Sopó y Cogua presentan experiencias orientadas a la conservación y la acción comunitaria. El proyecto “Guardianes de la biodiversidad” del Colegio Campoalegre de Sopó (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2023) es un ejemplo de educación ambiental participativa, donde los estudiantes y la comunidad actúan como agentes de cambio territorial. Estas prácticas reflejan una comprensión ecosistémica del aprendizaje, coherente con la educación ambiental crítica planteada por (Leff, 2016; Sauvé, 2010)

A nivel regional, el papel de la CAR es fundamental. Herramientas como la Guía base para la formulación de PRAE (2022) (Corporaciones Autónomas Regionales, 2022) han sido clave para estandarizar criterios y empoderar a las IED con orientación técnica ambiental. Sin embargo, los municipios muestran distintos niveles de apropiación de estas herramientas, lo que indica una necesidad de mayor acompañamiento territorial y contextualización de las guías regionales.

A nivel general, la educación ambiental en Sabana Centro se encuentra en una fase de consolidación, con una diversificación de enfoques pedagógicos y la participación de diversos actores sociales. Las estrategias que integran el aprendizaje experiencial, la participación comunitaria y la gestión institucional logran mayores impactos, mientras que las limitaciones incluyen la falta de evaluación, discontinuidad de recursos, la rotación docente y débil articulación política impiden el desarrollo sostenido de una educación (Laso *et al.*, 2022)

Aunque en estas iniciativas se identifican problemáticas ambientales tales como la gestión de residuos, la pérdida de biodiversidad y el deterioro de las fuentes hídricas, no siempre se tiene en cuenta procesos educativos que aborden de manera explícita el cambio climático, causas, impactos locales y acciones necesarias de mitigación o adaptación. Parga & Pinta (2025) propone la “ambientalización del contenido” en las ciencias para lograr una alfabetización científica más profunda y pertinente frente al cambio climático reduciendo la brecha entre problema identificado y acción educativa.

Esto demuestra que la educación ambiental que se lleva a cabo en Sabana Centro no tiene en cuenta la ECC, aunque esta debería ser un componente transversal debido a la necesidad de

abordar este fenómeno. (Prosser *et al.*, 2022) señalan que no basta con sensibilizar a los estudiantes, sino que es necesario avanzar hacia una educación transformadora, que les ayude a fortalecer sus habilidades socioemocionales, su pensamiento científico y su capacidad de actuar como ciudadanos preparados para enfrentar los escenarios climáticos.

Para integrar la ECC es importante que las instituciones educativas articulen sus acciones con los planes municipales de cambio climático, con los instrumentos de planificación de las corporaciones ambientales y con las metas de desarrollo sostenible. Esta coordinación ha sido una recomendación constante del Ministerio de Ambiente de Colombia en su Estrategia Nacional para la Educación sobre Cambio Climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Aunque la región ha avanzado en la consolidación de diversas iniciativas ambientales, el reto es lograr que estas experiencias se conviertan en una educación climática integral. Una educación que conecte la pedagogía con la ciencia, que fortalezca la acción comunitaria y articule con la gobernanza del territorio con las políticas públicas. Solo de esta manera la educación ambiental podrá aportar, de forma efectiva, a la transformación socio ambiental y a la construcción de resiliencia climática en Sabana Centro.

Conclusiones

Teniendo en cuenta las experiencias desarrolladas entre el 2029 y 2025 en los municipios de Sabana Centro, es posible observar que esta región ha avanzado en la implementación de la educación ambiental, en compañía de instituciones educativas, secretarías municipales, la CAR y organizaciones comunitarias. Estas acciones han permitido que la población reconozca problemas como el manejo inadecuado de residuos, la pérdida de biodiversidad y el deterioro de las fuentes hídricas: los cuales se relacionan con el cambio climático.

Sin embargo, los resultados también evidencian una brecha significativa entre las orientaciones establecidas por la Política Nacional de Educación Ambiental y los procesos que se desarrollan en la práctica. Aunque hay proyectos muy valiosos, muchos siguen funcionando gracias al impulso individual de algunos docentes, a recursos que no siempre se mantienen en el tiempo o a esfuerzos aislados dentro de las instituciones. Esto hace que sea difícil darles continuidad y vincularlos de manera sólida con las políticas climáticas del municipio y la región.

De igual manera, los PRAE han contribuido al reconocimiento de problemáticas ambientales en el contexto, pero la integración de la ECC aún es débil. Esto impide que los estudiantes desarrollen capacidades para comprender riesgos, proponer soluciones o participar en acciones de adaptación y mitigación ante este fenómeno.

El rol docente es un factor clave para la transformación educativa, pero su potencial se ve afectado por la falta de formación especializada, la sobrecarga administrativa y la escasa disponibilidad de recursos. En este mismo sentido, es necesario fortalecer la participación estudiantil para pasar de acciones de apoyo a verdaderos procesos de liderazgo juvenil y construcción de soluciones.

En resumen, Sabana Centro ha logrado construir experiencias valiosas y un compromiso institucional cada vez más fuerte. Sin embargo, el gran desafío ahora es avanzar hacia una educación climática realmente integral, que conecte el currículo con el territorio y la gobernanza ambiental.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Cota. (2022). Cota Biodiversa. *Cota Biodiversa*. https://cota-cundinamarca.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/Revista_Cota_Biodiversa2.pdf
- Alcaldía de Tocancipá. (2022). *Concurso municipal proyectos ambientales ciudadanos y proyectos ambientales escolares*. https://www.tocancipa-cundinamarca.gov.co/recursos_user/masivos/concurso_municipal_proyectos_ambientales_ciudadano_y_escolares_26503/concurso_municipal_proyectos_ambientales_ciudadano_y_escolares.pdf
- Alcaldía Municipal de Cajicá. (2024). *Entornos sostenibles de educación ambiental*. <https://www.cajica.gov.co/docdown/archi/2025/Plan/PLAN%20MUNICIPAL%20DE%20EDUCACION%20AMBIENTAL-CAJICA%20PMEA%202024-2027.pdf>
- Alcaldía Municipal de Cajicá. (2025). *Convocatoria “Actívate con tu PRAE” reconoce proyectos ambientales escolares – Cajicá Alcaldía Municipal*. <https://cajica.gov.co/convocatoria-activate-con-tu-prae-reconoce-proyectos-ambientales-escolares/>
- Alcaldía Municipal de Chía. (2023). *Informe de Gestión*. <https://chia-cundinamarca.gov.co/2024/planeacion/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%20vigencia%202023.pdf>
- Bos, M. S., & Schwartz, L. (2023). *Educación y cambio climático: ¿cómo desarrollar habilidades para la acción climática en la edad escolar?* <https://doi.org/10.18235/0004917>
- Colegio Buenaventura Jáuregui. (2025). *Defendiendo la reserva de Macondo*. <https://s3642c2da48893694.jimcontent.com/download/version/1748968351/module/8388354982/name/PRAES%20%202025.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2023). *Guardianes de biodiversidad; “Formando” (PRAE)*.

- Corporaciones Autónomas Regionales. (2022). *Guía base para elaboración de PRAE 2022 (orientación técnica regional)*.
- Dávila-Machado, B. A., & Saker-Montenegro, J. A. (2022). Cambio climático, elemento formativo para diseñar estrategias pedagógicas en la IED de Pijiño. *Tecnología Investigación y Academia*, 9(2), 101–112. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/19453>
- González Acosta, A. M. (2024). *Hacia el fortalecimiento de la educación en cambio climático con enfoque interdisciplinar*. <https://repositorio.unal.edu.co/items/d08b64eb-b680-4228-ad66-cac56313a595>
- Grande González, L. V. (2023). *Configuración de sujetos ambientales como resultado de la relación entre los Proyectos Ambientales Escolares, Esquema de Ordenamiento Territorial y Plan de Desarrollo Municipal. Estudio de caso: Tabio, Cundinamarca* [Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/5508>
- Hernandez Sampieri, R., Ferenández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- IDEAM, & UNAL. (2018). *Ña variabilidad climática y el cambio climático en Colombia*. <https://www.andi.com.co/uploads/variabilidad.pdf>
- I.E.D Técnico Industrial de Tocancipá. (2024). *PRAE I.E.D Técnico Industrial de Tocancipá*.
- IEM Liceo Integrado de Zipaquirá. (2024). *La cultura ambiental Liceista como estrategia de Cambio Climático*. <https://liceointegrado.edu.co/proyectos/prae/>
- Laso-Salvador, S., Marbán-Prieto, J. M., Ruiz-Pastrana, M., Laso-Salvador, S., Marbán-Prieto, J. M., & Ruiz-Pastrana, M. (2022). Conciencia ambiental y cambio climático: Un estudio con docentes de Educación Primaria en formación. *Revista Electrónica Educare*, 26(3), 1–23. <https://doi.org/10.15359/ree.26-3.24>
- Leff Zimmerman, E. (2016). Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza. *Economía, Sociedad y Territorio*, IX(31), 863–879. <https://ru.iis.sociales.unam.mx/handle/IIS/4937>
- Lizcano-Pabón, Y. P. (2025). Educación ambiental e impacto del cambio climático en un ecosistema local colombiano. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 5(1), 38–47. <https://doi.org/10.62574/rmpi.v5i1.254>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Análisis y Recomendaciones para la Revisión, Actualización e Implementación de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático, en el Marco de la Política Nacional de Cambio Climático y la Política Nacional de Cambio Climático y la Política Nacional de Educación Ambiental*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Analisis-Estrategia-Nacional-de-Educacion.pdf>
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, 195–217. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=_ii3BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA195&dq=Novo,+M.+\(2009\).+Educaci%C3%B3n+ambiental+y+desarrollo+sostenible&ots=TJAuYMD04H&sig=SpFeY5d7jO0DPVCMFTPCBNpP-QE&redir_esc=y#v=onepage&q=Novo%2C%20M.%20\(2009\).%20Educaci%C3%B3n%20ambiental%20y%20desarrollo%20sostenible&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=_ii3BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA195&dq=Novo,+M.+(2009).+Educaci%C3%B3n+ambiental+y+desarrollo+sostenible&ots=TJAuYMD04H&sig=SpFeY5d7jO0DPVCMFTPCBNpP-QE&redir_esc=y#v=onepage&q=Novo%2C%20M.%20(2009).%20Educaci%C3%B3n%20ambiental%20y%20desarrollo%20sostenible&f=false)
- Ojeda-González, G. P., & Castro-Moreno, J. A. (2023). Los proyectos ambientales escolares (PRAE) y la educación ambiental comunitaria (EAC): encuentros y desencuentros en las orientaciones

curriculares colombianas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (54), 84–101. <https://doi.org/10.17227/ted.num54-17608>

Parga Lozano, D. L., & Pinta Pulido, C. D. (2025). Ambientalización del Contenido en Secundaria: El Cambio Climático como Cuestión Sociocientífica. *Sisyphus: Journal of Education*, ISSN-e 2182-9640, Vol. 13, Nº. 1, 2025 (Ejemplar Dedicado a: Science Education and Its Relationship with Other Educations in Global Change Scenarios), Págs. 133-153, 13(1), 133–153. <https://doi.org/10.25749/sis.38260>

Política Nacional de Educación Ambiental (2002). <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-Nacional-Educacion-Ambiental.pdf>

Prosser Bravo, G., Bonilla, N., Prosser González, C., & Romo-Medina, I. (2022). Expertos por experiencia en la educación para el cambio climático: emociones, acciones y estrategias desde la perspectiva de participantes de tres programas escolares chilenos. *Revista de Estudios y Experiencias En Educación*, 21, 232–251. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n45.2022.012>

Quintero Ferrer, C., & Solano Peña, J. M. (2024). Educación ambiental en cambio climático, una tarea desde la primera infancia. *Educación y Educadores*, 26(2), e2622. <https://doi.org/10.5294/edu.2023.26.2.2>

Sauvé, L. (2004). Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental. *Carpeta Informativa CENEAM*. <http://www.unites.uqam.ca/EDAMAZ>

Sauvé, L. (2010). *Educación ambiental y ecociudadanía. Dimensiones claves de un proyecto político-pedagógico-Environmental education and eco-citizenship. Key dimensions of a pedagogical-political project*. 1(18), 12. <https://doi.org/10.14483/23448350.5558>

Secretaría de Educación Tenjo. (2020). *Memoria Técnica PTEA Tenjo 2020-2023*.

UNESCO. (2020). Education for sustainable development: a roadmap. In *Education for sustainable development: a roadmap*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/YFRE1448>

Precisiones teóricas en torno al concepto de «Lo Común»

Theoretical clarifications regarding the concept of 'The Commons'

Elpidio González Aguilar

Investigador Independiente, Panamá

elpidio.gonzalez.aguilar@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-7176-4858>

Recibido: 07/01/2026

Aprobado: 02/03/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10075>

Resumen

En este trabajo se realiza una síntesis del concepto de recursos de uso común y de las críticas a este enfoque y a las tipologías de bienes basadas en sus características intrínsecas. De igual manera, se reflexiona sobre el trabajo humano como elemento que permite encontrar métodos adecuados de gestión para distintos bienes. A partir de este principio, se construye una tipología de bienes: aquellos que contienen trabajo humano y aquellos que son producidos por la naturaleza. Por medio de esta tipología, se analiza «lo común» como principio de organización y, posteriormente, la idea de «lo común» como relación social de producción. Finalmente, se plantean algunos de los desafíos que emergen de este principio para la gestión de bienes.

Palabras clave: Recursos naturales, economía política, gobernanza, bienes comunes naturales.

Abstract

This paper presents a synthesis of the concept of common-pool resources and of the critiques directed at this approach and at typologies of goods based on their intrinsic characteristics. It also reflects on human labor as an element that makes it possible to identify appropriate methods of management for different types of goods. On this basis, a typology of goods is developed, distinguishing between those that embody human labor and those produced by nature. Through this typology, *the commons* is first analyzed as an organizing principle and subsequently as a social relation of production. Finally, the paper outlines some of the challenges that emerge from this principle for the governance of goods.

Keywords: Natural resources, political economy, governance, natural common goods.

Introducción

Este artículo tiene como objetivo presentar algunas precisiones teóricas en torno al concepto de «lo común» como principio de organización de la producción, entendido desde la teoría marxista como relación social de producción, principalmente tomando como marco o sistema de análisis el concepto de relación social de producción contenido en *El Capital* de Karl Marx. Para ello, se recorre la literatura más sobresaliente que ha surgido en la economía neoclásica respecto al denominado problema de los recursos de uso común, para luego presentar las objeciones pertinentes desde la economía heterodoxa, que han derivado en plantear «lo común» como un principio de organización de la producción. Por último, se describen algunos desafíos prácticos

que enfrentan los grupos que toman como base este principio de organización para gestionar bienes.

Superando las tipologías de Ostrom: el trabajo humano y los principios de lo común

El concepto de los «comunes», o recursos de uso común, es una tipología reseñada por varios autores, principalmente Elinor Ostrom, como una alternativa a la dicotomía neoclásica de bienes públicos y privados. Según Giuliani y Vercellone (2020), los bienes o recursos comunes son aquellos difíciles de excluir y que son rivales. Para tratar de superar el paradigma neoclásico, Ostrom acuña el término substractibilidad que, como señala Giuliani y Vercellone, (2020) establece una gradación de la rivalidad y hace más elástica la frontera entre los diferentes tipos de bienes.

A partir de esta tipología, Ostrom clasifica dentro de los recursos de uso común a los bienes naturales o basados en la tierra, que son rivales pero difíciles de excluir. Posteriormente se ha añadido a los bienes basados en la información y la comunicación.

Las principales limitaciones del enfoque de Ostrom, de acuerdo con Giuliani y Vercellone, (2020) son tres: 1) la persistencia del enfoque neoclásico que sobredimensiona la relevancia de las características intrínsecas de los bienes, 2) la adhesión al individualismo metodológico y 3) la ausencia de las relaciones de poder en el análisis. Para los objetivos del presente trabajo, solo se abordará la primera limitación.

Giuliani y Vercellone sugieren que el énfasis en las características intrínsecas de los bienes provoca una predeterminación de los bienes que formarán parte de la tipología de Ostrom. De esto se deriva que los recursos de uso común sean principalmente bienes naturales o basados en la tierra. Ante este argumento, responden que «ningún bien está, de hecho, destinado, en función de sus cualidades intrínsecas, a convertirse ipso facto en objeto de un determinado método de gestión». Como sustento de esta afirmación ofrecen distintos ejemplos de bienes y servicios que no están primordialmente basados en la naturaleza y que pueden catalogarse como recursos de uso común, o bien, cuya clasificación en las categorías de bienes privados o públicos es, al menos, dudosa.

A mi juicio, las más sólidas objeciones al énfasis en las características intrínsecas son las siguientes: 1) la creciente presencia de formas de organización, sobre todo en internet, que generan

bienes y servicios con una lógica similar a la de los recursos de uso común; y 2) las barreras de rivalidad y exclusión que han sido derribadas por los avances tecnológicos.

La primera objeción se refiere a la creciente producción de contenido y conocimiento que no parece encajar en el ideario común de la producción privada (capitalista) o pública. Esto se da, sobre todo, en el ámbito de la información y la comunicación. Giuliani y Vercellone reseñan los casos de Wikipedia y el software libre, pero también puede darse el ejemplo de comunidades de internet para la difusión de arte y conocimiento (muchas veces violando el derecho de autor y la propiedad intelectual), al igual que la producción de contenido basado en donaciones. Lo más interesante de este tipo de redes es que la retribución para los bienes y servicios disponibles se basa, más bien, en la solidaridad de los usuarios, más que en un sistema de precios, y en algunos casos, inclusive, el contenido está disponible sin la necesidad de ofrecer una retribución. Un caso elocuente es el de Sci-hub, autodenominado el «primer sitio web pirata en el mundo que provee acceso público y masivo a millones de artículos de investigación». En el eslogan de su sitio se puede encontrar lo que parece la razón de ser de la iniciativa: «remover todas las barreras en el camino de la ciencia».

La segunda objeción tiene que ver con el desarrollo de la tecnología. Los propios autores afirman:

La misma rivalidad o no-rivalidad, si es excluible o no-excluible, el carácter material o inmaterial de numerosos bienes cambia con el desarrollo tecnológico. Así, por ejemplo, la digitalización de libros, música y películas libera la difusión de bienes culturales de su soporte material, haciendo que teóricamente pasen de ser bienes privados (rivales y excluibles) a bienes colectivos.

En consecuencia, cualquier tipología que dependa de las características intrínsecas de los bienes y servicios no tiene sustento en un criterio objetivo. Para Giuliani y Vercellone, en cambio, los límites entre los distintos tipos de bienes corresponden a «decisiones políticas que traducen las relaciones de poder» entre los sujetos de una sociedad.

Estos autores proponen dos razones para superar estas tipologías. En primer lugar, siendo los recursos de uso común una construcción social, «una forma de gobernanza y cooperación vinculada al trabajo», esto implica que los principios de lo común son compatibles potencialmente con cualquier tipo de bienes, ya que lo común no se trata de una «esencia» que los precede. Por

último, puesto que el trabajo tiene la capacidad de organizarse a sí mismo, esto «determina en última instancia la propensión de una serie de bienes o recursos a ser gestionados de acuerdo con los principios de lo común».

Los valores de uso producidos por la naturaleza

A partir de la introducción del trabajo humano como el elemento que determina las posibilidades de gestión de un bien o recurso, es posible derivar una tipología sencilla que se fundamenta en dicho planteamiento. En consecuencia, existirán dos tipos de bienes: aquellos que contienen trabajo humano y aquellos que no. Estas distinciones ya eran de importancia para Marx en su época, pues afirma en *El Capital* que en el proceso de trabajo intervienen «medios de producción creados por la naturaleza y que no presentan la menor huella de trabajo humano» (Marx,). Si bien es cierto que esta tipología se basa en características intrínsecas de los bienes o recursos, no se circunscribe al plano de la circulación y distribución (rivalidad, exclusión, substractibilidad), a diferencia de las tipologías neoclásicas y de las elaboradas por la vertiente de Ostrom. Además, mediante esta tipología se puede contribuir al debate sobre la influencia de las características de los bienes en los distintos métodos de gestión.

Para ello, es necesario considerar cómo la teoría del valor-trabajo explica el papel de la naturaleza en el proceso de producción. La obra de Alfred Schmidt, *El concepto de la naturaleza en Marx*, permite comprender varios aspectos sobre este tema. Para Schmidt, el *intercambio orgánico* es un concepto fundamental en la visión que tiene Marx sobre la naturaleza, y lo define como el «recíproco entrecruzamiento de naturaleza y sociedad dentro del todo natural» (p. 87). En su interpretación del intercambio orgánico de Marx, Schmidt nos dice:

...la sociedad debe mantenerse en un contacto productivo ininterrumpido con la naturaleza. Así como los hombres penetran las sustancias naturales, también éstas pasan a través de los hombres como valores de uso, para volverse a transformar en mera naturaleza. (Schmidt 1977, p. 97)

Y añade que Marx no solo concebía este intercambio de manera metafórica, sino también fisiológica. De lo anterior emerge el trabajo como una «necesidad natural eterna» (p. 79). En resumen, el trabajo como productor de valores de uso es «una condición de existencia del hombre independiente de todas las formas sociales» (p. 91). En esta relación del ser humano con la

naturaleza surgen dos tipos de intercambio, relacionados con la apropiabilidad de las sustancias naturales. En primera instancia, existen sustancias naturales que son apropiadas y transformadas en valores de uso (es decir, son valores de uso para un proceso inmediato de trabajo). Al mismo tiempo, existen sustancias naturales que son valores de uso sin ser transformadas por el trabajo humano, es decir, sin la mediación del ser humano. Schmidt pone de ejemplo el aire y el agua como este tipo de recursos.

Para explorar si estas características de los bienes tienen alguna influencia en los tipos de gestión que permiten, se puede reflexionar acerca del proceso de trabajo en el capitalismo, es decir, del instante en que la fuerza de trabajo se enfrenta al capital. Las nociones de capital constante y capital variable son la columna vertebral de la teoría del valor-trabajo de Marx. En *El Capital*, afirma que «el conservar valor añadiendo valor es, pues, un don natural de la fuerza de trabajo puesta en acción». Marx denomina variable a la parte de capital que se invierte en fuerza de trabajo (trabajo vivo).

Por otro lado, lo invertido en medios de producción es un capital constante (trabajo muerto), porque «los medios de producción no pueden jamás añadir al producto más valor que el que ellos mismos poseen». En la categoría de capital constante entran materias primas, materias auxiliares e instrumentos de trabajo. En otras palabras, son valores de uso para el proceso de trabajo. Esto quiere decir que en el capital constante convergen tanto medios de producción creados por trabajo pretérito como medios de producción que no son producto del trabajo humano.

Desde el punto de vista del proceso de trabajo, es indiferente que un valor de uso sea producto del trabajo humano o no. La fuerza de trabajo se enfrenta a este valor de uso y lo consume con el fin de crear un bien o servicio. Los valores de uso producidos por la naturaleza y aquellos producidos por el ser humano sirven el mismo propósito puesto que, solamente a través de la intervención de la fuerza de trabajo, pueden convertirse en algo útil. En este sentido, Giuliani y Vercellone tienen razón al afirmar que ningún bien está predestinado a un método de gestión. Inclusive los servicios que la naturaleza ofrece (la fuerza del agua, la fertilidad de la tierra, el metabolismo de los animales), solamente pueden ser puestos al servicio del ser humano por medio de la intervención de la fuerza de trabajo.

Desde un punto de vista social, sin embargo, las características intrínsecas de un bien comienzan a desempeñar un rol. La fuerza de trabajo, como valor de uso, es propiedad del trabajador o del ser humano que ejerce determinada labor. Marx concebía al ser humano como «encarnación de la fuerza de trabajo», como «objeto natural» (Marx,).

A medida que el ser humano interviene y transforma cualquier sustancia natural, el valor de uso resultante será una expresión de procesos de trabajo pretéritos. En el plano de la sociedad, esto está expresado en el valor de un bien o servicio. Por consiguiente, la propiedad de estos bienes y servicios estará ligada a quienes participen de los procesos de trabajo que les dieron origen, y la retribución de estos bienes y servicios se da de acuerdo con el valor, es decir, de acuerdo con la fuerza de trabajo consumida en el proceso. Esto se matiza al analizar los planteamientos de Schmidt, cuando afirma que esta distinción entre valores de uso producidos por la naturaleza y los producidos por el ser humano es hecha «in abstracto».

En el mundo empírico, «no se puede llevar realmente a cabo ninguna separación entre la sustancia natural y los modos práctico-sociales de su transformación» (p. 74). En otras palabras, la retribución de bienes y servicios de acuerdo con el valor que contienen es de carácter social, y los valores de uso insertos por la naturaleza se aprovechan de manera gratuita.

En cuanto a los valores de uso producidos estrictamente por la naturaleza, estos se componen únicamente de sustancias y procesos naturales. Cuando los seres humanos se encuentran frente a valores de uso que no fueron creados por el trabajo humano, no hay intercambio que les permita retribuir procesos de trabajo pretéritos. Cualquier persona podrá disponer de los valores de uso creados por la naturaleza en la medida en que las circunstancias externas y otros seres humanos se lo permitan. Por ello, Giuliani y Vercellone aciertan al atribuir a decisiones políticas la gestión de ciertos bienes. Sin embargo, parece irremediable que este tipo de decisiones sean políticas, dado que, desde el punto de vista social, el único límite para disponer de un valor de uso natural, más allá de su escasez, es la voluntad de otros seres humanos.

Esto puede desempeñar un rol en la comprensión de los problemas de la conmensurabilidad monetaria de las externalidades, los derechos sobre la naturaleza como un factor de producción de Coase y la serie de conflictos sociales que ha producido esta visión aplicada a la realidad, al igual que las limitaciones del enfoque marginalista de la Disposición a Pagar (DAP), y también el

incompleto enfoque, en términos neoclásicos, de la contaminación como un problema técnico de equilibrio parcial (micro), en vez de un problema de equilibrio general (macro), que describe Ayres y Kneese (1969).

Por ende, resulta acertado el diagnóstico que realiza Giuliani y Vercellone acerca del papel de las relaciones de poder en la gestión de algunos bienes, pero es más difícil de sostener su afirmación de que la esencia de los bienes no determina un método de gestión. La característica intrínseca del valor de uso natural (no ser resultado de la intervención del trabajo humano) deja en pie solamente una barrera para que cualquier persona o comunidad se apropie de este recurso: la voluntad de otros seres humanos. Esto implica que cualquier método de gestión tendrá que ver con el consenso o la coacción, es decir, se gestionará con legitimidad (desde el poder político) o por medio de la violencia. Arendt (2006) define el poder como «la capacidad humana, no simplemente para actuar, sino para actuar concertadamente» (p. 60). La distinción entre poder y violencia parece muy útil para reflexionar acerca de la gestión de valores de uso producidos por la naturaleza, si bien, como afirma Arendt, poder y violencia continuamente aparecen mezclados en el plano empírico. De igual forma, cualquier enfoque que reflexione sobre las relaciones de poder (la visión de Arendt, Foucault, Galbraith, la teoría de la lucha de clases, entre otros) puede contribuir a analizar los métodos de gestión.

La gestión de los valores de uso naturales es un problema político, en tanto que «implica la comparación entre una pluralidad de valores en el sentido axiológico del término (éticos, económicos, sociales, culturales, étnicos, estéticos, etc.), irreductibles, por tanto, a una unidad de medida común», como afirma Tsakoumagkos (2012).

Ostrom comprende el papel del consenso en sus principios para la gestión de recursos de uso común al recalcar la importancia de límites bien definidos en términos de la apropiación; no obstante, las limitaciones señaladas por Giuliani y Vercellone, al igual que su énfasis en la circulación de los bienes, y no en la producción, impiden que identifique el origen de la necesidad de estos métodos de gestión.

Los desafíos de lo común como principio de organización de la producción

Para Giuliani y Vercellone, «lo común» va más allá de una estrategia de organización en la esfera microeconómica. Estos autores describen «lo común» como un principio general de organización de la sociedad, y no como algo híbrido en medio de las categorías de Estado y mercado. Como he mencionado previamente, lo común puede describirse como una relación social de producción.

Para estos autores, «lo común» es un principio de organización de la sociedad, porque la democracia permite responder las usuales preguntas ligadas con la producción: ¿cómo, qué y para quién se produce?, ¿para satisfacer qué necesidades?, a diferencia del capitalismo, que responde estas preguntas por medio de la lógica de la propiedad pública y privada, y también a diferencia del socialismo soviético, que hacía recaer esta responsabilidad exclusivamente en una burocracia.

«Lo común» como relación social de producción se propone como un medio de gestionar la riqueza social que representan los bienes comunes. Esta gestión, según Giuliani y Vercellone, obedece principalmente tres criterios: 1) satisface las necesidades colectivas con miras a una utilidad social, 2) desarrolla la capacidad de los individuos y 3) respeta la obligación de reproducir los recursos ambientales. Un rasgo de lo común es que se basa en «formas horizontales de cooperación». La introducción de la horizontalidad es fundamental en la argumentación de Giuliani y Vercellone.

Sin embargo, es necesario matizar tanto el primero como el tercer criterio. Si planteamos como axioma que una comunidad tratará de consumir, mediante un proceso de trabajo, los suficientes bienes comunes disponibles para garantizar su reproducción social, el criterio referido a la satisfacción de la utilidad social presenta un desafío relevante: las reglas de distribución del usufructo de un bien común tendrán que atender, de manera diferencial, las necesidades de cada individuo que conforma la comunidad, para lo cual se requiere que un grupo tenga un conocimiento lo suficientemente completo de sus necesidades individuales y colectivas. Lo anterior representa un reto importante de planificación e información, sobre todo cuando las comunidades exceden cierto número de personas. De igual manera, respecto al alcance del grupo o comunidad, se deberán definir las reglas de acceso para quienes previamente no forman parte del usufructo del bien común. Este problema, en ciertos casos del contexto panameño, no se ha resuelto de forma espontánea en las comunidades que gestionan bienes comunes, sino a través de reglas impuestas por el Estado. Dos ejemplos de esta situación son las Juntas de Administración de Acueductos

Rurales, regidas por el Decreto Ejecutivo 1839 del Ministerio de Salud, así como las Juntas de Administración de Propiedades Horizontales, que obedecen los lineamientos presentes en la Ley 284 de febrero de 2022. Lo anterior, empero, no implica que las normas de gestión deban ser definidas por el Estado.

En cuanto al tercer criterio, que se relaciona con los bienes comunes que no contienen trabajo humano (los bienes comunes de la naturaleza), si continuamos con el axioma de que un grupo consume bienes comunes al punto en que garantiza su reproducción social, visualizo al menos dos prerequisites para asegurar que la comunidad gestione estos bienes de manera que asegure su reproducibilidad. Primero, el grupo debe comprender que su reproducción social está ligada a la reproducibilidad del bien común en cuestión. Lo anterior implica un sentido de comunidad que trasciende lo humano y una consciencia que asimila el bien común natural como parte de su existencia. Por otra parte, el grupo debe tener el conocimiento técnico suficiente para hacer factible esta reproducibilidad, lo que implica estar informados respecto a la disponibilidad del bien común en la naturaleza, los equilibrios necesarios para lograr su preservación y las prácticas relevantes durante su consumo, de tal manera que no se comprometa su abundancia. Las reglas de uso que tomen en cuenta la reproducibilidad pueden surgir desde las propias comunidades o pueden ser impuestas desde el Estado a través de criterios técnicos. Martínez (2008) refiere el caso de la veda de la langosta en la Comarca Guna, discutida e implementada durante la década de los noventa por el Congreso General Guna, entidad autónoma de este territorio. También refiere que la ley fundamental de la Comarca establece como facultad exclusiva de los gunas la explotación de “los recursos marinos de la comarca” (p.95) y dicta disposiciones más particulares como la prohibición de motos acuáticas y tanques de buceo, con el objetivo de proteger las especies, principalmente la langosta. Por otra parte, también encontramos las vedas de camarones que aplican en el territorio nacional y que se impusieron mediante Decreto Ejecutivo 158 del 31 de diciembre de 2003. Esta normativa considera criterios técnicos sobre estudios de captura del siglo XX para el establecimiento del periodo de veda. Ambas vedas tienen orígenes distintos, pero propósitos similares y enfrentan retos de ejecución muy parecidos. Al mismo tiempo, surgen desde la necesidad de propiciar la reproducibilidad de un bien común.

Aunque los métodos de gestión basados en lo común pueden facilitar el sentido de comunidad necesario para asimilar los bienes comunes como parte crucial de la existencia de un grupo, no

parece haber un mecanismo automático que asegure el desarrollo de esta consciencia. Del mismo modo, ni la democracia ni las formas horizontales de organización parecen garantizar que exista el conocimiento técnico que haga factible la reproducibilidad del bien común, aunque sin duda estos mecanismos de consenso ponen a disposición una mayor cantidad de individuos que pueden sentirse involucrados en la generación de este conocimiento.

En consecuencia, las líneas de investigación que se deben perseguir en torno a la idea de «lo común» como principio de organización y como relación social de producción deben considerar los retos prácticos relacionados con las reglas de distribución y el vínculo entre reproducción social de los grupos y reproducción de los bienes comunes de la naturaleza.

Conclusiones

«Lo común» como relación social de producción aparece como alternativa a las tipologías de recursos de uso común que surgieron desde el marco de la economía neoclásica. Su principal diferencia como principio que organiza la producción es la manera en que se da respuesta a las preguntas de cómo, qué y para quién producir, al igual que de la forma en que se toman las decisiones respecto al usufructo de un bien. En este sentido, las reglas de uso de un bien común que tengan en cuenta la reproducibilidad pueden surgir en el contexto de discusiones a lo interno de comunidades y convertirse en instituciones por medio de este mecanismo, como es el caso de la veda de langosta y las normas sobre recursos en la comarca Guna; o bien, pueden ser impuestas desde el Estado a través de leyes basadas en criterios técnicos, como es el caso de la veda de camarones. Las reglas de exclusión en el uso de bienes comunes también se resuelven desde aproximaciones similares, pero lo principal a resaltar en el establecimiento de estas instituciones es el papel decisivo del consenso o la coacción, es decir, el ejercicio legítimo o ilegítimo del poder político, para gestionar bienes cuyo valor y utilidad no provienen del trabajo humano. Este enfoque ofrece mayor claridad y supera la explicación incompleta que realiza la economía neoclásica de la relación entre las comunidades humanas y los denominados recursos de uso común. Los propósitos que persigue este método de gestión de «lo común», satisfacer una utilidad social y garantizar la reproducibilidad de recursos naturales, conducen a concluir que existen importantes desafíos de orden práctico relacionados con la producción y la distribución, principalmente respecto al conocimiento que debe tener una comunidad o grupo sobre sus propias necesidades, la conciencia

sobre el vínculo entre la reproducción social del grupo y la de los bienes comunes, y finalmente el conocimiento técnico necesario para hacer factible esta reproducibilidad. Futuros estudios sobre «lo común» deben abordar estos desafíos, de modo que pueda entenderse más concretamente el potencial social, económico y ecológico de esta relación social de producción.

Referencias bibliográficas

- Arendt, H. (2006). Sobre la violencia. Alianza Editorial.
- Ayres, R.U., & Kneese, A.V. (1969). Production, consumption, and externalities. *The American Economic Review*, 59(3), 282-297. <http://www.jstor.org/stable/1808958>
- Decreto Ejecutivo No. 1839 que reglamenta la Ley 66 de 10 de noviembre de 1947. (2014, 5 de diciembre). Ministerio de Salud de Panamá. https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/general/decreto_ejecutivo_no_1839_05-12-2014.pdf
- Giuliani, A., & Vercellone, C. (2020). De la Nueva Economía Institucional de los Comunes a lo Común como un Modo de Producción (E. Cafassi, A. Dolcemáscolo, M. Lassalle, I. Perrone, & G. Yansen, Trads.). *Revista Hipertextos*, 8(13), 21-45. <https://doi.org/10.24215/23143924e009>
- Ley N° 284 que establece el Régimen de Propiedad Horizontal. (2022). Gaceta Oficial de Panamá, No. 29476-C. Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial. https://www.miviot.gob.pa/viceot/normativa/phorizontal/Ley_284-29476-C.pdf
- Martínez Mauri, M. (2008). Cuando el territorio no es sólo tierra. La territorialidad y el mar kuna (Panamá). En J. Laviña & G. Orobítg (Eds.), *Resistencia y territorialidad: culturas indígenas y afroamericanas* (pp. 85-105). Universitat de Barcelona.
- Marx, K. (2008). *El Capital: Crítica de la economía política* (W. Rocés, Trad.). Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1867)
- Schmidt, A. (1977). El concepto de la naturaleza en Marx. Siglo XXI Editores.
- Tsakoumagkos, P. (2012). Tres enfoques económicos de los problemas ambientales. *Revista FAUBA*.

Investigación Educativa en UDELAS, Panamá, 1997-2020: Desarrollo de líneas de investigación

Educational Research at UDELAS, Panama, 1997-2020: Development of research lines

Analinnette Lebrija Trejos

Universidad Especializada de las Américas, Panamá

analinnette.lebrija.7@udelas.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-4958-4380>

Rosa Flores Macias

Universidad Nacional Autónoma de México, México

rcfm@unam.mx <https://orcid.org/0000-0002-1443-4892>

Ines Salcedo Estrada

Universidad de Matanzas, Cuba

ines.salcedo@umcc.cu <https://orcid.org/0000-0003-3188-6687>

Mayra Trejos Alvarado

Universidad de Panamá, Panamá

mayra_stella@yahoo.com.mx <https://orcid.org/0009-0000-1890-6204>

Recibido: 27/02/2026

Aprobado: 01/04/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10076>

Resumen

El estudio tuvo como objetivo general analizar el desarrollo de la investigación educativa en la UDELAS de 1997 al 2020. El artículo solo se centra en el análisis del desarrollo de las líneas de investigación. El diseño de investigación fue no experimental, con tipos de estudio diagnóstico, documental, descriptivo y explicativo. Entre los resultados relevantes: de 1994 al 2021 se desarrollan 24 programas de estudios de licenciatura, 9 de maestría y 1 doctorado, los cuales han permitido el desarrollo de 8 líneas de investigación educativa a través de las tesis de grado. Hasta el 2014 se establecen las líneas de investigación y desde el 2015 a la fecha, estas se sustentan académica y científicamente, obteniendo la estadística cualitativa y cuantitativa de las investigaciones desarrolladas en la universidad. Desde el 2015, 114 profesores han desarrollado investigación en las diferentes líneas del área educativa. Las publicaciones académicas a través de la revista universitaria Redes inician desde el 2001 y empieza a ser de corte científico desde el 2015, teniendo 21 publicaciones científicas en el área educativa, las cuales aportan conocimientos en 7 líneas de investigación; cabe aclarar que la revista tiene dos áreas, Ciencias Sociales y Ciencias de la Salud. Una de las conclusiones relevantes y que competen directamente a este artículo, es la comprobación de la transversalización de las líneas de investigación, además se logra obtener una definición clara de línea de investigación que permite un trabajo más organizado y colaborativo entre las diferentes áreas de estudio.

Palabras clave: Educación, investigación, investigación educativa, líneas de investigación, productividad científica.

Abstract

The general objective of the study was to analyze the development of educational research at UDELAS from 1997 to 2020. The article only focuses on the analysis of the development of the lines of research. The

research design was non-experimental, with types of diagnostics, documentary, descriptive and explanatory study. Among the relevant results: from 1994 to 2021, 24 undergraduate, 9 master's and 1 doctorate study programs are developed, which have allowed the development of 8 lines of educational research through thesis. Until 2014 the lines of research are established and from 2015 to date, these are supported academically and scientifically, obtaining qualitative and quantitative statistics of the research carried out at the university. Since 2015, 114 professors have developed research in the different lines of the educational area. Academic publications through the Redes university journal began in 2001 and began to be scientific in nature in 2015, with 21 scientific publications in the educational area, which provide knowledge in 7 lines of research; It should be noted that the journal has two areas, Social Sciences and Health Sciences. One of the relevant conclusions that directly pertains to this article is the verification of the mainstreaming of the lines of research, in addition to obtaining a clear definition of the line of research that allows a more organized and collaborative work between the different areas of study.

Keywords: Education, research, educational research, lines of research, scientific productivity.

Introducción

Investigar implica la solución de problemas a través de procedimientos sistemáticos que dan como resultado información válida y confiable para la Ciencia mediante la cual el ser humano puede comprender, analizar y aprender algo nuevo generando nuevos conocimientos e innovación (Puebla, 2014; Peña, 2016 *apud* Rodríguez, *et al.*, 2018).

Dentro del gran mundo de la Ciencia, se encuentra la investigación educativa es una disciplina reciente a comparación de otras, que está en continuo movimiento y actualización. Su desarrollo hace referencia a diversos procedimientos de carácter científico, uno de sus elementos constitutivos más relevantes, es el interés del investigador por comunicar los resultados para que se implementen en los espacios educativos, dando lugar a la innovación educativa (Muñoz y Garay, 2015).

La investigación educativa implica buscar información original relacionada con actividades que promuevan la construcción de conocimientos educativos y aprendizaje, además de la utilización de estos conocimientos con el propósito de transmitir, crear conocimientos, actitudes, habilidades en las diferentes áreas del saber (Perines, 2018).

De esta manera esas actividades que conducen a la producción de conocimiento con el empleo del proceder científico en el contexto educacional distinguen lo que asumimos como actividad científica educacional que tiene como uno de sus componentes y basamento, la investigación educativa (Escalona, 2008)

Dada la diversidad y complejidad de los espacios educativos e investigación, uno de los puntos medulares ha sido la creación y desarrollo de líneas de investigación que desde diferentes paradigmas y perspectivas dan respuesta a las necesidades y problemas que surgen en la Educación. Bonillo, (2000) explica su naturaleza haciendo una analogía con el concepto matemático de línea, que es:

“...el resultado de la unión de muchos puntos. En una línea de investigación estos puntos vendrían a ser, en un primer momento, las áreas de interés y en un segundo momento, los trabajos de grado y artículos publicados, las investigaciones realizadas y divulgadas, las ponencias desarrolladas, y la vinculación con grupos de trabajo. Todos estos elementos, al ir vinculándose a un mismo eje temático van construyendo una perspectiva o prospectiva de trabajo investigativo. A ello se le denomina línea de investigación” (p. 6).

En concordancia con la idea de línea, Barrios (1990, *apud* Matos y Cruz, 2018) plantea que la línea de investigación es *“un eje ordenador de la actividad de investigación que posee una base racional que permite la integración y continuidad de los esfuerzos de una o más personas, e instituciones comprometidas en el desarrollo del conocimiento en un ámbito específico”* (p.5).

Otros autores en el contexto universitario en Latinoamérica se refieren a las líneas de investigación en los términos de los fundamentos en torno a las cuales se orienta la actividad investigativa de la institución (Universidad Metropolitana de Educación y Tecnología, 2016); conjunto de investigaciones que buscan aprehender una problemática común (Arcila, 1996) o un soporte estratégico para integrar los esfuerzos e intereses investigativos (Universidad de La Salle, 2013).

González y Nuñez, (2020) señalan la importancia de que las universidades se involucren en líneas de investigación que respondan a las necesidades de desarrollo del país y en aportar soluciones a los problemas de todas las áreas del conocimiento. Argumentan que las líneas de investigación deben estar relacionadas con la actividad científica de profesores y estudiantes, y si bien su escenario idóneo son los doctorados, como espacio de formación de investigadores, pueden también desarrollarse en los niveles de licenciatura, especialidad y maestría. Institucionalmente las líneas de investigación deben seguir criterios de claridad, coherencia y continuidad en el tiempo a través de actividades investigativas de los centros de estudios y grupos de investigación. En este sentido, lo más deseable es que sean multidisciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinarias.

Un ejemplo de construcción de línea de investigación en universidades de la región es el programa de doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad de Matanzas (Cuba) en su concepción de formación doctoral identificó sus líneas de investigación a partir de las Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030: Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos del país, que sustentan las líneas temáticas para las investigaciones en la Educación Superior y se integran a las de la institución universitaria, así el programa tiene las siguientes: línea 1, Formación integral de niños, adolescentes, jóvenes y adultos en condiciones de inclusión social y educativa, línea 2, Formación de profesionales en la educación superior, y línea 3, Estudios sociales y humanísticos en educación. Para cada una de estas líneas determinó los problemas de interés científico y práctico a investigar a los cuales se convoca a los investigadores, que pasan a conformar cada línea de investigación con trabajos de tesis para la obtención del grado científico y además las integran investigadores de la planta del programa doctoral a fines a esa línea (Universidad de Matanzas, 2021).

Al definir una línea de investigación, el área del conocimiento debe ser lo suficientemente amplia como para que no se agoten los temas a desarrollar, privilegiando el trabajo científico multidisciplinario e interdisciplinario, para promover la diversidad de enfoques y abordajes alrededor de un mismo problema, guardando coherencia con el paradigma o paradigmas, desde los cuales fueron concebidos. Las líneas no deben concebirse como productos estáticos, deben ser dinámicas en el tiempo, fortalecerse o incluso eliminarse si ya enriquecen la productividad científica. Para optimizar logros, una línea debe ser liderada por el investigador con mayor preparación e interés en el tema, aunque es pertinente contemplar mecanismos de relevo temporal entre el resto de los miembros del grupo de expertos que la conforman, igualmente puede subdividirse para facilitar mayor detalle (González y Núñez, 2020).

En este contexto el objetivo del presente trabajo es definir el concepto y analizar el desarrollo de las líneas de investigación en la Universidad especializada de las Américas (UDELAS), e identificar las diferentes problemáticas y necesidades que entorpecen el desarrollo sistemático y sostenible de las líneas de investigación. Cabe mencionar que este trabajo forma parte de una Investigación que atiende al desarrollo de la investigación educativa en la UDELAS, de 1997 a 2020.

Materiales y métodos

El diseño fue no experimental con una etapa documental y otra de intervención diagnóstica, para determinar los resultados científicos en educación en los 22 años de la UDELAS. Se revisaron todos los insumos académicos y científicos que permiten comprender el proceso, el estudio es de tipo descriptivo porque se detallaron todos los datos cuantitativa y cualitativamente, de tipo explicativo porque determina con base en el conjunto de resultados obtenidos, los aciertos y las dificultades, así como los logros y retos por obtener.

Población, grupo estudio y tipo de muestra estadística

En la etapa documental se revisaron los acuerdos académicos que aprobaban los planes de estudios de las licenciatura, maestrías y doctorados ofertados por la UDELAS, (2021) y las líneas de investigación por programa académico. Se revisaron los documentos que sustentan las líneas de investigación de la universidad, los trabajos de grado, realizando un análisis detallado de las tesis, se identificó la cantidad de profesores investigadores, así como su productividad científica por la línea de investigación, esto último fundamentado en la base de datos del Decanato de investigación.

En la segunda etapa de la investigación la **población** estuvo conformada por 45 directivos relacionados con el proceso de investigación en la UDELAS y 25 investigadores de la Universidad Especializada de las Américas, conformando un **grupo estudio** 23 directivos y 15 investigadores en educación de todas la extensiones y sede central, que de forma voluntaria quisieron participar en el estudio, fueron seleccionados con **un tipo de muestra** probabilística al azar por selección simple, a partir de aquellos directivos que estuvieron involucrados en el proceso de investigación. Se les explicaba el objetivo de la investigación, indicando que la participación en el estudio no era obligatoria, en caso de no querer participar, se llamaba al siguiente directivo de la lista, utilizando el mismo procedimiento para todos los que conforman el grupo estudio (García, 2009).

Variables

La variable es línea de investigación la cual se define conceptualmente como: un eje temático resultado de la integración de muchos elementos académicos y científicos. Para esta investigación

estos elementos son: las áreas de interés y especialización de los académicos e investigadores, los temas de los trabajos de grado, puntualmente las tesis de cada programa académico de licenciatura, maestría o doctorado, las investigaciones realizadas en la universidad, los artículos científicos publicados, las ponencias científicas desarrolladas, y la vinculación con los investigadores o grupos de investigación. Todos estos elementos, al ir vinculándose a un mismo eje temático, permiten la integración y continuidad de los esfuerzos de una o más personas o equipos de investigación, que van construyendo una perspectiva o prospectiva de trabajo investigativo. La definición operacional de la variable estableció las siguientes categorías y subcategorías para su medición:

Cuadro 1

Categorías y subcategorías de la definición operacional de la variable.

Categorías	Subcategorías
Líneas de investigación	Programas académicos y su relación con las líneas de investigación académicas 2012-2014, cantidad de investigadores y cantidad de investigaciones.
	Líneas de investigación del 2012 al 2014 (primera referencia establecida en la universidad) y su relación con las líneas académicas y científicas del 2015 al 2020.
	Programas académicos y cantidad de tesis por líneas de investigación.
	Líneas e investigación del 2015 al 2020, cantidad de tesis, estudiantes graduados y temas de tesis.
	Cantidad de profesores investigadores, profesores y estudiantes por líneas de investigación del 2015 al 2020, por facultad, por sede y/o extensión.
	Cantidad de líneas cerradas .
	Infraestructura para la realización de investigaciones.
	Modelo de formación de investigadores.
	Criterios con que cumplen los profesores investigadores de la UDELAS para pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores.
	Publicaciones por la línea de investigación en la revista de la Universidad.
	Comparación de las líneas actuales de investigación de la UDELAS con el PENCYT de la Secretaría de Ciencia y Tecnología en Panamá.
Percepción de qué es una línea de investigación y cómo fueron elaboradas.	

Instrumentos

Para la primera etapa los instrumentos de recolección de datos fueron matrices de análisis para cada una de las categorías de la variable dependiente y para la segunda etapa se diseñó una entrevista semiestructurada, validada a través de jueces expertos que participan en el proceso académico científico de la universidad.

Procedimiento

En la fase documentos del procedimiento para el análisis de las líneas de investigación inició con la búsqueda del sustento científico, paulatinamente con la construcción de la fundamentación teórica del estudio, se procede a la revisión documental a partir de los criterios: organización de los programas académicos, sus fechas de inicio y finalización y los acuerdos que los sustentaban; una vez clasificados los programas iniciales y los actuales se procede a la búsqueda de las líneas de investigación y los documentos que las fundamentan.

Con base en los datos encontrados se procede a la clasificación de qué líneas de investigación que se nutren de los trabajos de grado desarrollados a través de las tesis por programa académico, por sede y/o extensión. Se compara la cantidad de trabajo de grado, las tesis realizadas y la cantidad de estudiantes graduados. También se realiza el análisis de las líneas de investigación 2012 al 2020; cantidad de líneas, cuántas se cerraron, cantidad de tesis o investigaciones por cada línea del 2015 al 2020.

Se procede entonces a realizar el análisis de la cantidad de profesores investigadores por la línea de investigación del 2015 al 2020, por facultad, sede y/o extensión. Se analiza la Infraestructura para la realización de investigación educativa con que cuenta UDELAS, el modelo de formación de investigadores y la valoración del perfil de los investigadores en UDELAS con los criterios para pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores de Panamá, identificando los criterios que cumplen y pueden cumplir.

Se analizan las publicaciones de la revista de investigación de la universidad, Redes, por la línea de investigación en el área educativa. Se analizan las líneas de investigación con el PENCYT, de la secretaria de Investigación y Tecnología y finalmente a través de entrevistas a administrativos e investigadores se analiza la concepción de qué es una línea de investigación, cómo deben ser conformadas, y cómo ha sido su desarrollo durante los 20 años de la universidad.

Resultados y Discusión

Categoría: Programas académicos y su relación con las líneas de investigación académicas 2012-2014, cantidad de investigadores y cantidad de investigaciones.

Se hace un análisis del desarrollo de la investigación del 1997 al 2020, se centra en la evolución de las líneas de investigación en la UDELAS. En el 2012 aparecen las primeras líneas, fueron elaboradas a partir de los temas determinados a desarrollar a través de las tesis de grado de cada programa educativo. Estas líneas eran de corte más académico que de investigación, pues en aquel entonces no había investigadores especializados.

La fase documental del estudio procede a analizar las líneas existentes en el 2015 y a clasificar las investigaciones desarrolladas e inscritas en el Decanato de Investigación, por profesores investigadores de la Universidad. Cabe señalar que para la universidad se consideran Investigadores, los profesores que tienen más de 2 años consecutivos haciendo investigación o más de 2 investigaciones inscritas, con constancia entre finalizar una e iniciar la otra, al menos una de ellas como primer autor. Los profesores son quienes participan en una investigación o no tienen investigaciones propias o sólo aparecen en una investigación y los estudiantes que se consideran como investigadores, son aquellos que tienen registradas más que la investigación de tesis.

A través de los años se ha ido robusteciendo este concepto, diferenciando los investigadores noveles con aquellos que a través de los años tienen más de una investigación y presentan una continuidad en el desarrollo de estudios científicos.

A continuación, se analizan las líneas de investigación derivadas a partir de los programas académicos desarrollados del 2012 al 2014, con las líneas de investigación propuestas en el 2012, la cantidad de investigaciones e investigadores. De los 24 programas de licenciatura, 9 maestría y 1 Doctorado, **34 en total**, sólo se muestran los que establecieron líneas de investigación y/o tienen investigaciones inscritas en la base de datos de la Universidad.

Cuadro 2
Programas académicos, líneas de investigación, cantidad de investigaciones e investigadores 2012- 2014.

Programas Académicos	Inicio	Líneas de investigación del 2012-2014	Cantidad de investigaciones 2012-2014	Cantidad de investigadores 2012-2014
1. Licenciatura en Docencia en informática educativa (acuerdo 005-2004, 020-2021),	2004		1	3 profesores*
2. Licenciatura en Docencia en inglés (001-2005),	2005		1	1
3. Licenciatura en Educación con énfasis en educación bilingüe intercultural (acuerdo 007-2009),	2009		1	1
4. Licenciatura en Educación social y terapéutica (acuerdo 018-2010),	2010	1. Calidad de los aprendizajes 2. Formación docente metodología y recursos didácticos, 3. Desempeño docente 4. Retención repitencia y deserción escolar 5. Dificultades en el aprendizaje de la lectura escritura y Matemática 6. Educación sexual 7. Embarazo en adolescentes 8. Desarrollo humano e interculturalidad 9. Educación 10. Estudios ambientales 11. Aprendizaje	1	3 profesores *
5. Licenciatura en Educación especial (004-1999, 027-2005) (015-2013),	2013	12. Calidad de la educación inclusiva en el sistema Educativo 13. Discapacidad, pobreza y desarrollo 14. Altas capacidades 15. Tecnología e innovación en la atención a la diversidad 16. Inserción laboral de las personas con discapacidad 17. Déficit atencional		

6. Maestría en Dificultades en el aprendizaje de la Matemática (acuerdo 028-2002),	2002	18. Fracaso escolar, 19. Aprendizaje de la Matemática 20. Dificultades en el aprendizaje de la Matemática 21. Formación del docente panameño en Matemática 22. Competencias para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática 23. Conceptos teóricos y práctico en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática 24. Áreas de la Matemática 25. Pensamiento lógico matemático y el aprendizaje		
7. Maestría en Docencia superior (acuerdo 027-2002),	2002	26. Paradigmas educativos 27. Calidad de los aprendizajes 28. Investigación educativa 29. Gestión educativa		
8. Maestría en Psicopedagogía con especialización en dificultades en el aprendizaje (acuerdo 023-2005),	2005	30. Programas de intervención educativa 31. Evaluación y diagnóstico psicopedagógico 32. Enfoques cognitivo y aprendizaje 33. Enfoques para la intervención de superdotados 34. Adaptaciones curriculares y el aprendizaje de los alumnos 35. Lenguaje y pensamiento 36. Educación en ambientes marginados 37. Riesgo social y las DIFA 38. Programación neurolingüística y las DISSA.		
9. Maestría en educación inicial y desarrollo infantil temprano (acuerdo 027-2007),	2007	39. Evaluación de las habilidades básicas para el aprendizaje 40. Metodología de las enseñanzas		
10. Maestría en folklore con gestión y difusión cultural.	2008	41. Tradición oral, 42. Las costumbres, 43. Políticas culturales 44. Gestión y difusión de la cultura 45. Cultura y género 46. Identidad nacional		

		47. Folklores y literatura 48. Didáctica de la comunicación 49. Teoría y Folclore		
11. Maestría en Educación especial (acuerdo 015-2013),	2013	50. Atención a la diversidad 51. Estrategias y método de la educación especial 52. Pedagogía de la enseñanza 53. Enseñanza y desarrollo integral de individuo 54. Tecnología		
12. Doctorado en Educación (acuerdos 025-2002 – 06-2010)- Doctorado en Educación,	2010	55. Educación social 56. Desarrollo humano 57. Desarrollo social		

Se establecieron 57 líneas de investigación de los 34 programas académicos, solamente 2 programas de licenciatura, 7 programas de maestría y el programa doctoral establecieron sus líneas de investigación a partir del 2012. Se reportan 4 investigaciones realizadas del 2012 al 2014 desarrolladas por 2 investigadores y 6 investigaciones por profesores universitarios. Lo que denota una organización incipiente en el proceso científico de la universidad, con pocos investigadores e investigaciones.

Categoría: Líneas de investigación 2012 al 2014 (primera referencia establecida en la universidad) y su relación con las líneas académicas y científicas del 2015 al 2020.

El segundo análisis que se realizó se dirigió a clasificar las líneas de investigación del 2012 al 2014 con base en la clasificación de las líneas del 2015 al 2020. Las líneas de investigación del 2015 se determinan a partir de las investigaciones desarrolladas y registradas por profesores-investigadores de la universidad en el Decanato de investigación, programas de estudios y ponencias de los congresos de la UDELAS, a través de los años se fueron integrando, publicaciones, algunas tesis, fondos concursables, el análisis de PENCYT de la SENACYT y el Plan estratégico de la UDELAS (PE) (Ver cuadro 3).

Cuadro 3
Líneas de investigación 2012 al 2014 y 2015 al 2020.

2012-2014	2015-2020
1. Calidad de la educación inclusiva en el sistema educativo	Línea 6: Educación inclusiva e intervención
2. Discapacidad, pobreza y desarrollo	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
3. Altas capacidades	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
4. Tecnología e innovación en la atención a la diversidad	Línea 8 Educación virtual y tecnología
5. Inserción laboral de las personas con discapacidad	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
6. Déficit atencional	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
7. Calidad de los aprendizajes	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo
8. Formación docente, metodología y recursos didácticos	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 7 Formación docente (inicial y continua)
9. Desempeño docente	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo
10. Retención repitencia y deserción escolar	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 6: Educación inclusiva e intervención
11. Dificultades en el aprendizaje de la lectura, escritura y Matemática	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
12. Educación sexual	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
13. Embarazo en adolescentes	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
14. Desarrollo humano e interculturalidad	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 5 innovación e intervención en sociedad multiculturales y plurilingües.
15. Educación	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo

	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
16. Estudios ambientales	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
17. Aprendizaje	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
18. Fracaso escolar	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
19. Aprendizaje de la Matemática	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo
20. Dificultades en el aprendizaje de la Matemática	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
21. Formación del docente panameño en Matemática	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 7: Formación docente (inicial y continua)
22. Competencias para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
23. Conceptos teóricos y práctico en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
24. Áreas de la Matemática	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
25. Pensamiento lógico matemático y el aprendizaje	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
26. Paradigmas educativos	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
27. Calidad de los aprendizajes	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
28. Investigación educativa	Esta en todas las líneas
29. Gestión educativa	Línea 1: políticas públicas y gestión educativa

30. Atención a la diversidad	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
31. Estrategias y método de la educación especial	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
32. Pedagogía de la enseñanza	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo
Alteraciones orgánicas funcionales	Actualmente no se clasifica en educación.
33. Enseñanza y desarrollo integral del individuo	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
34. Tecnología	Línea 8: Tecnología educativa
35. Evaluación de las habilidades básicas para el aprendizaje	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo
36. Metodología de las enseñanzas	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo
37. Tradición oral	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural * Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
38. Las costumbres	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural * Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 5: innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües.
39. Políticas culturales	Línea 1: Políticas públicas y gestión educativa
40. Gestión y difusión de la cultura	Línea 1: Políticas públicas y gestión educativa
41. Cultura y género	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural * Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 5: innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües.
42. Identidad nacional	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural * Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües.
43. Folklores y literatura	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural* Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües.
44. Didáctica de la comunicación	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo
45. Programas de intervención educativa	Puede pertenecer a todas las líneas
46. Evaluación y diagnóstico psicopedagógico	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
47. Enfoques cognitivo y aprendizaje	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa

48. Enfoques para la intervención de superdotados	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
49. 57. Adaptaciones curriculares y el aprendizaje de los alumnos	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
50. Lenguaje y pensamiento	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural* Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
51. Educación en ambientes marginados	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural* Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
52. Riesgo social y las Dificultades en el aprendizaje.	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
53. Programación neurolingüística y las Dificultades en el aprendizaje	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa Línea 6: Educación inclusiva e intervención
54. Educación social	Línea 3 Educación, enseñanza y aprendizaje significativo Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
55. Desarrollo humano	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
56. Desarrollo social	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa
La línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural desapareció en el 2020	

De 57 líneas de investigación del 2012 se concretaron en 8 líneas de investigación a partir del 2015, varias líneas del 2015 al 2020 corresponden a una sola línea del 2012 al 2014.

Lo que queremos demostrar, con este decanta miento de 57 a 8 líneas, es que las líneas no son exclusivas de un programa de estudios, y que pueden integrarse sobre todo cuando no se tienen todos los elementos que constituyen una línea principalmente investigadores e investigaciones, así

pueden tenerse menos líneas para que estas sean más robustas y sistemáticas en el tiempo, las líneas van creciendo y especificándose en la medida que se desarrollan más estudios científicos.

Otro análisis que se realizó fue la relación del trabajo de grado (opción tesis) con las líneas de investigación, para poder ver si los trabajos de grado, se desarrollan desde licenciatura a doctorado en las líneas de investigación actuales. De otra forma puede ser que las investigaciones, con opción de tesis no contribuyan a robustecer las líneas de investigación, ni tampoco son dirigidas por profesores-investigadores.

Categoría: Programas académicos y cantidad de tesis por líneas de investigación.

Al iniciar la investigación no existía en la biblioteca una base de datos de las tesis realizadas, por lo que se buscó esta información con los coordinadores de trabajo de grado y en los listados informales de las bibliotecas de cada extensión universitaria, para elaborar una base de datos a nivel nacional por programa académico de licenciatura, maestría o doctorado. Por tanto, es muy probable que la cantidad de tesis tenga un alto margen de error, pero al mismo tiempo fue un dato importante para comprender las debilidades del proceso científico en la universidad. En el cuadro 4 se presentan los programas académicos que, si realizaron tesis, las líneas de investigación y la cantidad de tesis en cada una en el periodo 2015 al 2020.

Cuadro 4

Programas académicos, líneas de investigación, cantidad de tesis.

Programas Académicos	Líneas de investigación 2015-2020	# tesis
1. Licenciatura estimulación temprana y orientación familiar (acuerdo 034-1999)	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	1
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	26
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	176
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	3
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	10
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	1
2. Licenciatura en educación con especialización en trastornos neuromotores (acuerdos 026-	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	

2000, 026-2000, 039-2003, 011-2004,012-2006), No	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	1
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	
3. Licenciatura en Educación con especialidad en dificultades de aprendizaje (acuerdo 00-2003,2004,acuerdo 021-2000),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	35
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	2
4. Licenciatura en Folclore (acuerdo 001-2003) (en proceso de actualización)	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	11
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	
5. Licenciatura en Docencia en informática educativa (acuerdo 005-2004, actualizada 2021 buscar acuerdo),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	49
6. Licenciatura en Docencia en inglés (001-2005),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	2
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	2
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	3
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	10

	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	85
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	20
7. Licenciatura en Psicología (acuerdos 004-2006, 005-2006-2020),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	4
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	7
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	194
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	6
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	2
8. Licenciatura en Educación con énfasis en educación bilingüe intercultural (acuerdo 007-2009),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	10
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	3
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	
9. Licenciatura en Educación social (acuerdo 018-2010),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	3
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	
10. Licenciatura en Educación especial (004-1999, 027-2005) (015-2013),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	8
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	32
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	151
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	87
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	1
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	36
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	46

	Línea 8: Educación virtual y tecnología	14
11. Maestría en Dificultades en el aprendizaje de la Matemática (acuerdo 028-2002),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	27
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	1
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	5
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	1
12. Maestría en Docencia superior (acuerdo 027-2002),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	1
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	5
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	2
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	9
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	1
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	2
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	5
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	10
13. Maestría en Psicopedagogía con especialización en dificultades en el aprendizaje (acuerdo 023-2005),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	15
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	4
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	1
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	
14. Maestría en Tecnología de la información y comunicación aplicadas a la educación TICs (acuerdo 024-2011),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	2
15. Maestría en Educación especial (acuerdo 015-2013),	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	

	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	35
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	
16. Docencia y gestión universitaria,	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	1
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	
17. Doctorado en Educación (acuerdos 025-2002 – 06-2010)- Doctorado en Educación,	Línea 1: Políticas Públicas y Gestión Educativa	4
	Línea 2: Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural	
	Línea 3: Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	5
	Línea 4: Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	9
	Línea 5: Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	3
	Línea 6: Educación inclusiva e intervención	2
	Línea 7: Formación docente (inicial y continua)	
	Línea 8: Educación virtual y tecnología	4

En el cuadro 4, se observa que por la cantidad de tesis, la línea de investigación 4, Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa, es la más desarrollada y la menos desarrollada es la línea 1 políticas públicas y gestión educativa, seguida de la líneas 6 educación inclusiva e intervención.

Un resultado interesante que surgió a partir de analizar los programas académicos, las líneas de investigación del 2012 al 2014 y las líneas del 2015 al 2020, es que varias líneas del 2015 al 2020, son transversales a los programas académicos. Lo que nos permite argumentar que una línea de investigación no guarda una relación unívoca con un solo programa académico, es decir que los especialistas de varios programas de licenciatura, maestría o doctorado pueden contribuir al desarrollo de una misma línea. De estas intersecciones surge la interdisciplinariedad,

transdisciplinariedad y multidisciplinariedad en la investigación que mencionan González y Núñez (2020). Varios paradigmas teóricos provenientes de especialidades diferentes dan solución a problemas educativos con soluciones que pueden ser compartibles.

Con lo anterior podemos decir que varios temas académicos, que son parte de un programa de estudios, pertenecen a una misma línea de investigación. Las líneas de investigación así construidas son un puente entre la actividad de investigación y la actividad académica de formación de acuerdo con los investigadores e investigaciones inscritas en el Decanato de Investigación, los fondos concursables, las tesis de grado inscritas, programas académicos, el PENCYT y el PE de UDELAS. Lo que implica que una línea de investigación este sustentada tanto por el fundamento científico, como por el fundamento académico de la institución.

El Decanato de Investigación no cuenta con la base de datos completa de las tesis desarrolladas en la UDELAS. Los temas de tesis son elegidos por la comisión de trabajo de grado en cada licenciatura o maestría. A nivel doctoral se ha hecho un trabajo incipiente de inscribir las tesis doctorales y de esta forma clasificarlas en la línea de investigación del área de conocimiento que desarrolla.

Categoría: Cantidad de profesores investigadores, profesores y estudiantes por líneas de investigación del 2015 al 2020, por facultad, por sede y/o extensión.

Se analizaron las líneas del 2015 al 2020 sustentadas por investigaciones, investigadores, profesores y estudiantes de la universidad, por Facultad y Extensión y/o sede, las cuales se exponen en el cuadro 5.

Cuadro 5

Líneas de investigación 2015 al 2020.

Líneas de investigación 2015 al 2020	Cantidad de investigadores que trabajan en la línea de Investigación por facultad		Profesores	Estudiantes
	FEEP	FESDH		
1. Políticas Públicas y Gestión Educativa				3
2. Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural – se cerró en el 2020				

3. Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	1	5	22	10
4. Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	3	8	62	6
5. Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües		4	10	7
6. Educación inclusiva e intervención			4	1
7. Formación docente (inicial y continua)	1	2	2	
8. Educación virtual y tecnología	1	1	8	2
Total			108	29
15 investigadores a nivel nacional. Los investigadores tienen más de una línea de investigación.				

Son 15 profesores que a nivel nacional han realizado más de dos investigaciones y se han mantenido haciendo investigación. Pertenecen más investigadores a la Facultad de Educación Social y Desarrollo Humano (11) y menos investigadores a la Facultad de Educación Especial y Pedagogía (3). Hay una profesora de la Facultad de Ciencias Médicas y Clínicas haciendo investigación en educación.

Otro dato que podemos anexar y que no se expone en la tabla es que la mayoría de los investigadores en educación se concentran en la sede Panamá (9) y las extensiones que más investigadores tienen son Chiriquí (3), Veraguas (2) y Colón (1). La cantidad de profesores, 90, que han participado en investigación, es 6 veces mayor a la cantidad de profesores-investigadores, que son 15, en el mismo periodo.

Si se compara el cuadro 1, correspondiente al 2012 al 2014, con la tabla 5 correspondiente del 2015 al 2020, se observa que la correspondencia entre investigaciones e investigadores y entre líneas de investigación del segundo periodo Las líneas de investigación actuales están sustentadas en investigaciones y/o investigadores de la universidad. Un punto relevante que mencionar es que como se observa en el cuadro 5 varias de las investigaciones que sustentan las líneas, son de estudiantes de licenciatura, maestría o doctorado que realizan su trabajo de grado y nutren varias líneas de investigación de la universidad, pero una vez culminado el proceso académico-científico, solo unos cuantos se vuelven investigadores de la universidad.

Los resultados presentados en el cuadro 4 y el cuadro 5, guardan similitud con respecto al desarrollo de las líneas más y menos desarrollada, la línea de investigación más desarrollada es la línea 4, Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa, y las menos desarrolladas las líneas 1, Políticas públicas y gestión educativa y la línea 6, Educación inclusiva e intervención.

Los datos del cuadro 5 nos permite visualizar una evolución en la organización y calidad en el proceso científico de la universidad, aun así, es muy incipiente y requiere de mayor crecimiento, al momento son 15 los investigadores con continuidad del 2015 al 2020. Además, otro dato es la cantidad de profesores investigadores por año: 6 en el 2015, 8 en el 2016, 12 en el 2017, 14 en el 2018, 15 en el 2019 y se mantienen en el 2020. Ahora bien, si se comparan con la cantidad de profesores que desarrollan la docencia en la universidad: 1,480 en 2016, 1,509 en 2017, 1,378 en 2018, 1,463 en 2019 y 1,116 en 2020, el porcentaje de profesores que realizan investigación es mínima, en el 2016, .54%, en el 2017, .79%, en el 2018, 1,01%, en el 2019, 1,02% y en el 2020, 1,70%.

Si comparamos la cantidad de tesis, cuadro 4 o 5, con la cantidad de investigadores (15), demuestra que no son suficientes para asesorar las tesis de grado, por lo tanto los profesores que asesoran las tesis de grado se dedican a la docencia y no a la investigación. Al realizar este análisis podemos comprender que no hay profesores-investigadores especialistas de todas las líneas de investigación en cada extensión o en a la sede central, además que las líneas están sustentadas en pocas investigaciones.

A lo largo de los últimos cinco años las líneas de investigación se han cerrado o modificado, en el 2020 se cerró la línea "Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural" y la línea de tecnología educativa se modificó por educación virtual y tecnología. Cabe resaltar que una línea de investigación se mantiene abierta mientras haya investigadores con investigaciones inscritas y desarrollándose. La línea desaparece después de dos años de que ningún investigador, docente o estudiante, a nivel nacional en UDELAS inscribe una estudio científico o tesis de grado en el Decanato de Investigación.

Categoría: Cantidad de líneas cerradas.

Otro dato relevante es que, en la base de datos del banco de datos de la UDELAS, aparecen 251 doctores, de los cuales el Decanato de Investigación identificó 65 que en algún momento han participado en alguna actividad de investigación y 5 tienen investigaciones en la base de datos del Decanato de Investigación del 2015 al 2020.

Categoría: Infraestructura para la realización de investigaciones

Con respecto a la **Infraestructura para la realización de investigaciones educativas y por tanto la construcción de las líneas de investigación**, la UDELAS cuenta con dos salones de usos múltiples instalados en el ático de un edificio, espacio dotado de escritorios, proyectores multimedia, pizarrones, pantallas, laboratorio móvil de computadoras con el SPSS para análisis de datos, y un salón de reuniones. Este puede ser utilizado por cualquier investigador a nivel nacional, desafortunadamente no se cuentan con los mismos espacios en las extensiones.

También se debe denotar que es hasta el 2015 se aprueba una estructura de investigación para la universidad, que guarda relación con la estructura de tesis del manual de trabajo de grado, además el Decanato de Investigación introduce los formatos de inscripción, al iniciar el estudio y registro al culminar la investigación, se evalúa por pares ciegos, lo que ha permitido mejorar la calidad científica de los estudios realizados. Aunado a esto, se inicia con el programa del Fondo Concursable para apoyar económica, académica y científicamente a los investigadores. Hechos que significan que a partir del 2015 se han fortalecido las líneas de investigación educativa en la UDELAS.

Categoría: Modelo de formación de investigadores.

Para desarrollar las líneas de investigación es imprescindible tener investigadores que sustenten y nutran las líneas de investigación. La UDELAS, a partir del 2016, cuenta con un **Modelo de Formación de Investigadores** que ha permitido que docentes, administrativos y estudiantes con pocos conocimientos en investigación los profundicen, los 15 investigadores en educación (cuadro 5) de la UDELAS, han participado en la formación continua con acompañamiento (Lebrija, 2016, Lebrija y Morales, 2017, Lebrija 2020, Lebrija y Montenegro, 2020, 2021).

El modelo plantea que para desarrollar las capacidades científicas, debe promoverse la enseñanza recíproca, el trabajo colaborativo, la formación de comunidades de aprendizaje, el acompañamiento, y en su conjunto ir construyendo y participando en la cultura de investigación.

El modelo integra muchos procesos que realiza el Decanato de Investigación a nivel nacional con el objetivo de promover el desarrollo científico. Una parte fundamental del modelo es el desarrollo de comunidades de aprendizaje e investigación que son el resultado de un proceso largo en el que se van conformando y articulando las características definitorias de tres componentes que la identifican: dominio, comunidad y práctica. (Wenger *et al.*, 2002; Wenger, 2004 *apud* Lebrija, 2016). Las comunidades de aprendizaje científicas toman la forma de cuerpos académicos y redes de conocimiento, su propósito no es sólo la generación de conocimiento, sino también de la formación del recurso humano no solo científicamente si no en su especialidad (Mercado *et al.*, 2015; Lebrija y Morales, 2017).

Desde el concepto de comunidades científicas, no sólo como grupo de profesores haciendo investigación, si no como un grupo dinámico que construye conocimientos y va desarrollando una o varias líneas de investigación en la UDELAS, se han conformado del 2015 al 2020, 17 grupos, pero se han mantenido solo 2, de los demás grupos han continuado profesores-investigadores solos realizando estudios científicos

Categoría: Criterios con que cumplen los profesores investigadores de la UDELAS para pertenecer al sistema Nacional de Investigadores

Otro punto relevante es que los investigadores no cuentan con el tiempo necesario para desarrollar investigaciones y productividad científica, imparten de 12 a 18 horas semanales de docencia, más la tarea académica que esto implica, más la participación en comisiones, extensión e investigación. Solo como referencia la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología, (SENACYT), sugiere que los investigadores que participen en sus convocatorias tengan alrededor de 26 horas semanales para desarrollar la investigación. Lo que implica que de 40 horas semanales un poco más del 50% el profesor-investigador lo dedique al desarrollo científico. Esto sería más o menos dos días dedicados a la docencia, gestión y otras tareas académicas y tres días para la investigación, requisitos imposibles de cumplir con las actuales condiciones de la UDELAS.

Categoría: Publicaciones por líneas de investigación en la revista de la Universidad.

La socialización y publicación de los resultados constituyen componentes esenciales en la gestión de la actividad científica en Educación, y en particular representan vías indispensables para su introducción y generalización den la práctica social. Si no se publica no se logra la transferencia del conocimiento, por tanto, los estudios científicos no trascienden, por ello el siguiente análisis es muy importante, pues describe una de las tareas fundamentales del investigador. En el cuadro 6, presentamos la cantidad de publicaciones por la línea de investigación, en la revista científica de la universidad y cantidad de profesores-investigadores que han publicado en revistas científica indexadas externas a la universidad en el área educativa.

Cuadro 6

Publicaciones por líneas de investigación.

Líneas de investigación 2015 al 2020	Publicaciones en REDES/año de publicación	Publicaciones en revistas indexadas externas nacionales o internacionales
Políticas Públicas y Gestión Educativa	2 (2015,2016)	
Pensamiento social, psicológico, educativo y cultural		
Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	8 (2017,2019,2020, 2021,2019,2020)	2
Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y socioeducativa	4 (2017,2018,2019,2020)	1
Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	3 (2018,2018,2019)	
Educación inclusiva e intervención	1(2015)	
Formación docente (inicial y continua)	2 (2016, 2020)	3
Educación virtual y tecnología	1 (2018)	
Total	21	6

Si bien las publicaciones de los 15 investigadores con continuidad son pocas pero han ido en aumento gradual, en el 2015 fueron 2, en el 2016, 2, en el 2017, 2, en el 2018 fueron 3, en el 19 otras 3 y en el 2020 fueron 4, no obstante se requiere de mayor difusión de los resultados científicos, la falta de productividad en las publicación, de acuerdo con las entrevistas realizadas está relacionado fundamentalmente con tres factores, falta de conocimientos para la redacción científica, falta de tiempo para la elaboración de manuscritos y falta de incentivos que permitan por ejemplo el pago de las revistas.

Otro dato relevante con respecto a las publicaciones es que las tesis cumplen con el objetivo de servir como documento para la obtención del grado académico, pero también resultan en publicaciones, 6 estudiantes, 5 de licenciatura y 1 de maestría han publicado en las revistas de la universidad, en el área de investigación educativa y se ha publicado en 7 de las 8 líneas de investigación.

Categoría: Comparación de las líneas de investigación de la UDELAS con el PENCYT de la secretaria de Ciencias y Tecnología en Panamá.

Es importante analizar las líneas de investigación de la UDELAS con parámetros nacionales, es importante, porque nos orienta hacia las necesidades y las áreas de investigación educativa con mayor importancia, desde la perspectiva del ente rector de la investigación en el país. Por ello hicimos el análisis de las líneas de investigación justificándolas con diferentes argumentos desarrollados en el PENCYT del 2020, de la Secretaria de Ciencia y Tecnología en Panamá (ver cuadro 7).

Cuadro 7

Comparación de las líneas actuales de investigación con el PENCYT de la secretaria de Ciencia y Tecnología en Panamá.

Líneas de investigación 2020	PENCYT
1. Políticas Públicas y Gestión Educativa	El programa 4 del PENCYT 2020(p.55), está dirigido a configurar una gobernanza moderna que responda a los desafíos del país, para ello las políticas públicas y la gestión educativa debe estar sustentadas en estudios científicos que permitan la obtención de datos objetivos que fundamentan las leyes y normas que rigen a Panamá.
2. Educación, enseñanza y aprendizaje significativo	Dentro de las mesas transversales desarrolladas como parte del PENCYT(2019, p76), está la de Educación, es imposible generar cambios e innovación sin ir de la mano de los procesos de enseñanza y aprendizaje, pero la implementación de nuevas propuestas debe ir de la mano de la Ciencia, para poder comprender y sustentar con datos objetivos la efectividad y calidad de estas; realizar investigaciones en este sentido es fundamental en la generación de nuevos conocimientos.
3. Desarrollo humano, evaluación e intervención psicosocial y psicoeducativa	Dentro del análisis descrito en las dimensiones del cambio hacia el futuro (p.11) se sustenta la necesidad del desarrollo humano, orientados por objetivos sociales y ambientales, hablan de las transformaciones colectivas de aprendizaje, en ese sentido se requieren de investigaciones que se sustenten desde los paradigmas psicosociales y psicoeducativos, que permitan la comprensión de cómo el ser humano camina hacia el cambio. Dentro de esta línea de investigación también se desarrollan los temas de la aplicación de la psicología en todas sus especialidades, la generación de datos

	objetivos de cómo resolver problemas que tengan que ver con el individuo y su entorno en todas sus áreas de desarrollo.
4. Innovación e intervención en sociedades multiculturales y plurilingües	Nuestra sociedad es multicultural y plurilingüe, por lo que es fundamental desarrollar investigaciones que nos permitan comprender estas características no solo para la implementación de cambios, si no también para la solución de problemas acorde con las necesidades.
5. Educación inclusiva e intervención	Dentro de los escenarios descritos en los que debe participar la SENACYT, está el cambio estructural con igualdad (2019,p.9), en ese sentido se requieren y se justifican investigaciones en educación inclusiva. Parte del desarrollo del concepto de "igualdad", está la educación para todos, y en ese sentido siempre se requieren datos que sustentan los cambios que debe ir desarrollando una sociedad para lograr ser un modelo de sociedad inclusiva.
6. Formación docente (inicial y continua)	El punto ii del financiamiento del PENCYT del 2019 al 2024 está dirigido a la enseñanza de la ciencia y la tecnología para ello es fundamental la formación de científicos, uno de los temas desarrollados en esta línea de investigación de la UDELAS, dentro de la formación docente tanto inicial como continua (p.56).
7. Educación virtual y tecnología	Dentro de las recomendaciones descritas en el FODA (p.35) está el crear mecanismos financieros necesarios para que las universidades transiten de una universidad de enseñanza, a una universidad de innovación, para ello deben ir de la mano de la educación y tecnología. En ese sentido desarrollar investigación que permita a su vez desarrollar las competencias y sustentar científicamente la eficiencia de las intervenciones tecnológicas implementadas, es fundamental para lograr el cambio en nuestras universidades.

Es relevante que las líneas de investigación tengan una mirada hacia dentro y fuera de la Universidad. Con ello se argumenta que se requieren de investigadores, investigaciones, programas educativos, entre muchos otros elementos intrínsecos relevantes para la creación y desarrollo de las líneas de investigación de la universidad, pero también debemos ir de la mano con lo que propone la SENACYT, en miras de caminar junto con las políticas de investigación, así como de las necesidades y perspectivas nacionales en términos de Ciencia y Tecnología.

Concepción de qué es una línea de investigación y cómo fueron elaboradas.

Finalmente es importante comprender el pensar de los administrativos-académicos, académicos y académicos-científicos de la UDELAS, con respecto a las líneas de investigación, por lo que en la fase 2, diagnóstica se realizaron entrevistas que proporcionaron la información sobre como se conforman las líneas de investigación (ver cuadro 8).

Cuadro 8

Percepción de la concepción de cómo se conforman las líneas de investigación.

Opinión de 23 Directivos	<ul style="list-style-type: none"> • Profesores investigadores 30% • Investigaciones científicas 30% • Infraestructura 13% • Fondos económicos 13% • Programas académicos 43% • Trabajos de grado (tesis) 13% • Intereses de los profesores investigadores 13% • No sé qué elementos las deben sustentar 13% • Incentivos al desarrollo de investigación 57% • Contexto nacional y universitaria 9% • Otros (formación, temática que caracteriza a UDELAS, no existían líneas, establecer pautas, historia y cultura como línea de investigación). 	Opinión de 14 investigadores	<ul style="list-style-type: none"> • Investigadores, con especialidad en las líneas 64% • Investigaciones científicas inscritas o registradas en la base de datos del Decanato de investigación 85% • Infraestructura 7% • Fondos económicos 7% • Programas académicos desde la licenciatura hasta doctorado 14% • Trabajos de grado (tesis) 14% • Relación de las líneas de investigación con el plan estratégico de la universidad 14% • Relación de las líneas de investigación con el plan estratégico de la SENACYT. 7% • Artículos científicos 14% • Que resuelva necesidades de la sociedad 21%
--------------------------	---	------------------------------	--

Desde la percepción de directivos e investigadores es evidente, qué elementos académicos y científicos sustentan las líneas de investigación. La percepción con mayor porcentaje en directivos, el 57% argumenta que las líneas de investigación deben sustentarse en los incentivos al desarrollo de la investigación, en cambio el porcentaje más alto en investigadores, el 85% de los investigadores perciben que deben sustentarse principalmente en investigaciones.

La segunda respuesta más relevante en los directivos, el 43 % menciona que en los programas académicos, en cambios el 64% de los investigadores sostienen que en profesores investigadores con especialidades en las líneas de investigación. Es importante denotar que directivos e investigadores no tienen percepciones similares con respecto a cómo se conforma una línea de investigación y por tanto manejan concepciones diferentes de cómo generarlas. Es fortalecer la comunicación entre los que dirigen y los que construyen los nuevos conocimientos desde el paradigma científico, en ello la participación conjunta, los debates compartidos en la socialización de los resultados puede ser un punto de encuentro de inestimable valor formativo.

También, analizamos la percepción con respecto a si es oportuno crear nuevas líneas de investigación. También se encontraron percepciones diferentes entre directivos e investigadores,

el 38% de los directivos sustenta que se requieren más líneas de investigación y el 42.85% de los investigadores sustentan que no, hasta no tener más investigadores y poder fortalecer las líneas actuales. Para estos últimos es claro que para construir una nueva línea se requieren más productividad científica, entre otras cosas eso implica tiempo para hacer investigación, lo que a su vez implica mayor inversión por parte de la Universidad en recursos humanos dedicados a la docencia, para poder tener recursos humanos haciendo investigación. El crear nuevas líneas de investigación es fundamental, pero se requiere tener todos los elementos que la conforman para poderla construir. El cuadro 9 recoge esta información.

Cuadro 9

Es oportuno crear nuevas líneas de investigación en la UDELAS.

Opinión de 21 directivos	<ul style="list-style-type: none"> • No hasta no tener más investigadores 19% • Si es necesario más líneas de investigación 38% • Otras: revisión de trabajos de grado, atender la problemática de la institución, preparar docentes con especialidad, vincular a las facultades 19% • No respondieron 9.5% 	Opinión de 14 investigadores	<ul style="list-style-type: none"> • No hasta no tener más investigadores y fortalecer las líneas actuales 42.85% • Si después de un análisis riguroso de todos los elementos que sustentan una línea de investigación 31.25% • Otras 6.25%
--------------------------	---	------------------------------	--

Discusión

A lo largo del artículo hemos aportado datos que evidencian el desarrollo de las líneas de Investigación en la Universidad Especializada de las Américas, estas se construyen en las universidades con diferentes perspectivas, unas mejor fundamentadas que otras.

Al realizar el análisis teórico que sustenta el constructo “línea de investigación” se encuentran diversas definiciones, con puntos de encuentros y distinguos que evidencian la complejidad del tema y las diferentes miradas que sobre este asunto coexisten en las instituciones universitarias.

Una de las utilidades de una línea de investigación es poder organizar el trabajo investigativo, para facilitar la construcción del conocimiento y la implementación de la innovación, es una línea que agrupa las investigaciones y permite el análisis prospectivos y retrospectivos para la toma de decisiones y acciones en el proceso científico, en este sentido el establecimiento de prioridades y

las respuesta pertinentes desde las políticas de país hasta los programas académicos debe ser una respuesta necesaria para la organización de las líneas de investigación y sus impactos en la solución de los problemas educativos.

Como los datos lo muestran, (cuadro 2 y 3), en un inicio la universidad tomó la postura académica para establecer las líneas de investigación, pero es paradójico pensar estructurar las líneas sin investigaciones e investigadores que las desarrollen. Un ejemplo de las carencias de investigadores son que las tesis de grado al ser dirigidas solo por un profesor sin experiencias científica, la calidad del estudio es vulnerable, no cumple con los criterios de rigor metodológico, la formación en método científico debe ser el eje rector y no puede ser un currículo oculto que se deja de lado. Por otro lado debe soslayarse, como ocurre en otras latitudes que se convoquen a los investigaciones a hacer ciencia ante las necesidades y prioridades nacionales y locales.

Las tesis de grado tienen un doble objetivo, la obtención del título, pero también la construcción del nuevo conocimiento e innovación y en ese sentido debe existir un hilo conductor para ir desarrollando realmente nuevo conocimiento. Si no se pueden analizar todos los trabajos de una universidad estadísticamente dentro de una línea de investigación que va desde la licenciatura hasta el doctorado, relacionándolo también con el trabajo científico realizado por los investigadores y especialistas en él área, cómo sabemos que no damos vueltas en círculo, comprobando una y otra vez el mismo conocimiento, como si fuera innovador. Es usual escuchar de los estudiantes “es que esto nunca se ha investigado”, y resulta que lo que realmente ocurre es que no se revisan los trabajos previos, acompañados por un especialista no solo en la aplicación del método científico, si no en la especialidad de la tesis.

Se trata de superar la ambigüedad de dividir a los docentes en especialistas sin experiencia en investigación y metodólogos generales, los que hacen investigación en su área de especialización reconocen que para tener una buena redacción científica del sustento de una investigación, no solamente hace falta el conocimiento de la estructura del método científico, si no de la teoría del tema en que se hace la investigación, el conocimiento de punta del área de especialidad y el conocimiento para interpretar de manera profunda e útil los resultados obtenidos. Cuando se hace la primera investigación dentro de una línea de investigación, la cantidad de información es

abrumadora, cómo elegir lo más importante sin un conocimiento previo. He ahí la importancia de los investigadores en las diferentes líneas de investigación con múltiples investigaciones, que le permitan dar ejemplos, y sugerencias sustentadas tanto en la experiencia, como en el conocimiento científico, y en el conocimiento de su especialidad.

El estudio coloca como relevante las altas cargas horarias de los docentes y las exigencias que implican para la preparación además de la participación en las actividades de investigación. Por tanto, los investigadores no cuentan con el tiempo necesario para desarrollar investigaciones y productividad científica. Solo como referencia la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología, SENACYT, sugiere que los investigadores que participen en sus convocatorias tengan alrededor de 26 horas semanales para desarrollar la investigación. Lo que implica que de 40 horas semanales un poco más del 50% el profesor-investigador lo dedique al desarrollo científico. Un problema complejo que afecta la participación en investigación.

Con los datos obtenidos también podemos argumentar que el análisis de las líneas de investigación desde el paradigma académico-científico, sustentan la transversalidad de varias líneas en un solo programa académico, lo cual permite que el nuevo conocimiento se sustente desde diferentes paradigmas, el trabajo interdisciplinario, transdisciplinario y multidisciplinario logrando la solución de problemas desde varias posturas teóricas interrelacionadas (cuadro 1,2,3,4).

Los datos también nos reportan que la Universidad no cuenta con muchos investigadores por cada línea de investigación, repartidos en las diferentes extensiones y en la sede central. Podemos sostener que existen dos aspectos fundamentales que ocasionan este resultado, la falta de tiempo por tener una carga docente de muchas horas a la semana y la falta de formación científica que se ha podido solucionar con el modelo de formación con acompañamiento de la Universidad.

También con base en los datos, una tarea a desarrollar es lograr que todos los investigadores tengan la posibilidad de dirigir tesis de licenciatura, maestría o doctorado, de esta forma se mejorará la calidad científica de los trabajos de grado, pero también los investigadores servirán como modelos a seguir, promoviendo la enseñanza de competencias investigativas, y al mismo tiempo los estudiantes apoyaran al investigador en su trabajo científico. En un ganar- ganar para todos.

Es importante que los profesores investigadores dirijan una o dos tesis pues apoyar el desarrollo de la cultura de investigación, las líneas de investigación, el semillero de investigación, entre otros aspectos fundamentales para el desarrollo de la investigación científica.

El modelo de formación y los fondos concursables han sido dos aciertos de la Universidad, para fortalecer el desarrollo de investigaciones e investigadores en las diferentes líneas de investigación. El acompañamiento a los profesores-investigadores, ha permitido la constancia, la motivación hacia la investigación, la formación científica, la publicación de investigaciones y la formación académica en maestría y doctorado (cuadro 5, cuadro 6).

En el modelo de formación de investigadores de la UDELAS, se ha promovido la publicación de artículos científicos a partir de los trabajos de grado, opción tesis, de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, obteniendo resultados positivos y publicaciones interesantes (cuadro 6).

A partir de los datos y análisis realizados podemos sustentar que los profesores investigadores en el área de educación en la UDELAS han logrado generar cada vez con mayor constancia y sistematización, estudios científicos que generan nuevos conocimientos importantes no sólo para la universidad, si no a nivel nacional e internacional. Aun así, es una tarea compleja porque realizar investigación compite con el rol docente, en tiempos y responsabilidades con la universidad, lo que afecta en el tiempo dedicado para la generación de nuevos conocimientos, la calidad y la productividad científica en términos de publicaciones en revistas de alto impacto avaladas por la secretaria nacional de Ciencia y Tecnología para pertenecer al grupo de investigadores del Sistema Nacional de Investigadores. Lo cual nos deja varios temas aun por investigar y sustentar con respecto al desarrollo de los investigadores, al tiempo necesario o mínimo para realizar investigación, a la calidad científica y al desarrollo de investigaciones en el área educativa en el país.

El estudio realizado resulta una sistematización en tanto se ha producido un proceso de reflexión y reconstrucción de variadas experiencias sobre la base de las relaciones establecidas entre las líneas, las investigaciones y los investigadores que han permitido establecer inferencias teóricas y prácticas para el perfeccionamiento de las definiciones y concepciones en torno a las líneas de

investigación y los resultados científicos que son necesarios lograr con la participación cada vez mayor de los investigadores.

El analizar la construcción de las líneas de investigación permite consolidar el análisis de datos que sustentan el proceso científico en el área de educación en la UDELAS. Y favorece establecer parámetros claros de como seguir avanzando hacia el futuro, más organizados, con mayor coordinación y trabajo colaborativo entre niveles académicos, programas académicos, extensiones, facultades, analizando lo actuado hacia dentro y fuera de la universidad, de la mano del PENCYT, con el objetivo de lograr siempre, productividad científica.

Más allá de las conceptualizaciones y denominaciones de autores e instituciones existe un denominador común en develar y reconocer en las líneas de investigación un escenario o contexto de concurrencia, de integración de saberes y experiencias en torno a problemas de interés que tratándose de la Educación precisan de soluciones científicas y se deben corresponder con las prioridades que la sociedad demanda y se concretan en las políticas educativas del país, luego se reconocen en las líneas de investigación su valor estratégico para confluir prioridades nacionales, territoriales e institucionales, en fin de cuentas son factores de unidad y formación para los investigadores, espacios de esfuerzos cooperados para la contribución social.

Con base en los datos y resultados analizados la Universidad Especializada de las Américas sustenta que seguirá elaborando sus líneas de investigación con base en el conjunto de criterios revisados en el presente artículo, dándole relevancia a la relación de las líneas de investigación con las especialidades de los profesores investigadores, las investigaciones que desarrollan y publican.

Las líneas de investigación son el resultado de la unión de varios puntos académicos y científicos tales como el área de interés y especialidad de los académicos y científicos, temas de trabajo de grado, puntualmente las tesis, los programas académicos de licenciatura, maestría y doctorado, las investigaciones, publicaciones, ponencias, es decir la productividad científica, infraestructura para la realización de estudios científicos y la relación de las líneas de investigación con las políticas nacionales de la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología. Por la diversidad de concepciones

de cómo se sustentan y construyen las líneas de investigación de una universidad, sería necesario un debate con respecto al tema.

Un trabajo a futuro del equipo de investigadores de la Universidad Especializada de las Américas es seguir aportando datos y análisis, que permitan la actualización constante de las líneas de investigación y su fundamentación objetiva.

Referencias bibliográficas

- Arcila, O. (1996). Las líneas de investigación como elemento articulador de los procesos académicos en la universidad. *Nómadas*, 5. <https://www.redalyc.org/pdf/1051/105118998013.pdf>
- Bonillo, L. (2000). *Líneas de Investigación Universitarias*. Venezuela: Universidad de los Andes.
- Escalona, E. (2008). *Estrategia de introducción de resultados de investigación en el ámbito de la actividad científica educacional*. (Tesis Doctoral). 99 h. Cuba: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas.
- García, B. (2009). *Manual de Métodos de Investigación para las Ciencias Sociales*. México Manual moderno. <https://hdcsudg.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/03/planeacic3b3n-y-desarrollo-de-proyectos-de-investigacic3b3n.pdf>
- González M. y Núñez, S. (2020). Conceptualización y definición de líneas de investigación prioritarias a nivel de la universidad. *Universidad y Sociedad*, 12(4) 241-349.
- Lebrija, A. (2016). Cultura de investigación: Formación de profesores-investigadores en la Universidad Especializada de las Américas. *Redes*, 1(8), 23-38.
- Lebrija, A., y Morales, L. (2017). Formación de profesores investigadores a través de comunidades de aprendizaje. *European Journal of Education Studies*, 3(6), 579-600.
- Lebrija, A. (2018). *Modelo de formación de profesores-investigadores a través de comunidades de aprendizaje e investigación*. (Tesis de Maestría). 120 h. Panamá: Universidad Especializada de las Américas.
- Lebrija, A., Montenegro R., y Kaur H., (2021). Research Competence Training Model for first-time investigators (Panamá, UDELAS). *European Scientific Journal*, 17(5), 69-90.
- Montenegro, R. y Lebrija, A. (2020). UDELISTAS en pro de la investigación: formación de estudiantes a través de comunidades de investigación. *Redes*, 1(13) 139-151.
- Perines, H. (2018). ¿Por qué la investigación educativa no impacta en la práctica docente? *Estudios sobre Educación*, 34, 9-27.
- Puebla, A. (2014) *Importancia de la investigación educativa*. México: Escuela preparatoria oficial # 55.
- Matos, E. y Cruz, L. (2018). La investigación en instituciones de educación superior como proceso sustantivo integrado: su reto endógeno. *Revista Ciencias Pedagógicas e innovación*, 5(3), 75-85, <https://doi.org/10.26423/rcpi.v5i3.212>
- Mercado, P., Cernas, D. y Nava, R. (2015). La interdisciplinariedad económica- administrativa en la conformación de una comunidad científica y la formación de investigadores. *Revista de Educación Superior*, 45(1), 177, 43-65

- Puebla, A. (2014) Importancia de la investigación educativa. México: Escuela preparatoria oficial # 55. <https://transformacion-educativa.com/importancia-de-la-investigacion-educativa/>
- Muñoz, M. y Garay, F. (2015). La investigación como forma de desarrollo profesional docente: Retos y perspectivas. *Estudios pedagógicos*. 41(2), 389-399. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052015000200023>
- Rodríguez, J., Tuesca, R., Rueda, R. y Touriz, M., (2018). La investigación científica en la educación Superior. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el conocimiento*, 2(3), 451-464.
- UMECIT, (2016) Líneas de investigación. Panamá: Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología. <https://umecit.edu.pa/wp-content/uploads/2020/05/D-33-lineas-de-investigacion.pdf>
- Universidad La Salle, (2013) Líneas de investigación Doctorado en educación y sociedad. <https://zeus.lasalle.edu.co/docs/salle/lineas-de-investigacion-doc-ed-2013.pdf>
- Universidad de Matanzas, (2021) Líneas de investigación. Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación. Cuba: Universidad de Matanzas.

An Acoustic Analysis of Spanish Learners' English Prosody: L1 Transfer Effects

Un análisis acústico de la prosodia inglesa de estudiantes españoles: efectos de transferencia de la L1

Bodelis Artemio Marín Marín

Universidad de Panamá, Facultad de Humanidades, Departamento de Inglés, Extensión Universitaria de Soná,
Panamá

bodelis.marin@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-0864-7031>

Recibido: 27/02/2026

Aprobado: 20/04/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10077>

Abstract

This study examines the acoustic realization of quantitative rhythm, intonation, and nuclear stress in Spanish-speaking learners of English as a second language. It also considers speech rate as a relevant factor in L2 prosodic processing. Fifteen university students from the University of Valencia completed a controlled reading task based on a short poem containing 23 rhyming words. Acoustic analyses were conducted using Praat, focusing on rhythm (%V, nPVI-V, and articulation rate), intonation (pitch range, mean F0, and boundary tones), and nuclear stress (prominence cues). Results indicated that participants produced a higher %V, less durational variability, and reduced vowel reduction, all of which illustrate the persistence of a syllable-timed transfer from Spanish. Patterns of intonation revealed a limited pitch range and a prevalence of falling contours, making them less adaptable to context. In addition, Nuclear stress was accurately placed in only 50% of contexts, with errors involving both reliance on penultimate-stress tendencies in Spanish and problems with contrastive stress. Overall, the results suggest that prosodic transfer remains active even at advanced proficiency levels and highlight the pedagogical importance of explicit training in rhythm, pitch modulation, and stress placement in English language teaching.

Keywords: Intonation, L1 transfer, Praat analysis, prosody, rhythm.

Resumen

Este estudio examina la realización acústica del ritmo cuantitativo, la entonación y el acento nuclear en estudiantes hispanohablantes de inglés como segunda lengua. También considera la velocidad del habla como un factor relevante en el procesamiento prosódico de la L2. Quince estudiantes universitarios de la Universidad de Valencia completaron una tarea de lectura controlada basada en un poema corto de 23 palabras que riman. Se realizaron análisis acústicos con Praat, centrándose en el ritmo (%V, nPVI-V y velocidad de articulación), la entonación (rango tonal, F0 media y tonos límite) y el acento nuclear (indicadores de prominencia). Los resultados indicaron que los participantes produjeron un %V más alto, menor variabilidad de duración y menor reducción vocálica, lo que ilustra la persistencia de una transferencia rítmica silábica del español. Los patrones de entonación revelaron un rango tonal limitado y una prevalencia de contornos descendentes, lo que los hace menos adaptables al contexto. Además, el acento nuclear se colocó correctamente solo en el 50% de los contextos, con errores que involucraban tanto la dependencia de las tendencias de acento penúltimo en español como problemas con el acento contrastivo. En general, los resultados sugieren que la transferencia prosódica se mantiene activa incluso

en niveles avanzados de competencia y resaltan la importancia pedagógica del entrenamiento explícito en ritmo, modulación de tono y acentuación en la enseñanza del idioma inglés.

Palabras clave: Entonación, transferencia de L1, análisis de Praat, prosodia, ritmo.

Introduction.

Prosody, the rhythm, stress, and intonation of spoken language, is very important for how well people understand the clarity, fluency, and meaning of communication in a second language (Derwing & Munro, 2015; Jenkins, 2000). Traditionally, teaching pronunciation has focused on how to say consonants and vowels correctly. There is a growing body of evidence showing that suprasegmental characteristics influence how people perceive and produce spoken foreign languages (White & Mattys, 2007). The disruption of prosodic features (e.g., the rhythm of speech, intonation, etc.) can decrease an individual's perception of fluency and naturalness, even if the segments are produced accurately. Although learners can produce speech sounds clearly with correct pronunciation, they are sometimes considered either non-natives or unable to express what they mean; this is dependent on how well their rhythm and intonation match those of the target language. Therefore, the structural role of patterning is evident in the above examples for both phonetic theory and current second language teaching methodologies.

The differences between English and Spanish prosody are considerable. English is generally classified as a stress-timed language, in which vowels in unstressed syllables tend to be reduced, syllable durations vary, and stressed syllables occur at roughly regular intervals (Roach, 1982; Ling *et al.*, 2000). Conversely, Spanish is generally regarded as a syllable-timed language, with approximately equal syllable durations and little vowel reduction (Gómez González & Sánchez Roura, 2016). Rhythmic differences can be measured using acoustic measures like the percentage of vocalic intervals (%V) and the normalized Pairwise Variability Index for vowels (nPVI-V), both of which are useful for distinguishing stress-timed from syllable-timed languages (Ramus *et al.*, 1999; White & Mattys, 2007).

With respect to intonation, English generally utilizes a wide pitch range and pitch movements, in addition to more flexible placement of nuclear stress to convey different discourse and pragmatic meanings (Brazil, 1997; Mennen, 2007). Spanish, on the other hand, tends to display a narrower pitch range and a more predictable pattern of stress placement that tends to favor falling contours

and penultimate stress (Ortega-Llebaria *et al.*, 2019). When Spanish speakers bring these patterns to English, while their speech may remain understandable, it can also sound more monotonous or pragmatically limited, in that the speakers may not convey the proposed meaning or the information structure (Trouvain & Braun, 2020).

This linguistic tendency aligns with ideas of second language learning. Flege (1995) posits that learners categorize new L2 phonemes in relation to L1 phonemes, resulting in consistent pronunciation discrepancies. In this vein, Mennen (2007) expands the concept of *prosodic transfer*, indicating that even intonation is affected by L1. A significant amount of empirical research has explored segmental transfer. There may be good reasons for segmental to be more studied than prosodic transfer, although the little prosodic transfer previously discussed, particularly involving rhythm and intonation, has been studied considerably less, despite significant evidence showing the apparently greater resistance to change in rhythm and intonation, particularly in the fact that prosodic patterns exist in both perception and articulatory systems. In fact, Munro *et al.*, (2006) expressed that despite apparent high levels of proficiency, many speakers still reproduce L1 prosody patterns.

In the past few years, researchers have focused specifically on these prosodic properties among Spanish-speaking learners of English. In one study, Valenzuela, (2013) found that Spanish-speaking learners of English frequently use intonational contours from their native language (Spanish) when learning English. In addition, their pitch ranges are consistently lower than those of native English speakers, and they prefer falling tones rather than high tones and/or fall-rise tones. White and Mattys (2007) and Ramus *et al.*, (1999) have also observed that Spanish speakers exhibit heavy Spanish accents when speaking English. Their data showed that Spanish-accented speakers produce longer vocalization intervals (i.e., a larger percentage of time spent producing vowels during a one-syllable interval) than their native English counterparts, and that there is less variation in syllable vocalization duration than in English. From their data, they concluded that Spanish-accented English speakers have transferred prosodic patterns from their L1 (Spanish) to their L2 (English) in accordance with the rhythm classes they were speaking. However, suprasegmental transfer has, thus far, also been viewed as a source of communication problems rather than as a contributor to the fluency and intelligibility of the speaker being

evaluated. Gordon and Darcy (2022) have clearly demonstrated that prosodic differences in language can affect fluency and intelligibility; however, most current studies use either subjective assessments of non-native versus native or a simple or poorly designed methodology to evaluate the learners' prosody, so learners' prosody is not currently treated as a separate area of research.

This issue can be examined from an educational standpoint. It may not only affect the ability of students to produce individual sounds accurately; however, if there are differences in the way that students' prosodic models structure differs from what listeners expect, then students' speech may not only lack intelligibility, but also come across as less fluent as well. Jenkins (2000) contends that international intelligibility is enhanced to a greater degree through the use of rhythm, stress, and/or intonation as opposed to segmental accuracy when considering that suprasegmental features contribute greatly to English being viewed as a Lingua Franca. Therefore, teachers can utilize learners' awareness of prosodic habit(s) in order to develop pronunciation instruction that promotes rhythm, pitch variation, and/or placement of stress during instruction.

Despite the useful findings from earlier research, detailed acoustic studies of English prosody produced by Spanish speakers remain largely unexplored, especially in constrained reading tasks that allow systematic comparison across speakers. Many existing studies focus on bilinguals, highly advanced learners, or very extreme L1-L2 differences. As a result, while we have important findings on Spanish learners' pronunciation, we still lack descriptive accounts of how these learners typically use prosody in English. A thorough description of acoustic properties can reveal which timing or intonation characteristics transfer from Spanish and how learners adapt to a stress-timed system.

The present study aims to address this gap by providing an exploratory acoustic description of English prosody produced by Spanish learners in a controlled reading context. The primary objectives are (i) to describe patterns of rhythm, intonation, and nuclear stress placement, (ii) to identify systematic indications of L1 prosodic transfer; and (iii) to consider the pedagogical implications for pronunciation instruction. In particular, we explore whether rhythm metrics such as the percentage of vocalic intervals (%V), the normalized Pairwise Variability Index for vowels

(nPVI-V), and the articulation rate (i.e. the number of syllables per second, excluding pauses) reflect transfer from syllable-timed rhythm, how learners implement intonation by means of pitch range and boundary tones, and to what extent they assign nuclear stress correctly. The study does not aim to test or extend theoretical models. Instead, it offers a preliminary descriptive account that can inform future empirical and pedagogical work on L2 prosody among Spanish learners.

The organization of the rest of the paper is shown below. Section 2 details how the participants were recruited, how the recordings were done, and how the acoustic measures were performed. Section 3 discusses the result of this analysis and finds that learners of Spanish exhibit problems with producing nuclear stress appropriately, particularly in contrastive (or focal) contexts; have little variability of pitch; and prefer a syllable-timed rhythm pattern. Finally, the last section provides a summary of these findings, limitations to this study, and directions for future research studies.

Materials and methods

The current research included 15 Spanish L1 adult learners of English. All participants were undergraduate students enrolled in an English Studies degree programme at a public university located in Valencia, Spain. All were L1 speakers of a Peninsular Spanish dialect. Since none of the participants had moved to an English-speaking country like England, the United States, or others, the chance of having their prosodic patterns altered due to immersion was regarded as minimal. The ages of the participants were between 19 and 23 years ($M = 20.8$; $SD = 1.4$). Placement scores identified the participants to be B2 to C1 CEFR in their proficiency level. This profile was considered to be an advantage since students at these levels usually show segmental accuracy that makes it possible to focus on an analysis of suprasegmental features, in which L1 influence continues to be more durable.

Participants read a 93-word English poem and a list of 23 rhythm words, derived from standard pronunciation materials. Having a controlled reading passage ensured systematic comparisons between speakers and yet elicited connected speech. Poetry is often used as a source of data in research into prosody because it displays natural variation between lines of verse, or stanzas, with regard to rhythm, stress placement, and phrasing within relatively short utterances. The poem

selected fell into an optimal range of comparability and naturalness and hence did not contain the uncontrolled spread of variance often seen in spontaneous speech or the singularity observed from lists of isolated words.

Recordings were done serially in a quiet room at the laboratory with a Zoom H6 digital recorder and a head-mounted microphone. Speech was sampled at 44.1 kHz and 16 bits per sample to preserve high-quality acoustics. Before the recording started, all of them read the poem once for practice and chatted informally with the researcher for a while. This period of familiarization was designed to minimize performance anxiety and foster a more naturalistic reading pace. The participants were asked to read at a normal pace and not to force their speech in order to get as close as possible to a native accent. Rhythmically relevant words were presented in capital letters to signal target items for analysis and equalize participants' attention to these segments. Subsequently, these tokens were analyzed for context to ascertain whether learners' productions more closely resembled English stress timing or were influenced by transfer from syllable timing in Spanish. This was done in an attempt to obtain learner production of a phonological form that was less likely to result in imitation or hypercorrection.

The analysis focused on three major prosodic dimensions: rhythm, intonation, and nuclear stress placement. All acoustic measures were collected with the software Praat, which is a digital laboratory for speech, offering a comprehensive suite of tools for acoustic analysis, phonetic annotation, and speech synthesis (Boersma & Weenink, 2024). These dimensions were chosen because they are highly associated with intelligibility and communicative effectiveness in L2 speech and have regularly demonstrated robust L1 transfer mechanisms.

Rhythm was analyzed using three traditional quantitative measures: articulation rate, percentage of vocalic intervals (%V), and the normalized Pairwise Variability Index for vowels (nPVI-V). These measures, heavily confirmed in typological investigations at the level of languages (Ramus *et al.*, 1999; White & Mattys, 2007), faithfully distinguish stress-timed from syllable-timed rhythmic patterns. Intonation analysis was based on the fundamental frequency (F0) information, pitch range (Hz), and mean F0, using boundary tone classification at major phrase-final positions. These measures represented both global melodic contours as well as local discourse-

marking functions such as final rises and falls. The prominence of nuclear stress was determined through the use of acoustic correlates: F0 peak, intensity maximum, and duration of syllable.

In order to maintain the methodological integrity of the current study and restrict extraneous variables that would require separate experimental designs, other prosodic features, such as phrasing, speech rate variability, or tonal alignment, were not included to maintain methodological coherence and avoid introducing additional variables requiring separate experimental designs. The study aims to provide a focused, evidence-based account of L1 prosodic transfer in L2 English within three core areas.

Descriptive statistics (means, standard deviations, and percentages) were used initially to summarize the data and identify speaker-level tendencies. To enhance interpretive richness, there was a non-parametric inferential analysis in the form of Wilcoxon Signed Rank testing for small samples and non-normally distributed data. This test assessed the reliability and direction of mean differences between prosodic variable pairs within speakers. This method of analysis facilitated discovering the statistically significant tendencies that would not have been exposed had generalizations taken place. Through the combination of descriptive and non-parametric inferential analyses, this research provides a strong exploratory description of Spanish learners' prosodic patterns in L2 English, integrating quantitative precision with qualitative interpretation and laying the groundwork for future large-scale research.

Results

This section reports on the acoustic analysis of learners' English prosody. Figures and statistical descriptions summarize the pattern of rhythm, intonation, and nuclear stress with emphasis on those particular areas where Spanish-speaking learners of English typically have difficulty. Each measure is interpreted in relation to the known prosodic differences between the Spanish (syllable-timed) and the English (stress-timed) prosodic systems. The combination of visual and numerical information indicates consistent evidence of L1 transfer effects as well as difficulty adjusting to and producing the stress-timed rhythm and intonation patterns of English.

Rhythm pattern

Participants in this study exhibited a distinctive production pattern that correlates with their temporal regime. They frequently produced full, non-reduced vowels in rhythmically susceptible monosyllables like TOUGH, BOUGH, COUGH, and DOUGH, where a native English speaker tends to centralize or reduce such vowel sounds. For instance, participants tended to produce forms like [ˈtʌf], [boʊ], or [doʊ] with full vowel quality rather than reduced or weakened realizations. Likewise, speakers did not systematically mark stress prominence in polysyllabic words (i.e., HICCOUGH and THOROUGH), showing that the rhythm of spoken English varies but follows a syllable-timed rhythmic pattern. This pattern suggests that learners adapt to a more isochronous syllable timing system, similar to their L1, which would lead to a lack of reduction and consistent vowel quality across syllables.

As Figure 1 shows, Spanish participants' speech contained a relatively large proportion of vocalic intervals (52.3% V, \pm 3.1). This pattern reflects a syllable-timed rhythmic system in which the durations of vowels are relatively equidistant and where vowel reduction is minimal. These findings align with earlier research on the use of vocalic material (%V) as a reliable indicator of rhythmic differences between languages.

In their landmark work, Ramus *et al.*, (1999) demonstrated that %V is a good predictor when comparing stress-timed and syllable-timed languages. Regarding the %V, English (as a representative stress-timed language) showed lower values of the percentage of vowels per utterance (40.1 ± 5.4), indicating shorter and less regular vowel durations. By contrast, Spanish showed a higher percentage of vowels (43.8 ± 4.0), indicating longer and more evenly spaced vowel durations, as is typical of syllable-timed rhythm. The greater amount of vocalic material in Spanish is indicative of a more fixed temporal structure of syllables. At the same time, the lesser proportion in English is associated with that language's higher degree of temporal variability and vowel reduction.

In accordance with these results, White and Mattys (2007) also observed that %V was significantly higher in Spanish (48 ± 0.8) than English (38 ± 0.5), indicating again that speech material in Spanish has a longer duration of the vowel and a more regular timing between the

syllables compared to English. Similarly, Wiget *et al.*, (2010) reported a significant but variable inter-speaker spread in %V among Spanish speakers (1.6–3.0), accounting for only 16–30% of the rhythmic difference between Castilian Spanish and Southern British English that is commonly observed. This small range of variation demonstrates the consistency and dependability of %V as a rhythm measure, differentiating syllable-timed languages from stress-timed ones.

Carter (2005) used the Pairwise Variability Index (PVI) to measure rhythmic contrast between language groups. He found a clear contrast in his data with respect to rhythm: the benchmark American English speakers from North Carolina had higher PVI scores, 0.5515 for African American English and 0.5304 for European American English, which reflected larger variability in vowel duration, similar to that reported for stress-timed languages. On the other hand, Spanish speakers as a group (combined) exhibited much reduced PVI values (mean = 0.2798), which are typical of syllable timing where vowel duration is more evenly distributed between stressed and unstressed vowels. The bilingual Hispanic English speakers' PVI score was intermediate (M = 0.426, SD = 0.106), indicating a moderate degree of rhythmic assimilation to English, while also maintaining L1 Spanish rhythm patterns. Carter's (2005) results quantify a connection along the rhythmic continuum for monolingual and bilingual speakers, evidencing the gradual impact of Spanish rhythm on English productivity.

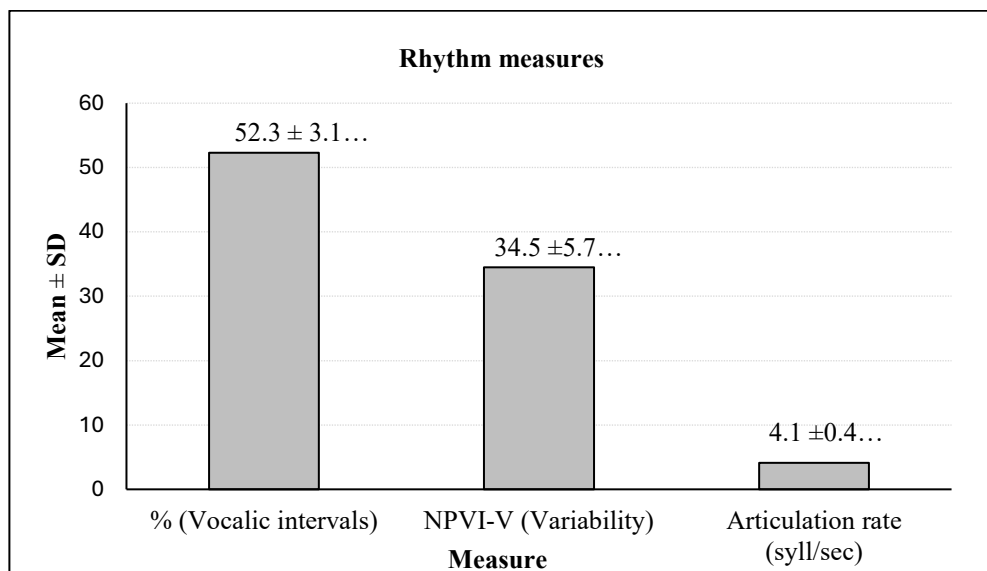
In the current study, participants had an average of 34.5 ± 5.7 for their normalized Pairwise Variability Index of Vowels (nPVI-V), which indicates that there is not much variability between pairs of vowel durations. This suggests that the timing of the syllables was consistent and therefore more similar to the syllable-based rhythm of the Spanish language than the English language, based on stress-timing. This pattern, along with the high percentage of vocalic intervals (% V), indicates the presence of Spanish-like temporal organization within the English speech of these learners and that this influence continues even now in their learning of the English language through exposure to their native language's rhythm structures.

Previous studies of rhythm across languages have led to these same results, and they provide additional support for the position that bilinguals' and L2 learners' speech is positioned closer to

the center of rhythmic space. These results may be interpreted as potential manifestations of rhythm transfer effects, that is, an influence of the temporal organization in L1 on that in L2, and its effect on the resulting speech timing control, which is based on both stress-timed and syllable-timed systems.

Figure 1

Rhythm measures for Spanish learners (n = 15).



The mean articulation rate was 4.1 ± 0.4 syllables per second, somewhat slower than normatively ‘normal’ English tempo, often cited as approximately 4–5.3 syllables per second (Goldman-Eisler, 1968, as summarized in Stepańtsova, 2013; see also Laver, 1994). The slower pace might indicate a compensatory strategy to deal with orthographic irregularities in items like *dead*, *meat*, and *threat*. Whereas native speakers often reduce vowels in rapid speech, learners produced nearly full vowel realizations. In several cases, the presence of clear onset consonants and unreduced vowels further supported the interpretation that learners followed a syllable-timed pattern rather than adopting English-like reduced timing.

The group variation in rhythm measures was low. % V (± 3.1), nPVI-V (± 5.7), and articulation rate (± 0.4) also displayed a narrow distribution, which suggests that learners acted uniformly independent of subjects. %V and articulation rate, specifically, were significantly invariant, which implies that there were the same amounts of vowel materials and a similar rate of speech

among subjects. Although nPVI-V showed slightly more individual variation, the overall values remained low, reflecting small differences in timing from one syllable to the next.

Altogether, these findings reveal an overall homogeneous rhythmic profile across participants, consistent with L1 Spanish influence. Learners, as a group, produced more vowel material overall, less durational variance, and slower articulation rates than expected for native English speech, patterns that collectively reflect transfer from syllable-timed Spanish to their L2 English prosody.

Intonation patterns

This section examines learners' pitch range, mean pitch level, and boundary tone distribution in order to characterize their English intonation patterns. These measures provide insight into how learners used pitch variation to signal prominence and structure the discourse while reading the poem.

Figure 2

Intonation measures for Spanish learners (n = 15).

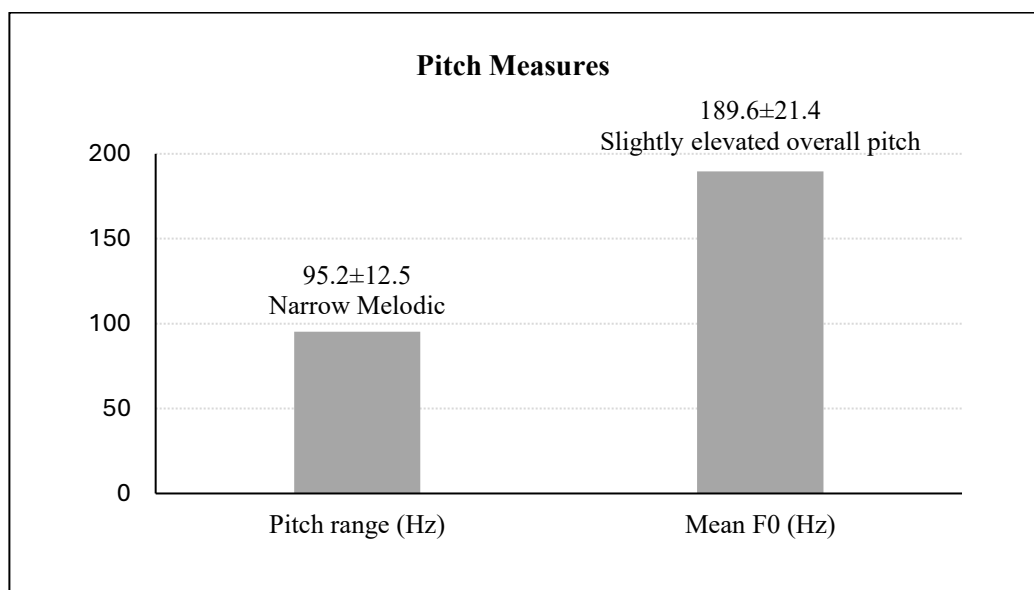


Figure 2 shows that participants produced a rather narrow range of pitch ($M = 95.2 \pm 12.5$ Hz), which means that the variation in pitch between stressed and unstressed syllables was not very different. No sudden or wide excursions of pitch occur in the rhyming strings; indeed, the curves

have a very flat aspect, as seen in words such as HICCOUGH, THOROUGH, LOUGH, and THROUGH. Less pitch range is usually an indication of less expressiveness and a more “flat” or insipid melodic profile. While the overall mean pitch level of the learners was relatively high ($M = 189.6$ Hz, $s = 21.4$ Hz), this seemed to merely result from an overall upward register shift rather than a functional adjustment. In other words, learners maintained a mid-to-high pitch plateau across phrases rather than producing localized peaks to mark contrastive or emotive meaning, even in lines such as “*Beware of HEARD, a DREADFUL word*”. As a result, differences in prominence between stressed and unstressed syllables were weakened.

In contrast, native English speakers typically use a larger pitch range and more pitch variation than the learners in this research. Intonational phonetics research shows that English relies heavily on pitch movements, particularly rises, falls, and expanded pitch excursions, to signal stress, focus, information structure, and discourse prominence (Xu, 2005; Mennen, 2007). These studies emphasize that English speakers generally employ a flexible pitch range and systematically enlarge pitch excursions when marking contrast or highlighting new information. Similarly, in English as a Lingua Franca communication, dynamic pitch range is also found to be helpful for intelligibility and attention (Jenkins *et al.*, 2018). By comparison, the learners in the present study produced a mean pitch span of only 95 Hz, indicating a considerably more compressed melodic profile. Such a reduced span is consistent with prosodic transfer from Spanish, a language characterized by a narrower pitch range and fewer pragmatically motivated pitch modulations (Frota & Prieto, 2015).

The absence of gender information in the data set means that the intonation analysis can only be generalized to a limited degree. Many previous studies show that biological (e.g., laryngeal physiology) and sociophonetic conventions both affect F0 level and pitch span (Laver, 1994). Without separating male and female speakers, it is not possible to determine whether the narrow pitch ranges observed here reflect physiological baselines or L2-learning effects. Future research should therefore analyze male and female learners independently to clarify whether reduced prosodic contrast in Spanish-accented English is consistent across genders or shaped by gender-specific pitch strategies.

Figure 3

Distribution of boundary tones in learners' English speech (n = 15).

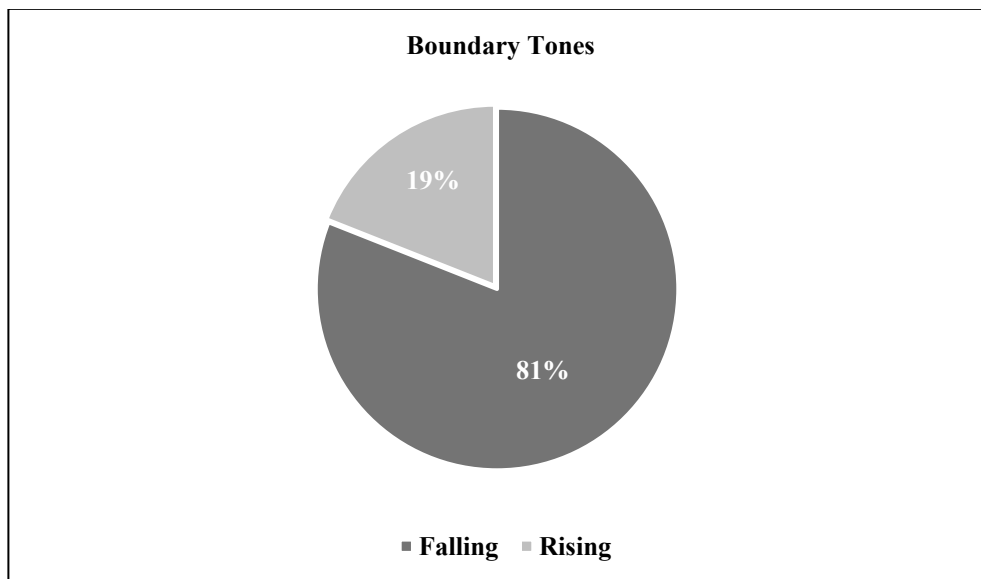


Figure 3 further illustrates the restricted intonational patterns by showing the distribution of boundary tones. The general tendency is for phrase-final boundaries to be produced with falling contours, which was the case in 81% of our examples; only 19% had rising or level tones. Even in contexts where a rising boundary would have been expected, such as in “*For goodness' SAKE, do not call it DEED*”, learners produced falling tones. Similarly, in sequences such as “*Watch out for MEAT and GREAT and THREAT*”, where rising-falling patterns might signal listing or contrast, learners read the entire series with gradual falling.

These findings indicate that learners made extensive use of a default falling contour and had minimal control over pitch range for pragmatic or discourse-structuring reasons. In general, their intonation was quite flat, with smaller pitch excursions, higher mean F0, and predictable boundary tone patterns. Preference for falling contours also indicates less use of rising or level tones that in English are commonly used to signal continuation, uncertainty, politeness, engagement, and discourse cohesion (Face, 2003; Valenzuela, 2013). In contrast, these functions are not expressed prosodically to the same degree as they are in Spanish. As a result, an insufficient stock of boundary tone could have constrained the learners' capacity to encode

pragmatic distinctions, and their utterances might easily have been perceived as flat or overly declarative.

From a communicative viewpoint, limited pitch variation affects both expressiveness and listeners' ability to interpret informational structure and speaker attitude. Studies of L2 speech perception have demonstrated that prosodic features such as stress, rhythm, and overall pitch range make a significant contribution to listeners' perceptions of comprehensibility and accentedness (Saito *et al.*, 2017). Given that prosody plays a critical role in both comprehensibility and listener engagement, numerous scholars have claimed that inadequate modulation of prosody can lead to negative assessments of fluency and communicative efficacy (Derwing & Munro, 2015). That is, the relatively flattened melodic contours that were exhibited in the learners' utterances could limit their potential to distinguish focus, discourse boundaries, and emotional or pragmatic nuance.

These findings support previous investigations of Spanish–English interlanguage intonation that show a relatively small pitch range as well as a predominant tendency toward final falling contours (Valenzuela, 2013; Trouvain & Braun, 2020). Research on Spanish intonation more generally also shows that Spanish employs fewer rising and pragmatic boundary tones than English, limiting speakers' repertoire of intonational contrasts (Ortega-Llebaria *et al.*, 2019). As the pitch range in Spanish is usually narrower and there are fewer pragmatically motivated pitch movements (Mennen, 2007), falling contours can be seen as an L1-driven strategy that allows for a simpler model at production but with a loss of communicative nuance when producing this variable in their L2 English.

Nuclear stress placement

This part of the analysis explores learners' accuracy in assigning nuclear stress to the appropriate syllable, with emphasis on producing the pragmatically most salient syllable of each phrase. Accuracy was assessed in three contexts: polysyllabic lexical items, sentence-final phrases, and structures requiring contrastive focus.

Figure 4

Nuclear stress accuracy in Spanish learners ($n = 15$).

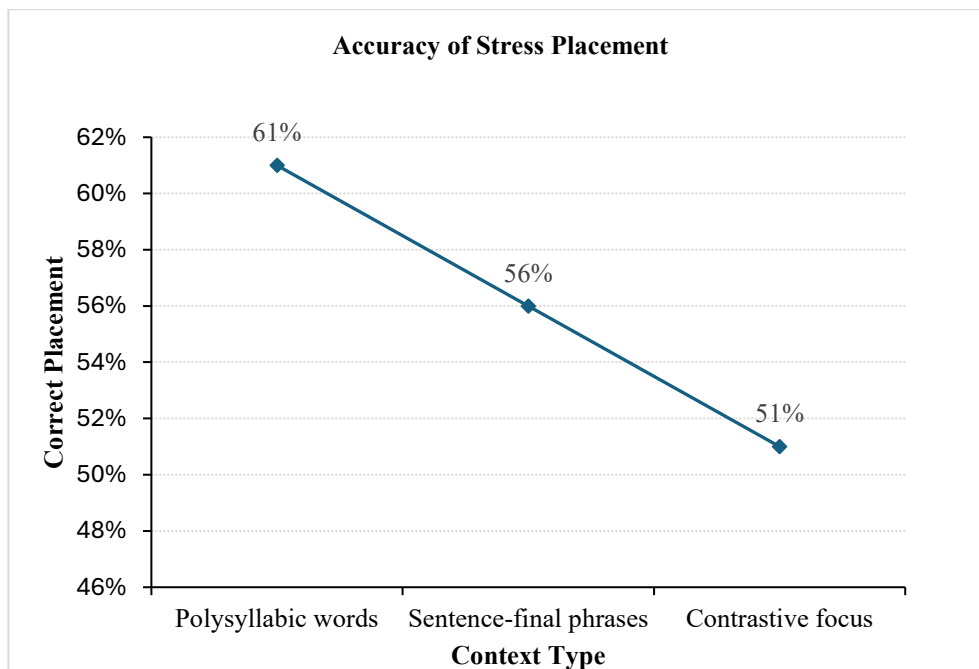


Figure 4 indicates that the average score for accuracy was 56%. The major reason for this was the influence of Spanish penultimate stress on the movement towards the penultimate position of prominent, non-weighted syllables in the Spanish language, such as *THOROUGH* or *HICCOUGH*. Productions like *tho-ROUGH* instead of *THO-rough* changed not only lexical prominence but also disrupted the expected phrasal rhythm of English.

Studies on English stress variation show that nuclear stress in English is a flexible cue for encoding discourse-level meanings such as information focus and contrast (Ladd, 2008; Cruttenden, 1997). In Spanish, however, stress patterns are not as erratic and are used less for pragmatic marking (Face, 2002; Zubizarreta, 1998). This helps explain why some learners in the present study relied on default lexical stress rather than shifting the nucleus to reflect information structure. Such a transfer affects communicative clarity because nuclear stress cues the listener to the most informative element in a sentence (Derwing & Munro, 2015).

Sentence-final phrases posed similar challenges. Learners often placed prominence on “GOODNESS” rather than on “SAKE” in “*For goodness’ SAKE, do not call it DEED*”. This reduced the expected final lengthening and pitch prominence associated with English phrase-final stress and weakened the intended corrective force of the utterance.

Contrastive focus was by far the most challenging context to produce. A classic example is the sentence “*Watch out for MEAT and GREAT and THREAT*,” where learners produced the nucleus of the stress pattern where they thought it should go, but did not shift the nuclear stress to reflect the lexical contrast. Research has shown that this is a common phenomenon amongst Spanish-speaking learners of L2 English, as there is a low degree of use of nuclear-stress shifts and a preference for the use of the default stress in L2 English (Face, 2002; Mennen, 2007). Because English frequently employs nuclear stress to mark new or contrastive information, misplacement can obscure the speaker's intention and reduce pragmatic informativeness (Ladd, 2008).

On the whole, our learners' global accuracy of 56% reveals sustained L1-to-L2 prosodic transfer, particularly with respect to predictable Spanish stress patterns and reduced use of prominence for pragmatic meaning. The results have pedagogical implications for the necessity of explicit instruction of nuclear stress and focus marking. Controlled listening and production tasks with a focus on stress movement may be useful for learners in developing a more target-like ability to control prosody and greater intelligibility in spoken English.

Discussion

This study examined the production of prosody by Spanish-speaking learners of English in three domains (e.g., rhythm, intonation, and nuclear pitch accent) and highlighted the systematic influence of the L1, consistent with current models of L2 prosodic acquisition. Learners produced higher %V values and lower nPVI-V scores than those reported for native English speakers, whose %V values typically fall around 40–45% and whose nPVI-V values generally range between .3 and .4 (Ramus *et al.*, 1999; White & Mattys, 2007). These findings indicate that learners maintained a syllable-timed rhythmic pattern more characteristic of Spanish than the stress-timed rhythm of English.

This pattern is in line with the predictions of the Speech Learning Model - Revised (SLM-r; Flege *et al.*, 2021): that new L2 temporal categories, which are not perceptually distinct enough from L1, will likely be assimilated to L1 categories. The Prosodic Transfer Hypothesis (Gut, 2009) also predicts the retention of L1-based prosodic organization by learners until they acquire new L2 prosodic representations. The lack of vowel reduction, as illustrated by L2 items like *THOROUGH* or *HICCOUGH*, is an example of this transfer. Although clear vowel articulation may enhance segmental intelligibility, insufficient durational contrast weakens perceived fluency, especially in terms of temporal efficiency and rhythmic alternation (Derwing & Munro, 2015).

Regarding intonation, learners displayed a limited use of pitch contours and were highly biased toward falling tones. In contrast, native English speakers typically exhibit wider pitch spans and employ pitch movements for pragmatic and discourse-level functions (Cruttenden, 1997; Ladd, 2008). While specific semitone ranges vary across studies, the consensus is that English uses a broader and more flexible tonal space than Spanish. According to the L2 Intonation Learning Theory (LILT; Mennen, 2015), learners must first gain phonological control over basic contours before they can develop pragmatic control of intonation. Learners' limited use of rising or falling–rising contours, therefore, reduces their ability to signal focus, contrast, stance, or interpersonal meaning (Field, 2005). Reduced pitch variability may also influence listener perceptions of comprehensibility and engagement, factors known to affect judgments of fluency and naturalness (Derwing & Munro, 2015; Saito *et al.*, 2017). The extensive use of falling tones is consistent with transfer from Spanish, where pragmatic meanings are less frequently expressed through intonation and more commonly encoded through syntactic means (Valenzuela, 2013; Ortega-Llebaria *et al.*, 2019; Trouvain & Braun, 2020).

Aspects of prosodic transfer were examined using nuclear stress placement, where many learners were still relying on Spanish default stress patterns when producing polysyllabic words, and also frequently did not shift their nuclear stress for the purpose of contrastive focus on *MEAT*, *GREAT*, or *THREAT*. Stress is an essential marker of how information is organized and conveys pragmatic intent when speaking English (Lee, 2013), and misplaced prominence can cause miscommunication. According to the Speech Learning Model-Revised, learners do not have to

completely restructure their perceptual systems so as to be able to use English prominence clues, particularly in terms of those needed to interpret meaning based upon pragmatic use. The persistent reliance on L1 prosodic templates supports the view that suprasegmental acquisition progresses more slowly than segmental accuracy for many learners.

Overall, the evidence suggests a multifaceted and gradual path of suprasegmental development. Rhythmic patterns reflect L1 category assimilation (Flege *et al.*, 2021). Intonation patterns suggest the lack of functional learning skills (Mennen, 2015). Stress placement mistakes are evidence of the use of L1 prominence templates to create stress patterns in L2 (Gut, 2009). The development of these two aspects of prosody may not occur at the same time, reinforcing the importance of providing instruction that emphasizes both perception and pragmatic control rather than just articulation.

From a pedagogical point of view, the findings in this study indicate that explicit and evidence-based work on suprasegmental properties should be included. Perception-production training has proved to enhance the ability of vowel reduction and rhythmic control (Saito & Lyster, 2012), and focused instruction can promote pitch-range flexibility (Gordon & Darcy, 2006). Activity fostering schwa reduction, durational contrast, and affective intonation in natural language contexts could have a beneficial effect on learners' prosodic flexibility, intelligibility, and communicative success.

Finally, this study had some limitations related to its methodology. Data collected during a controlled reading task were collected under planned conditions, unlike spontaneous speech. Future research should incorporate both styles of speaking into understanding the manifestation of prosody across the various stages of real-time communication. Additionally, longitudinal studies should be conducted with larger groups to determine if there is any change in timing, pitch, and stress over time, and whether or not explicit prosody instruction speeds up these changes.

Conclusion

This research examined the prosodic features relating to Spanish-speaking students' English pronunciation through an experimental poem designed to elicit rhythm and stress-timing forms. Results showed that the way learners produced English as an L2 was significantly influenced by their Spanish (L1) prosodic system. As such, they produced a primarily syllable-timed rhythm of speech (as evident in High %V, low nPVI-V scores, and no reduced vowels in multi-syllable words) and demonstrated limited expressive variability in intonation (characterized by a reduced pitch range, prioritizing Spanish-English L1 English falling contours). Additionally, their English intonation was less effective due to limited expressive variability, consequently reducing the pragmatic effectiveness of their speech. The learners demonstrated a long-standing difficulty with the placement of nuclear stress; they regularly used penultimate stress rules from Spanish and had difficulty shifting prominence when numerous ideas were presented in a single conception (for contrastive emphasis and informational focus).

The findings indicate that learner challenges can be more than just segmental accuracy or orthographic confusion; they include subtler prosodic elements to some degree or another, which directly influence their ability to understand something (intelligibility), interpret the structure of a discourse (the way the information is grouped), and engage with the listener. Explicit instruction in using rhythm, timing, and vowel reduction; activities designed to help learners improve their pitch range; and structured practice for the purpose of marking the place of greatest emphasis (nuclear stress) for information structure and contrastive meaning are essential pedagogical interventions.

In the future, spontaneous, interactive, or conversational speech should be used to investigate how prosodic control develops in real-time communication. Longitudinal studies and pedagogical investigations could also reveal how exposure, feedback, and focused L2 training contribute to the development of the L2 prosody and reduce the influence of L1 transfer over time.

Acknowledgments

I wish to express my sincere gratitude to the University of Valencia, Spain, for providing me with the opportunity to conduct this study at its facilities. I also thank Dr. Andreea Rosca for her advice on writing this manuscript.

References

- Boersma, P., & Weenink, D. (2024). *Praat: Doing phonetics by computer* (Version 6.4.X) [Computer software]. <http://www.praat.org/>
- Brazil, D. (1997). *The communicative value of intonation in English*. Cambridge University Press.
- Carter, P. M. (2005). Quantifying rhythmic differences between Spanish, English, and Hispanic English. *Amsterdam Studies in the Theory and History of Linguistic Science: Series IV*, 272, 63–75.
- Cruttenden, A. (1997). *Intonation* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Derwing, T.M., & Munro, M. J. (2015). *Pronunciation fundamentals: Evidence-based perspectives for L2 teaching and research*. John Benjamins.
- Face, T. L. (2002). *Intonational marking of contrastive focus in Madrid Spanish*. Lincom Europa.
- Face, T. L. (2003). Intonation in Spanish declaratives: Differences between lab speech and spontaneous speech. *Catalan Journal of Linguistics*, 2, 115–131.
- Field, J. (2005). Intelligibility and the listener: The role of lexical stress. *TESOL Quarterly*, 39(3), 399–423. <https://doi.org/10.2307/3588487>
- Flege, J.E. (1995). Second language speech learning: Theory, findings, and problems. In W. Strange (Ed.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research* (233–277). York Press.
- Flege, J.E., Aoyama, K., & Bohn, O. S. (2021). The revised speech learning model (SLM-r) applied. In R. Wayland (Ed.), *Second language speech learning: Theoretical and empirical progress* (84–118). Cambridge University Press.
- Frota, S., & Prieto, P. (2015). *Intonation in Romance*. Oxford University Press.
- Goldman-Eisler, F. (1968). *Psycholinguistics: Experiments in spontaneous speech*. Academic Press.
- Gómez González, M., & Sánchez Roura, T. (2016). *English pronunciation for speakers of Spanish: From theory to practice*. De Gruyter Mouton.
- Gordon, J., & Darcy, I. (2022). Teaching segmentals and suprasegmentals: Effects of explicit pronunciation instruction on comprehensibility, fluency, and accentedness. *Journal of Second Language Pronunciation*, 8(2), 168–195.
- Gut, U. (2009). *Non-native speech: A corpus-based analysis of phonological and phonetic properties of L2 English and German* (Vol. 9). Peter Lang.
- Jenkins, J. (2000). *The phonology of English as an international language*. Oxford University Press.
- Jenkins, J., Baker, W., & Dewey, M. (Eds.). (2018). *The Routledge handbook of English as a lingua franca*. Routledge.
- Ladd, D.R. (2008). *Intonational phonology* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Laver, J. (1994). *Principles of phonetics*. Cambridge University Press.

- Lee, K. (2013). Sentence stress in information structure. *Eoneohak (Journal of the Korean Linguistic Society)*, 66, 3–30.
- Ling, L.E., Grabe, E., & Nolan, F. (2000). Quantitative characterizations of speech rhythm: Syllable-timing in Singapore English. *Language and Speech*, 43(4), 377–401.
- Mennen, I. (2007). Phonological and phonetic influences in non-native intonation. In J. Trouvain & U. Gut (Eds.), *Non-native prosody: Phonetic descriptions and teaching practice* (53–76). Mouton de Gruyter.
- Mennen, I. (2015). Beyond segments: Towards an L2 intonation learning theory. In E. Delais-Roussarie, M. Avanzi, & S. Herment (Eds.), *Prosody and language in contact* (171–188). Springer.
- Munro, M. J., Derwing, T. M., & Morton, S. L. (2006). The mutual intelligibility of L2 speech. *Studies in Second Language Acquisition*, 28(1), 111–131.
- Ortega-Llebaria, M., Olson, D.J., & Tuninetti, A. (2019). Explaining cross-language asymmetries in prosodic processing: The cue-driven window length hypothesis. *Language and Speech*, 62(4), 701–736.
- Ramus, F., Nespors, M., & Mehler, J. (1999). Correlates of linguistic rhythm in the speech signal. *Cognition*, 73(3), 265–292.
- Roach, P. (1982). On the distinction between “stress-timed” and “syllable-timed” languages. In D. Crystal (Ed.), *Linguistic controversies: Essays in linguistic theory and practice in honour of F. R. Palmer* (73–79). Edward Arnold.
- Saito, K., & Lyster, R. (2012). Investigating the pedagogical potential of recasts for L2 vowel acquisition. *TESOL Quarterly*, 46(2), 387–398.
- Saito, K., Trofimovich, P., & Isaacs, T. (2017). Using listener judgments to investigate linguistic influences on L2 comprehensibility and accentedness. *Applied Linguistics*, 38(4), 439–462.
- Stepantsova, T.A. (2013). Tempo and pause variation in American monologue: An experimental investigation. *Molodoy uchenyy (Young Scientist)*, 1(48), 237–240. <https://moluch.ru/archive/48/5993>
- Trouvain, J., & Braun, B. (2020). Sentence prosody in a second language. In C. Gussenhoven & A. Chen (Eds.), *The Oxford handbook of language prosody* (pp. 605–618). Oxford University Press.
- Valenzuela Fariás, M.G. (2013). A comparative analysis of intonation between Spanish and English speakers in tag questions, wh-questions, inverted questions, and repetition questions. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 13(4), 1061–1083.
- White, L., & Mattys, S. L. (2007). Calibrating rhythm: First language and second language studies. *Journal of Phonetics*, 35(4), 501–522.
- Wiget, L., White, L., Schuppler, B., Grenon, I., Rauch, O., & Mattys, S.L. (2010). How stable are acoustic metrics of contrastive speech rhythm? *Journal of the Acoustical Society of America*, 127(3), 1559–1569.
- Xu, Y. (2005). Speech melody as articulatorily implemented communicative functions. *Speech Communication*, 46(3–4), 220–251.
- Zubizarreta, M.L. (1998). *Prosody, focus, and word order*. MIT Press.

Ethnotranslation and Biocultural Education: Bridging Indigenous Ecological Knowledge and STEM Curricula

Etnotraducción y educación biocultural: Conectando el conocimiento ecológico indígena con los currículos STEM

Robert C. Thigpen III

Marine Conservation without Borders, 510 2nd Loop Road, Box 12193 Florence, SC 29504, Estados Unidos.

robby@marinefrontiers.org <https://orcid.org/0000-0001-9783-4228>

Recibido: 26/02/2026

Aprobado: 20/04/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10078>

Abstract

The integration of Indigenous and Creole ecological knowledge into formal STEM¹ education is essential for environmental sustainability, cultural continuity and language revitalization. This paper introduces the Ethnotranslation Model, a participatory methodology that embeds local ecological knowledge systems within science curricula by anchoring instruction in biocultural constants, shared species, landscapes, and practices that align Indigenous, Creole and Western ecological knowledge. Through collaboration with Indigenous and Creole communities, ethnotranslation becomes not only a conservation strategy but also a movement for biocultural renewal. The model dismantles linguistic and cultural barriers, affirming that all languages, regardless of speaker population, are valid vehicles for scientific discourse and for the generation of ecological knowledge. Unlike conventional approaches, the framework is regionally scalable: materials can be culturally adapted across multiple linguistic communities within a shared bioregion with little to no ecological restructuring. Ethnotranslation thus offers a replicable model for science education that strengthens literacy, cultural identity, and conservation outcomes while honoring place-based ecological knowledge.

Keywords: Ethnotranslation, Biocultural Education, Indigenous Ecological Knowledge, STEM Integration, Cultural Preservation, Mesoamerica, Caribbean

Resumen

La integración del conocimiento ecológico indígena y criollo en la educación formal en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) es esencial para la sostenibilidad ambiental, la continuidad cultural y la revitalización lingüística. Este artículo presenta la etnotraducción, una metodología participativa que integra el conocimiento de los sistemas ecológicos locales en los programas de ciencias al anclar la instrucción en constantes bioculturales, especies compartidas, paisajes y prácticas que alinean el conocimiento ecológico indígena, criollo y occidental. A través de la colaboración con comunidades indígenas y criollas, la etnotraducción se convierte no solo en una estrategia de conservación, sino también en un movimiento para la renovación biocultural. El modelo desmantela las barreras lingüísticas y culturales, afirmando que todos los idiomas, sin importar el número de hablantes, son vehículos válidos para el discurso científico y para la generación de conocimiento ecológico. A diferencia de los enfoques convencionales, este marco es escalable regionalmente: los materiales pueden adaptarse culturalmente a múltiples comunidades lingüísticas dentro de una misma bioregión con poca o ninguna reestructuración ecológica.

¹ Science, Technology, Engineering, Mathematics.

Así, la etnotraducción ofrece un modelo replicable de educación científica que fortalece la alfabetización, la identidad cultural y los resultados de conservación, al mismo tiempo que honra el conocimiento ecológico basado en el territorio.

Palabras clave: Etnotraducción, Educación biocultural, Conocimiento ecológico indígena, Integración de STEM, Preservación cultural, Mesoamérica, Caribe.

Introduction

Across the Caribbean and Latin America, Indigenous and Creole languages remain largely absent from science education. While international initiatives have promoted minority-language inclusion for decades, most notably UNESCO's 1953 *The Use of Vernacular Languages in Education*, these efforts rarely extend into STEM classrooms. Instead, such languages are often relegated to heritage or cultural programs, disconnected from scientific content. This approach preserves the past but leaves Indigenous and Creole peoples without a clear path into the future.

This exclusion undermines linguistic diversity and weakens student engagement with science. Even in majority-language classrooms, STEM education often struggles to sustain interest, resulting in poor retention and limited real-world application (OECD, 2016; Bybee, 2013). For Indigenous and Creole communities, linguistic exclusion further restricts access to scientific knowledge.

The absence of Indigenous and Creole languages in science education is striking when compared with the short evolution of Western scientific language. In Europe, early technical vocabulary emerged in ancient Greek, particularly through the writings of Aristotle (384–322 BCE), and was later systematized and transmitted through Latin, which for nearly two millennia remained the dominant medium of scholarship under Church authority (Lloyd, 1987; Harrison, 2007; Lindberg, 1992; Grafton, 1992). The seventeenth-century *Scientific Revolution* led by Francis Bacon, Galileo Galilei, and Robert Boyle gradually incorporated vernacular languages such as English, Dutch, French, Spanish, and Portuguese into scientific discourse (Dear, 2006; Goodman, 1990).

The *Enlightenment* period advanced this shift, with Carl Linnaeus's binomial nomenclature creating a Latin framework for species naming that endures today (Koerner, 1999).

Yet this so-called *Age of Reason* coincided with the Church's Inquisition, revealing a Europe that expanded scientific inquiry even as it violently policed knowledge and thought through public spectacles of punishment such as the *auto de fé* (Kamen, 1998; Grafton, 1992; Lindberg, 1992).

Meanwhile, the First Nations of *Abiyala*² (the American continents) demonstrated that Europe did not monopolize science. The Maya, for example, were astronomers, engineers, and mathematicians who independently developed the concept of zero, created precise solar calendars that still function today, and sustained large cities through advanced ecological knowledge and agroforestry (Aveni, 2001; Sharer & Traxler, 2006). Across *Abiyala*, Indigenous peoples possessed detailed vocabularies for describing environments and technologies (Cajete, 2000; Medin & Bang, 2014). Fishing, hunting, and agriculture evolved through trial and error (Battiste & Henderson, 2000; Deloria, 1997), what Western science would later call experimentation. Scientific knowledge was transmitted and refined across generations (Kimmerer, 2013; Cajete, 1994), amounting to what can only be described as a thousand generations of peer review. Ethnobiological scholarship has long documented the internal structure and classificatory rigor of Indigenous ecological knowledge systems (Puri, 2015).

Research from ethnobiology highlights the dynamic nature of Indigenous and local ecological knowledge systems, including their intergenerational transmission and interaction with scientific knowledge practices (Stepp, 2016). Ethnobiological research further demonstrates that Indigenous ecological knowledge systems are internally structured, taxonomically precise, and grounded in systematic observation and practice rather than informal or ad hoc tradition.

When Europeans arrived, Indigenous languages already had encoded sophisticated ecological and technological understanding. However, these achievements were violently suppressed.

² *Abiyala*, meaning "Land of Life" or "Mature Land" in the Guna language, is the term the Guna people use for the American continents. The designation was popularized by Aymara leader Takir Mamani, founder of the Tupaj Katari Indigenous rights movement. As the project expands across the Caribbean, Mesoamerican, and Isthmian corridors, the name *Abiyala* honors the interconnected landscapes and living cultures of the Americas, reflecting both scientific continuity and a broader cultural awakening that affirms a decolonial approach to science education.

For example, in 1562 Friar Diego de Landa of the archdioceses of the Yucatán presided over the *auto de fe* at Maní, where Maya codices, repositories of astronomical, mathematical, and ecological knowledge were burned as heretical (Restall, 1997; Clendinnen, 1987). Such destruction epitomized the broader denial of Indigenous science and the decline of local languages (Mignolo, 2003).

These contrasts reveal a foundational problem in post-contact education systems. A deep historical asymmetry between Indigenous and European languages underpins the need for *ethnotranslation*. Maya hieroglyphic writing is securely attested by 200–300 BCE (Saturno, Stuart, & Beltrán, 2006), and evidence of sophisticated Maya scientific terminology, especially in astronomy, engineering, and agriculture appears by the start of the Common Era (Aveni, 2001; Lucero, 2006). In contrast, the European vernaculars that later shaped colonial education systems entered writing much later: Old English by the 7th century CE (Hogg & Denison, 2006), Old Dutch by the 8th–9th centuries CE (Donaldson, 1983), Old French in 842 CE (Kibler, 1984), Old Spanish by ca. 950–1000 CE (Penny, 2002), and Portuguese by the late 12th century (Teyssier, 1994). Scientific registers in Europe emerge even later, only becoming standardized during the sixteenth to eighteenth centuries, culminating with Linnaean taxonomy (Lindroth, 1973).

This asymmetry was compounded by deliberate acts of epistemicide (Santos, 2014; 2018). After first contact in 1502 CE, further losses followed, including the 1562 *auto de fe* of Maní, which destroyed nearly all of the Maya written record (Restall, 1997; Sharer & Traxler, 2006). Thus, modern claims that Indigenous languages “lack scientific terms” overlook two realities: (a) Maya languages developed written scientific lexicons more than a millennium earlier than European vernaculars, and (b) much of this corpus was violently destroyed by the Church. See figure 1. *Ethnotranslation* directly addresses these historical distortions by rebuilding *Sak bejo'ob*³ for Indigenous scientific equivalence.

³ *Sak bejo* is a term for a raised, paved road built by the ancient Maya. These roads were used for practical purposes like connecting cities and ceremonial centers, as well as for social, political, and religious functions. *Sak bejo'ob* is the plural form which most closely aligns with the English term pathways.

This work is therefore both an academic intervention and an act of restitution, restoring scientific authority and linguistic legitimacy to Indigenous and Creole peoples.

The history of zero illustrates a striking asymmetry in the global circulation of scientific knowledge. Zero emerged independently in multiple knowledge systems, including Mesopotamia (as a positional placeholder), South Asia (as a formally defined number), and the Maya civilization world, where it functioned fully within calendrical, astronomical, and mathematical systems centuries before European contact (Ibrah, 2000; Kaplan, 2000; Stuart, 2011). While European languages gradually adopted both the concept and the term for zero through Arabic mediation between the eighth and sixteenth centuries (Menninger, 1969; Joseph, 2011), Maya mathematical knowledge followed a fundamentally different trajectory. By the time Europeans first encountered Maya traders in the early sixteenth century, zero had long been operational within Maya science (Coe & Van Stone, 2005); yet rather than entering global scientific exchange, this knowledge system was actively suppressed. The 1562 *Auto de Fe* of Maní, during which ecclesiastical authorities under Diego de Landa destroyed large portions of the Maya written corpus as heretical, represents not a failure of transmission but a deliberate epistemic rupture (Landa, 1566/1937; Clendinnen, 1987). The juxtaposition of European linguistic adoption of zero with the contemporaneous destruction of Maya scientific texts underscores how the development of modern scientific canons was shaped not only by diffusion and innovation, but also by selective preservation and institutionalized erasure of Indigenous knowledge systems. See Figure 2.

The Maya is only one example; diverse Indigenous civilizations across *Abiyala* developed complex scientific and technological lexicons, whether expressed in written scripts (e.g., Zapotec, Mixtec, Nahuatl) or in rigorously structured oral and record-keeping systems (e.g., Andean, Amazonian, and North American traditions) (Boone & Mignolo, 1994; Urton, 2003).

Similar dynamics shaped the ecological knowledge of Afro-descendant communities across the greater Caribbean basin. Enslaved Africans and Afro-Caribbeans developed highly sophisticated systems of agroforestry, forest navigation, and coastal resource management (Carney, 2001; Price & Price, 1999; Palacio, 2001).

Research on West African tidal irrigation, African-derived rice cultivation systems, and forest science demonstrates that Afro-descendant ecological knowledge functions as a full scientific tradition grounded in long-term observation, experimentation, and environmental adaptation (Fields-Black, 2008; Carney & Rosomoff, 2009). Like Indigenous communities, Afro-descendant peoples carried ecological and linguistic systems that were systematically devalued under colonial rule, resulting in a parallel form of epistemicide that obscured the scientific sophistication embedded in Creole and Indigenous languages.

This restitutionary effort resonates with the work of López-Maldonado, (2017; López-Maldonado et al., 2024), and with Indigenous governance scholars who emphasize that Indigenous knowledge systems must be translated and mobilized under conditions of Indigenous authority and rights-based participation (Cariño & Colchester, 2010). Together, these perspectives affirm that Indigenous observation and interpretation of ecological change constitute living scientific frameworks, aligning closely with the epistemic and pedagogical aims of ethnotranslation.

The development of this model has been shaped by years of collaboration and by the researcher's own process of unlearning and relearning what counts as science. That process began long before formal academic training. In 1997, during his first experience abroad, he lived among the Maasai and Pokot peoples of East Africa, assisting with footbridge construction and water projects. Living with families and listening to elders discuss hunting and land use shaped his earliest understanding of diverse ecological knowledge systems. Although he lacked the academic vocabulary at the time to describe what he was witnessing, the foundations of this work were being laid in the Maasai Mara and the deserts of West Pokot.

Its origins, however, go back even further. Like many of the Indigenous and Creole communities with whom the researcher now collaborates, his first lessons in ecology came not from textbooks but from relatives. In the Lowcountry of South Carolina, his Aunt Ima Lee taught him to catch his first fish, a bream (*Lepomis macrochirus*) at the age of three, an early and formative lesson in ecological understanding. His father, Bobby Thigpen, continued that informal education.

Although he would never have used the term ecology, he would simply say, “I know how to put fish in the boat.” The researcher’s family line carried deep reservoirs of rural ecological knowledge, but that transmission ended abruptly with several of his cousins, leaving him and one other cousin as the last to carry that inheritance forward.

Before entering university, the researcher’s ecological understanding had been shaped entirely through lived experience and learning from elders. Long before his first biology class, his feet had been planted firmly in the tidal rhythms, forests, and estuaries of the South Carolina Lowcountry and, later, in other ecosystems around the world. His first formal exposure to biology, an undergraduate course titled Coral Reef Ecology, did not replace these earlier ways of knowing; it illuminated them. With each additional biology course, he began to see the connections between the traditional ecological knowledge he had inherited and the principles of Western science. In time, he realized that he was standing at the nexus where multiple ways of knowing converged where experiential knowledge, Indigenous and Creole ecological perspectives, and Western scientific frameworks met. This vantage point did not diminish his original ecological grounding; it expanded it, revealing a broader landscape of understanding that carried the same charge as a child realizing that what seemed known and bounded was, in fact, expansive and still unfolding.

Although the researcher is an academic working in Indigenous and Creole regions, the content and epistemic grounding of this work derive from community knowledge keepers; his contribution lies in coordinating the academic structure needed to support and protect that knowledge, not defining it.

This way of knowing shaped the researcher’s academic trajectory. During his university studies, he began to connect the theoretical frameworks introduced in the classroom with the observational knowledge he had acquired through lived experience and fieldwork abroad. A Benjamin A. Gilman International Scholarship supported his internship with the Northern Fishermen’s Cooperative Society Ltd. in Belize City, where he conducted stable isotope analyses of the Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) food web (Creed & Thigpen, 2007) and worked directly alongside Garifuna, Kriol and Maya fishers.

From the outset, he recognized and respected the depth of their ecological knowledge, seeking to learn from it so that, he could learn how to *put fish in the boat* in the Caribbean.

That respect soon became mutual. Fishers recognized that the researcher listened to learn rather than to correct, and they began to approach him for assistance. They were aware that the fishery no longer functioned as it had when they were young and hoped he might offer insights. In turn, they invited him to sea and taught him what their grandfathers had taught them. He came to realize that their ecological knowledge was not merely parallel to what he had learned in South Carolina, it was, in many instances, identical. These patterns echoed the insights he had first encountered years earlier in East Africa, where Maasai and Pokot elders described similar relationships between people, animals, and landscape. Comparable resonances later appeared within the Maya Forest Corridor, revealing the robustness and universality of ecological knowledge systems across ecoregions and cultures. This recognition became the foundation for the *Ethnotranslation Model* described here and the *Hybridization Hypothesis of Ecological Knowledge Systems* (Thigpen, 2025).

Conversations with fishers along the Mesoamerican Barrier Reef System came naturally to the researcher. They observed the rapid changes unfolding in their waters, and he could readily understand their perspectives. The greater challenge arose in communicating this urgency to his academic advisors at *Appalachian State University*. Many lacked frameworks to engage meaningfully with local ecological knowledge, while he lacked the scholarly vocabulary to articulate what he was witnessing because it did not yet exist. At times, the experience felt akin to describing powered flight across the English Channel to the Montgolfier brothers before they had ever filled their first balloon. He was attempting to explain something that belonged to a future his mentors could not yet conceptualize, using intellectual tools and terminology that had not yet been developed.

This gap compelled the researcher to articulate a set of interrelated conceptual frameworks and theoretical constructs that now form the foundation of this series of papers.

Because the work did not fit neatly within established disciplinary categories, it was often misunderstood or constrained by inappropriate theoretical boundaries. The present article, together with the *Hybridization Hypothesis of Ecological Knowledge Systems*, represents the most formal effort to define, systematize, and situate these emerging theories and frameworks. The project as it exists today was shaped by early experiential and relational learning, fishing in the Lowcountry of South Carolina, tracking game with the Maasai and Pokot, and learning from Indigenous and Creole fishers in Belize. Together, these experiences constitute the epistemological and pedagogical foundation of the *Ethnotranslation Model*.

The *Ethnotranslation Model* aligns with international frameworks that call for recognizing Indigenous, Creole and minority languages in science and education. The United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples (UNDRIP, 2007), the Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030), and the International Decade of Indigenous Languages (2022–2032) all emphasize integrating Indigenous languages and knowledge into sustainability efforts. Similarly, the IUCN’s Target 22 identifies Indigenous and local ecological knowledge as central to biodiversity protection, while the Cartagena Convention underscores the need for regional cooperation across the wider Caribbean⁴.

Together, these frameworks affirm the relevance of the *Ethnotranslation Model* as a bridge between Indigenous, Creole, and Western science in education. By centering biocultural constants and embedding ecological knowledge in multiple languages, the model shows how culturally grounded curricula can enhance science education, revitalize endangered languages, and strengthen conservation outcomes.

⁴ Two related terms with distinct emphases are used in this paper. *Wider Caribbean* refers to all Caribbean Island nations as well as ocean front jurisdictions of Latin America that front the Caribbean Sea. *Greater Caribbean Basin* is used in the same broad geographic sense but include linguistic and cultural communities living within the inland river basins of Latin America whose waters ultimately flow into the Caribbean Sea.

Methods

The *Hybridization Hypothesis* framework underpins the *Ethnotranslation Model*. It asserts that the integration of Western science and traditional ecological knowledge (TEK) should not be treated as separate or competing systems, but rather as complementary traditions capable of co-producing ecological knowledge and educational content that is both culturally grounded and scientifically rigorous (Thigpen, 2025). The framework presented here guides the application of this model across diverse linguistic and ecological contexts, enabling materials to remain interoperable among multiple linguistic groups within shared ecoregions while allowing for culturally specific articulation in each language community.

Relational Learning

Before detailing specific data sources and collection procedures, it is necessary to clarify the epistemic and ethical orientation that guided how knowledge was generated, interpreted, and translated throughout this research.

The methodological approach employed in this research is best described as *relational learning*, a process through which knowledge is acquired through sustained, reciprocal relationships rather than through extractive data collection or formal interviewing alone. Relational learning centers listening, shared time, trust-building, and iterative dialogue, positioning the researcher primarily as a learner accountable to community-defined relational norms and ethical obligations. This approach was employed consistently across the long-term research program that informed both the present study and the earlier formulation of the *Hybridization Hypothesis of Ecological Knowledge Systems* (Thigpen, 2025).

Although developed independently, this relational learning approach converges closely with the Maya epistemic practice of *Tsikbal* (Castillo Cocom *et al.*, 2015). *Tsikbal* is a culturally governed form of dialogic exchange through which knowledge is shared, refined, and transmitted relationally over time, emphasizing reciprocity, respect, and collective sense-making.

The convergence between *relational learning* and *Tsikbal* lies not in methodological derivation, but in a shared relational logic: knowledge emerges through dialogue, lived experience, and responsibility to community rather than through individual extraction or ownership.

This convergence was independently recognized during the review of Hilario Poot Cahun's master's thesis, *Educación ambiental intercultural: desarrollo y pilotaje de libros en lengua maya para niños de primaria indígena en Quintana Roo* (Poot Cahun, 2025), which was deeply grounded in the same long-term relational learning methods that informed the *Hybridization Hypothesis*. During the thesis review process, his advisor, Angel Abraham Ucan Dzul, M.Ed., an Indigenous scholar familiar with Maya epistemological traditions, identified strong parallels between the methods described in the thesis and *Tsikbal* as articulated in the literature and suggested that the *Tsikbal* framework be cited. Following discussion, Poot Cahun and this researcher agreed. This unsolicited recognition by Indigenous scholars provided important external affirmation that the relational learning methods employed over time were epistemically aligned with Indigenous dialogic traditions, despite having been developed independently.

This convergence proved critical to the success of the ethnotranslation process. Because ecological knowledge was received through relational learning rather than elicited through formalized data-gathering, scientific concepts could be re-articulated through dialogue and shared ecological reference points, enabling translation practices that respected epistemic sovereignty and linguistic integrity.

Data Sources and Collection Methods

Empirical evidence for this study is drawn from five interrelated sources:

- **Curriculum Piloting.** STEM Plus⁵ materials were developed and tested in multiple classrooms, including a two-year pilot study in six Indigenous Maya primary schools in

⁵ STEM Plus refers to an expanded model of Science, Technology, Engineering, and Mathematics education that integrates language, culture, and local ecological knowledge into STEM instruction. The model emphasizes biocultural and multilingual learning, allowing students to engage scientific concepts through their own linguistic and cultural frameworks while strengthening literacy, identity, and environmental stewardship.

Quintana Roo, México (Poot Cahun, 2025), and smaller-scale trials in Kriol and Mopán-speaking classrooms in Belize (Thigpen, 2025). These pilot sites served simultaneously as implementation contexts and observation settings for real-time refinement.

- **Collaborative Design and Cultural Validation.** Materials were co-developed and reviewed with Indigenous and Creole knowledge keepers, who contributed insights, adapted scientific terms into local frameworks, and guided linguistic decisions such as transliteration or the creation of neologisms. These processes were documented through field notes and iterative feedback cycles. Comparable participatory methodologies appear in López-Maldonado's (2017) cenote-conservation research in Yucatán, where local categories of water and place guided both data collection and scientific interpretation, exemplifying co-production between Indigenous and Western frameworks.
- **Comparative Literature Review and Scientific Collaboration.** Before finalizing and printing, draft materials were systematically compared with existing academic and scientific literature to ensure accuracy and alignment with current ecological research. In addition, Thigpen developed the original content in collaboration with biologists primarily from the Global South, who had experience working with and respecting Indigenous and Creole peoples. This dual process of scholarly review and scientific partnership provided an added layer of rigor and cultural accountability. None of the original content was created for either Quintana Roo nor a Maya audience.
- **Community Testimonials and Observational Feedback.** Formal and informal interviews, parent and teacher testimonies, and classroom reflections captured changes in student engagement, identity affirmation, and environmental awareness. These qualitative accounts such as a mother's observation that her son began insisting on speaking only Maya at home functioned as embedded data guiding model development (Thigpen 2025).
- **Embedded Quantitative Data.** Although primarily qualitative, the study incorporates quantitative findings from the formal evaluation conducted by Hilario Poot Cahun (2025) as part of his master's thesis research. This two-year case study employed a mixed-methods design to assess student outcomes in six Maya primary schools. Key quantitative indicators included:

- Increased frequency of Maya language use at home (based on surveys and parent reports).
- Improved student environmental knowledge (pre- and post-assessments).
- Documented gains in classroom engagement and teacher-reported participation.
- Adoption of bilingual instructional strategies by educators in response to improved student fluency.

These case study data were analyzed descriptively and triangulated with qualitative testimonies, providing classroom-grounded validation of the model.

This blended methodology reflects the principles of epistemological pluralism by prioritizing community perspectives, linguistic equity, and ecological relevance, consistent with rights-based approaches to Indigenous knowledge governance that caution against extractive translation practices (Cariño, 2012). It replaces extractive data collection with collaborative approaches rooted in knowledge co-production, linguistic continuity, and curriculum development aligned with UNDRIP, the UNESCO Decade of Indigenous Languages, and the IUCN's Target 22 on Indigenous ecological knowledge. By bridging biological, linguistic, and educational approaches, the *Ethnotranslation Model* combines participatory curriculum design with both narrative evidence and measurable indicators of classroom transformation. In doing so, the model demonstrates theoretical robustness for the sciences, rights-based relevance for policy, and practical validity for educational practice positioning it for regional scalability.

Central Hypothesis

The integration of Indigenous, Creole, and Western ecological knowledge through *biocultural constants* and collaborative *ethnotranslation* produces multilingual STEM Plus materials that are academically robust, culturally relevant, and regionally scalable.

Research Questions

- How can science education be made culturally and linguistically relevant for Indigenous and Creole communities while maintaining scientific accuracy?

- What role do biocultural constants; shared species, ecosystems, and ecological relationships play in aligning Western science with traditional ecological knowledge systems?
- How can transliteration and other adaptation strategies support the effective use of Indigenous and Creole languages in STEM education?
- In what ways do collaboration with local knowledge keepers enhance the accuracy and cultural resonance of these curricula?
- Can *ethnotranslated* materials be adapted across multiple linguistic communities within shared ecoregions without ecological restructuring?
- What impacts do these materials have on students' language use, cultural identity, environmental awareness, and classroom engagement?
- How can the *ethnotranslation* model support international frameworks such as UNDRIP, SDG's, the UNESCO Decade of Indigenous Languages, the IUCN Target 20, and the Cartagena Convention?
- What institutional or political challenges arise in implementing a multilingual, community-guided, rights-based framework, and how can they be addressed?

Hybridization Hypothesis

Central to ethnotranslation is the Hybridization Hypothesis of Ecological Knowledge Systems, which views Western science and traditional ecological knowledge (TEK) as complementary, mutually enriching systems rather than competing ones (Thigpen, 2025). Building on Aikenhead and Ogawa's (2007) concept of cultural border crossing, the Hybridization Hypothesis emphasizes biocultural constants as the foundation for co-produced, locally grounded content. This relationship between language, culture, and biodiversity parallels the findings of Loh and Harmon

(2005), who demonstrated that linguistic diversity closely mirrors species richness across ecoregions, a pattern that underpins the concept of biocultural constants.

The ethnotranslation framework also underscores the importance of pedagogy: teaching must not merely prepare students to cross epistemological borders as described by Aikenhead and Ogawa (2007) but must instead build a bridge between ecological knowledge systems and then teach on that bridge. This bridge allows teachers and students to operate from both epistemic realms at once, rather than leaving one behind to enter the other. Crucially, the ethnotranslation model does not attempt to crowd every linguistic group in an ecoregion onto a single bridge. Instead, it uses biocultural constants to build a system of bridges for these linguistic and cultural communities, ensuring that learning remains rooted in local epistemologies rather than forcing diverse peoples into a homogenized pedagogical space.

In practice, this means creating learning environments where students move confidently between worldviews, strengthening both cultural identity and scientific literacy without subordinating Indigenous or Creole systems of thought.

Afro-descendant ecological knowledge further demonstrates the need for hybridized pedagogies. Studies of Afro-descendant agroforestry, African-derived ecological systems, Garifuna fisheries, and Kriol coastal navigation show that African diaspora communities developed ecological sciences that parallel Indigenous knowledge systems and often converge with Western biology at the level of applied practice (Moberg, 1997; Carney & Rosomoff, 2009; Bilby, 2005).

Incorporating these knowledge systems through ethnotranslation is essential for regions like the Caribbean, where Indigenous, Creole, and Afro-descendant ecological traditions coexist and collectively inform conservation and climate resilience.

This approach is grounded in the principle of epistemological pluralism, recognizing multiple valid ways of knowing as essential for fostering scientific literacy, cultural continuity, and ecological stewardship. Emerging through participatory curriculum development with Indigenous and coastal communities in Latin America and the Caribbean, the *Hybridization Hypothesis* (Thigpen 2025) has since informed the design of STEM Plus educational materials. These blend Western biological frameworks with Indigenous languages and place-based ecological knowledge

delivered in local contexts. The model also provides a practical framework for education ministries and language policy agencies seeking to integrate Indigenous and Creole language and knowledge into national curricula. Its effectiveness was validated in Maya-speaking primary schools in Quintana Roo, México, through Hilario Poot Cahun's (2025) master's thesis, which documented classroom outcomes.

López-Maldonado and Berkes (2017) document similar epistemological integration within Maya groundwater governance, showing that Indigenous cenote management operates simultaneously as cultural practice and applied ecological science. Their findings illustrate that hybridized ecological reasoning is already embedded in regional governance systems, providing an empirical parallel to the framework advanced here.

Furthermore, the *Hybridization Hypothesis* challenges deficit narratives about non-dominant languages by embedding Indigenous and Creole languages at the core of science instruction and elevating them as tools for both scientific inquiry and conservation (Thigpen, 2025). This perspective is consistent with the goals of the *United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples* (UNDRIP, 2007), the *Charter on Language Policy and Language Rights in the Creole-Speaking Caribbean* (ICCLR, 2011), the *UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development* (2021–2030), and the *UN Decade of Indigenous Languages* (2022–2032).

The development of STEM Plus educational materials follows a two-phase, multi-step *ethnotranslation* methodology designed to ensure both scientific accuracy and cultural relevance:

Phase I – Biocultural Content and Curricula

1. Development of Biocultural Content

- In the initial stage, collaboration focuses on biologists and ecologists who specialize in the targeted ecoregion's species and ecosystems and who respect local ecological knowledge systems.

- The principal investigator (PI) and these local biologists will already have a working knowledge of the flora and fauna that inhabit the area, and in some cases even an understanding of which species are most meaningful to the local community. Using species range maps and the IUCN Red List (International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2024), they determine initial priority species for educational content.
- Only one or two themes should be developed prior to working directly with local knowledge keepers. These themes should center on charismatic or keystone species that provide strong ecological anchors and resonate across communities.
- As content is created, careful attention is given to the identification and incorporation of *biocultural constants*, shared species, ecosystems, and cultural practices that align Western and local ecological knowledge.
- It is valuable, though not required, to involve local knowledge keepers during this phase. Collaboration may not always be practical at this stage for logistical or institutional reasons, but, when possible, their participation strengthens cultural relevance and ecological accuracy. However, the involvement of local knowledge keepers is paramount in Phase II.

2. Biocultural Curricula

- The selected themes are then reorganized into age-appropriate curricula, tailored to specific grade levels and aligned with the ecological context of the ecoregion, biome, or species range.
- Translation documents (trad docs) are prepared to share with the community.

Phase I is preparatory in nature, laying the scientific and curricular foundation for later collaboration with knowledge keepers, communities, and educators in Phase II, when full cultural and linguistic integration takes place. It also provides the PI with a practical example of locally resonant ecological content to begin direct collaboration with knowledge keepers and local *ethnotranslators* to initiate the rearticulation of materials for community use.

Through this process, the materials are made ready for knowledge keepers and linguists to begin the second phase of *ethnotranslation*, reframing ecological concepts through the linguistic,

metaphorical, epistemic, pedagogical, and cultural structures familiar to local communities, ensuring that the outcome is not merely a translation but a cultural and epistemic re-articulation of conservation education without changing the underlying ecological concepts. This sets the stage for direct and ongoing consultation with the local community as new content is developed in Phase II.

This iterative, community-led process reflects global best practice in biocultural education. Maffi and Woodley's *Global Sourcebook on Biocultural Diversity Conservation* (2010) shows that when local communities lead the integration of their languages, values, and ecological knowledge into pedagogical materials, outcomes are stronger. Their worldwide survey found that curricula co-developed with Indigenous communities and rooted in linguistic and ecological realities foster both biodiversity protection and cultural resilience. This conclusion parallels the ethnotranslation process, which begins with community engagement and culminates in culturally grounded, scientifically rigorous content.

Special attention is also given to respecting Indigenous rights to language, cultural expression, and participatory decision-making, as outlined in frameworks such as UNDRIP (United Nations, 2007).

In practice, the methodology supports the documentation and revitalization of minority languages by requiring the generation, standardization, and use of ecological terminology often absent from formal Indigenous education.

Unlike initiatives that focus on a single Indigenous or Creole linguistic group, the *Ethnotranslation Model* is designed for adaptation across multiple linguistic communities within shared ecological zones. By anchoring STEM content in biocultural constants, recurring species, landscapes, and ecological relationships, STEM Plus materials remain scientifically grounded and ecologically meaningful across bioregions. This interoperability allows content to be reused, recontextualized, and collaboratively refined for different linguistic groups with minimal ecological restructuring.

For instance, materials developed for Yucatec Maya speakers in Quintana Roo can be adapted for Mopán or Kriol speakers in Belize, or for Miskito communities in Honduras, with careful linguistic and cultural validation.

This scalable, pluralistic model sets *ethnotranslation* apart from more narrowly focused language inclusion projects. It enables a coordinated, multilingual approach to conservation education across regions such as the wider Caribbean and Latin America, where ecological continuity transcends national and linguistic boundaries.

Although the process centers on linguistic and cultural adaptation for Indigenous and Creole communities, it also strengthens environmental learning among dominant-language speakers. When STEM Plus materials are made available in Spanish, English, or other widely spoken languages, they introduce all learners regardless of heritage to locally grounded ecological content. Designed with an emphasis on sustainability, these materials foster both conservation awareness and community engagement.

The Role of Biocultural Constants and Local Ecological Knowledge Systems

Biocultural constants, shared ecological and cultural features that remain consistent across linguistic and cultural communities play a crucial role in bridging Western science with Indigenous and Creole ecological knowledge systems (Thigpen, 2025). Recognition of biocultural constants strengthens ecological understanding and supports conservation efforts.

One example is the parallel ecological knowledge developed by Indigenous and Creole communities regarding the Caribbean red snapper (*Lutjanus purpureus*), the West Indian manatee (*Trichechus manatus*), and the military macaw (*Ara militaris*). Because these species inhabit ecosystems spanning multiple countries, local communities have generated distinct yet overlapping knowledge that often converges (Toledo & Barrera-Bassols, 2008), underscoring the robustness of *biocultural constants* in ecological understanding (Thigpen, 2025).

This pattern echoes broader research showing that co-evolved relationships among language, ecological practice, and biodiversity are central to ecosystem resilience (Maffi, 2007), and supports Maffi's (2002) argument that conservation must address both biodiversity and the vitality of local languages.

The invasion of lionfish (*Pterois* spp.) further illustrates the importance of multilingual conservation. Its rapid spread across the Caribbean has disrupted fisheries in many linguistic and cultural communities. Despite limited direct communication, fishers' ecological observations and responses have often aligned, reinforcing the role of *biocultural constants* in shaping shared conservation practices.

The researcher's curiosity about community-based ecological knowledge began well before his entry into academia. In 1997, he lived among the Maasai and Pokot in Kenya, assisting with footbridge construction and drilling boreholes to provide clean drinking water. He lived alone within these communities, staying in traditional homes made of cow dung and mud, and was often the only non-African present. Community members later recalled his willingness to live as they lived, sharing their food, learning their languages, and listening with respect.

What left the deepest impression on the researcher was living with families and learning through participation. Whenever elders spoke about hunting, or development priorities, he listened closely, absorbing knowledge passed down through generations, knowledge that reached back to the time when the earliest hominids traversed the same paths he walked each day. At the time, he regarded these exchanges as the privilege of being welcomed into another way of knowing, without yet recognizing their pedagogical or academic significance.

Years later, while researching the Indigenous and Creole lobster fishery of the western Caribbean, he came to appreciate the value of those early lessons. They provided a reference point for understanding how ecological knowledge is situated, inherited, and applied within multilingual, resource-dependent communities. That experience continues to shape the participatory, language-conscious pedagogy he brings to both research and education today.

This shift in approach led to the development of the *Ethnotranslation Model* introduced here. The concept is inspired by *etnoeducación*, as expressed by the Wayuu⁶ people of Colombia and Venezuela. *Etnoeducación* is an educational model that enables the Wayuu to engage with Western educational frameworks while maintaining cultural autonomy. It is at once a pedagogical strategy and a form of resistance, safeguarding cosmological beliefs and practices against external imposition and asserting the Wayuu people's right to define their own educational path (Botero, 2015; Sánchez Castellón, 2020).

Building on this premise, the *Ethnotranslation Model* was developed as a methodology for producing educational materials that honor native ecological knowledge systems while incorporating contemporary ecological science. Unlike conventional translation models, ethnotranslation first adapts scientific concepts to the cultural context and then translates them into local languages in ways that align with community worldviews, norms, and ecological understandings.

This positions local languages not merely as vehicles of translation but as epistemological infrastructures, pedagogical systems through which ecological knowledge is generated, organized, transmitted, and renewed across generations.

Ethnotranslation also complements the *Hybridization Hypothesis of Ecological Knowledge Systems*, which emphasizes epistemological integration across linguistic and cultural domains (Thigpen, 2025). This framework aligns with studies indicating that transliteration in scientific education can facilitate conceptual comprehension and reduce cognitive load among young learners, thereby promoting familiarity with scientific discourse while preserving the linguistic integrity and pedagogical capacity of each language (Grami, 2019). As Aminta Peláez Guariyu, a Wayuu collaborator, told the researcher, this work “*demonstrates that my language is equal to all other languages.*” Her words encapsulate the central aim of biocultural education: to affirm the

⁶ The Wayuu are a matrilineal society native to the Guajira Peninsula of northern Colombia and northwestern Venezuela. They have long resisted Western ideological influence and consider Marine Conservation without Borders as their ally (Thigpen et al 2017).

equal epistemic value of all languages and knowledge systems in shaping ecological understanding and stewardship.

Phase II – Translation, Adaptation, and Pedagogical Integration

Building on the preparatory work of Phase I, Phase II shifts to community-guided processes where ecological content is rearticulated through collaboration with local knowledge keepers, linguists, and educators.

1. Translation and Cultural Adaptation

- **Trad Docs** prepared in Phase I are shared with knowledge keepers, who review the content and identify any ecological details the biologists may have missed. Their experience-based opinions are respected, and suggested additions are recorded in both the local language and the majority language column of the trad doc so the biologists can learn from these amendments in order to generate more robust content in the future.
- Scientific concepts are then reframed through linguistic, metaphorical, epistemological, pedagogical, and cultural structures familiar to local communities, ensuring accuracy while embedding knowledge in culturally meaningful forms with minimal or no ecological restructuring.
- Each chapter includes images of the focal species, drawn from across its geographic range to demonstrate that the ecological theme is not just a local issue but part of a broader conservation challenge. At the same time, local images are prioritized, including photos of community members engaging in activities directly connected to the chapter's theme so the material remains grounded in local realities.
- Each chapter also incorporates discussion of climate change and its effects on the focal species or ecosystem, helping students understand how global environmental shifts are expressed in local contexts.

2. Community Review and Refinement

- Draft materials are piloted in classrooms and community workshops with students, teachers, elders, and parents.
- Feedback is incorporated through iterative revisions to improve clarity, engagement, and cultural authenticity.

3. Educational Implementation and Pedagogical Training

- Finalized materials are integrated into formal curricula at the appropriate grade levels.
- Educators receive training in culturally relevant and linguistically inclusive pedagogy, equipping them to use both Western scientific frameworks and Indigenous / Creole ecological knowledge as coequal sources of insight⁷.
- Phase II represents the full enactment of ethnotranslation: ecological concepts are re-articulated in forms that are scientifically rigorous, culturally resonant, and pedagogically effective, without altering the underlying ecological concepts. The process produces hybridized texts where Western and local ecological knowledge systems remain visible yet interdependent, creating conservation education that is both inclusive and ecologically grounded. From this point forward, the PI continues to consult directly with the local community as new content is developed, ensuring that subsequent materials remain rooted in both scientific integrity and cultural legitimacy.

The *Ethnotranslation Model* emphasizes participatory collaboration with Indigenous and Creole knowledge keepers, reflecting the rights to cultural autonomy, education in Indigenous and Creole languages, and protection of traditional knowledge systems outlined in UNDRIP (United Nations,

⁷ Marine Conservation without Borders is leading an effort with *la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo* to develop university-level classes that prepare Maya student teachers to use these materials, as well as modules for teacher recertification programs. The goal is not only to prepare the Maya student teachers of tomorrow but also to design classes that can be exported to other universities and linguistic communities, and perhaps even to develop graduate programs that train Maya and other linguistic communities to develop their own materials.

2007). Rather than imposing Western ideologies, *ethnotranslation* seeks to avoid the risk long present in science education of functioning as a subtle form of colonialism when the breadth and depth of Western science are prioritized at the expense of local systems of ecological knowledge.

This approach follows Franz Boas' theory of *Cultural Relativism* (1887), which holds that each culture should be understood in its own context. By grounding concepts in ecological, cultural, and linguistic frameworks before translation, *ethnotranslation* ensures that scientific knowledge is introduced in ways that respect cultural integrity.

Transliteration is central to ethnotranslation, making scientific terms both recognizable and accessible to Indigenous and Creole speakers. It preserves scientific accuracy while honoring linguistic and cultural diversity. Direct translation is often infeasible because many Indigenous languages lack equivalents, and neologisms can be cumbersome for young learners (see Table 1). By contrast, transliteration adapts terms to local phonetic structures while maintaining their original scientific meaning.

For example, in STEM Plus materials the term *ecosystem* has been rendered as *pachkuxtal* in Mopán (Thigpen et al., 2021), *sukua'ipa mmapakat* in Wayuu (Thigpen et al., 2018), and *dí sangkaka karak balna ûkana* in Ulwa (Thigpen et al., 2020). These translations are accurate but unwieldy and diverge from the terminology used in university-level biology (Grami, 2019). Transliteration, by contrast, provides standardized scientific terms in forms compatible with local orthographies, enabling students to access global ecological concepts while maintaining cultural relevance (see Table 2).

Although not a longstanding convention in Indigenous linguistic traditions, transliteration has long shaped Western scientific vocabulary. Terms like *ecosystem* or *carbon dioxide* derive from Latin and have been localized across European vernaculars according to their orthographies. Not all concepts are best transliterated, however. The term *riparian zone*, for instance, is often translated, producing *zona ribereña* in Spanish or *Uferzone* in German. Many Indigenous languages also contain precise equivalents rooted in local ecological knowledge; in Maya Yucateco, *U jáal ja'* describes riparian areas, showing how traditional ecological knowledge can at times provide more

appropriate terms than transliteration, offering students culturally grounded vocabulary that deepens both linguistic and ecological learning.

In practice, a teacher might introduce both the traditional Maya Yucateco term *U jaal ja'* for riparian areas and the transliterated term *riparian zone*. Students first discuss the local term in their own language, grounding the concept in familiar ecological knowledge. The teacher then presents the transliterated term, showing how it connects to regional and global scientific discourse. By using both, students build ecological understanding while gaining academic vocabulary, strengthening confidence in their mother tongue alongside preparation for higher education.

Within ethnotranslation, retaining robust local terms is paramount. Transliteration is most valuable when no equivalent exists, as it allows learners to engage with standardized scientific terminology while preserving linguistic integrity.

It also helps students transition into higher education by fostering familiarity with both their mother tongue and the dominant academic language. In this way, transliteration functions as a pedagogical bridge, advancing linguistic and educational equity for Indigenous and Creole learners.

At the same time, some communities may be cautious about adopting transliterated terms. For this reason, transliteration should be encouraged but never imposed; communities must retain full agency in deciding whether to incorporate such terms.

Information and Communication Technology (ICT) Translation as a Bounded Component of the Ethnotranslation Model

As Indigenous and minoritized languages continue to evolve, new lexical items will inevitably emerge, including terms that are not strictly scientific in origin but are nonetheless required for participation in contemporary social, institutional, and informational contexts. The development of such terms should be guided not only by linguistic accuracy but also by considerations of cognitive load and pedagogical efficiency. In some cases, neologisms generated through formal linguistic processes may result in expressions that are excessively long, difficult to pronounce, or cumbersome for routine use, thereby increasing cognitive load without corresponding conceptual

benefit. In these instances, we recommend approaches similar to those described by Nelsy Rubí Cituk Poot (2015), a Maya woman and Maya-language scholar, whose research focuses specifically on neologism creation in Yucatec Maya within the ICT semantic field. Such strategies recognize that linguistic elegance and pedagogical effectiveness do not always align with maximal structural transparency, and that iterative refinement is both expected and desirable in living languages.

Within the *Ethnotranslation Model*, ICT-related neologism development follows a bounded, iterative procedure adapted from Cituk Poot's (2015) ICT-focused methodology.

This process begins with the identification of lexical gaps arising from everyday technological use, followed by the generation of candidate terms using internal morphological and semantic resources of Yucatec Maya. Candidate forms are evaluated not only for structural legitimacy but also for usability criteria, including length, pronounceability, and ease of incorporation into instructional and conversational contexts. Candidate terms are provisionally retained, revised, or discarded based on speaker consensus regarding communicative efficiency and perceived naturalness of use within ICT contexts. Where initial forms impose excessive cognitive or articulatory burden, iterative refinement is undertaken through consultation and community-based validation, allowing for simplification, semantic adjustment, or alternative constructions while preserving conceptual integrity. Acceptance is determined through collective speaker feedback rather than prescriptive standardization, ensuring that adopted terms reflect actual communicative preferences within the ICT domain as documented by Cituk Poot (2015).

By retaining Cituk Poot's methodology strictly within the ICT domain for which it was designed, the *Ethnotranslation Model* respects both methodological boundaries and Indigenous scholarly authorship, avoiding inappropriate extension of a domain-specific linguistic process into ecological and biological contexts where different knowledge relations and translation criteria apply.

Linguistic Provenance and the Treatment of Proper Nouns

A related consideration concerns the treatment of proper nouns. This project recommends that proper nouns be spelled according to the orthographic conventions of their language of origin, rather than being respelled to conform to the preferred orthography of a target or dominant language. The common practice in Western languages of altering the spelling of proper nouns (e.g., in English: Panamá is rendered as Panama, México is rendered as Mexico) provides little pedagogical benefit while potentially increasing cognitive load and diminishing respect for linguistic provenance.

Such practices are therefore discouraged within the *Ethnotranslation Model*. Maintaining original orthography for proper nouns supports linguistic integrity, reinforces cross-linguistic awareness, and better prepares learners to access global information systems without requiring unnecessary relearning or orthographic adjustment.

This principle also extends to institutional and organizational names, though with additional pedagogical caution. For example, the name of the research organization Marine Conservation without Borders is rendered in Yucatec Maya as *Kanan K'áak'náab Ma' Su'up'il*. According to personnel from the *Secretaría de Educación de Quintana Roo* (SEQ) participating in the project, this form proved difficult for many children to pronounce and increased cognitive load with little immediate instructional benefit. This observation underscores the importance of context-sensitive decision-making: while early exposure to properly rendered multilingual proper nouns can support long-term familiarity and prepare learners to navigate global information systems, such exposure must be developmentally appropriate and introduced gradually. Within the *Ethnotranslation Model*, fidelity to linguistic provenance is therefore balanced with learner readiness, ensuring that respect for linguistic plurality does not inadvertently impede comprehension or engagement.

BASE jumping [*Salto BASE*] illustrates the importance of engaging Indigenous and Creole knowledge keepers when working with specialized terminology. BASE jumping is a sport in which participants use parachutes to jump from fixed objects such as **B**uildings, **A**ntennae, **S**pans [bridges], and **E**arth objects [cliffs] (Boenish, 1984).

To illustrate the complexity of specialized language, consider a statement the researcher once made to fellow skydivers after a trip to West Virginia: “*It’s an 8.8-second rock drop. I used a Hewitt rig and did a solid 7 before I dumped.*”

To non-BASE jumpers, this statement would likely be opaque or even alarming, yet within the context of the sport it conveys specific technical information understood only by those fluent in that community’s terminology.

- In BASE jumping vernacular, an **8.8-second rock drop** refers to the height of the New River Gorge Bridge in Fayetteville, West Virginia (approximately 876 feet or 267 meters). During the golden age of BASE jumping, participants lacked instruments capable of measuring such short freefall distances. To estimate height, BASE jumpers would drop a rock and count the seconds until impact, a simple yet remarkably consistent method for gauging distance.
- **Hewitt rig** specifies that the researchers BASE container was a Wizard designed by Mark Hewitt.
- **Solid 7** means seven full seconds of freefall before initiating the deployment sequence.
- **Dumped** denotes initiating deployment sequence less than two seconds prior to impact.

This example shows how specialized knowledge is densely encoded within community-specific language (Pierotti & Wildcat, 2000). In the same way, Kriol and Garifuna fishers use precise terms for seasonal currents, fish migration, or mangrove conditions, intelligible only to those immersed in those systems (Thigpen, 2025; Palacio, 2001). Similarly, Maya chicleros developed highly specific vocabularies for forest conditions, tree health, and resin flow, knowledge essential for sustainably harvesting *Manilkara zapota* latex (Rubin & Jones, 1944; Ticktin, T. (2004). Across both marine and terrestrial domains, such linguistic precision reflects ecological expertise embedded in lived experience.

Collaboration with native knowledge keepers is central to ethnotranslation, ensuring that educational materials reflect community cultural and ecological knowledge. These partnerships rely on dialogue and participatory engagement, where Indigenous experts contribute insights into

ecological practice, cultural context, and language use. Evidence from the researchers' recent projects shows that when knowledge keepers are directly involved in curriculum development, students not only gain deeper environmental understanding but also strengthen their cultural identity (Thigpen 2025; Poot Cahun, 2025).

The Role of Binomial Nomenclature

A key aspect of ethnotranslation is incorporating binomial nomenclature into primary school materials. This Latinized system of naming species (Linnaeus, 1758) provides a universal reference for biodiversity. While Indigenous languages contain unique common names, aligning them with binomial nomenclature allows students to join global scientific conversations without losing connection to their linguistic heritage.

Teaching scientific names alongside local terms enables students to see classification in both scientific and Indigenous contexts. In this way, binomial nomenclature becomes a bridge between local ecological knowledge and formal biology, preparing Indigenous and Creole learners for advanced studies while preserving the integrity of their own linguistic and ecological classification systems.

For example, the collared peccary is *Kitam* (*Pecari tajacu*) in Yucatec Maya and *Pikayri* (*Pecari tajacu*) in Belizean Kriol. The Yucatan black howler monkey is *Ba'ats'* (*Alouatta pigra*) in Maya and *Baaboon* (*Alouatta pigra*) in Belizean Kriol. Such examples show how binomial nomenclature complements, rather than displaces culturally embedded taxonomies.

To help learners bridge these systems, prototype STEM Plus materials included an age-appropriate introduction to binomial nomenclature authored by Anna J. Phillips, Ph.D., of the Smithsonian's National Museum of Natural History. This integration of expert-authored content into locally adapted curricula highlights the collaborative nature of ethnotranslation.

In Belize, mangrove education materials were refined with direct input from Kriol and Mopán speakers, while in Quintana Roo, Maya knowledge keepers shaped biological terminology to reflect traditional ecosystem understandings. These collaborations demonstrate that Indigenous

expertise is not supplementary but essential for creating effective, inclusive, and culturally resonant educational resources (Poot Cahun, 2025; Thigpen, 2025).

Results

Case Study: Maya Language Education in Quintana Roo, Mexico

A two-year case study in six Indigenous primary schools in the state of Quintana Roo, Mexico evaluated the impact of *ethnotranslated* biology materials in Maya Yucateco (Poot Cahun, 2025). Developed under the editorial guidance of Thigpen within the *STEM Plus* initiative, these materials drew on authors primarily from the *Global South* and were grounded in the *ethnotranslation* framework, *Biocultural Constants*, and the *Hybridization Hypothesis of Ecological Knowledge Systems* (Thigpen, 2025). In the final stage, two books were *ethnotranslated* into Yucatec Maya by Hilario Poot Cahun. Although not originally created for Quintana Roo, their successful use demonstrated the portability of both the methodology and its theoretical foundation. Early outcomes were first discussed in Thigpen (2025), which drew on multilingual mangrove prototypes as the basis for the Maya curriculum piloted here.

Fieldwork was conducted under a tripartite research agreement among Marine Conservation without Borders (MCB), *la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo* (UIMQROO), and the *Departamento de Educación Indígena de los Servicios Educativos de Quintana Roo* (SEQ). Thigpen served as project leader. As the implementing partner, MCB held responsibility for site access authorization and maintained a duty of care toward participating Indigenous primary school and university students, in accordance with its obligations under Mexican research agreements.

All data collected in this case study were used exclusively to support Hilario Poot Cahun's master's thesis project at UIMQROO and remain under his authorship and MCB's supervision.

The study found:

- Stronger cultural and linguistic identity, with students choosing to speak Maya at home (Poot Cahun, 2025).
-

- Greater environmental awareness, including increased responsibility for waste reduction and conservation (Poot Cahun, 2025).
- Bilingual teaching adaptations, as educators adjusted strategies for varying levels of Maya and Spanish fluency (Poot Cahun, 2025).
- Higher student engagement, as learners connected more deeply with content reflecting their ecological and linguistic heritage (Poot Cahun, 2025).
- These findings parallel results from smaller-scale studies in Belize, where Kriol and Mopán materials likewise improved student engagement and comprehension (Thigpen, 2025).

The depth of this impact is best expressed in the words of a parent. A mother from La Esperanza reflected: “Well, after the classes my son started speaking Maya. It was strange because he usually spoke Spanish, but now he tells me not to speak to him in Spanish. ‘Speak to me in Maya,’ he says. If I speak to him in Spanish, he scolds me. He only wants me to speak to him in Maya.” (Anonymous parent, La Esperanza)

Hilario Poot Cahun’s thesis project directly reached 96 Maya students in Indigenous primary schools, along with their families, 12 Maya research assistants at UIMQROO, and 6 primary school teachers. These figures show both the scale of the pilot study and its intergenerational reach.

Findings from the Quintana Roo case study validate the *Ethnotranslation Model*. Culturally grounded education extended learning beyond the classroom, strengthening Maya language use at home and encouraging conservation behaviors such as waste reduction. Teachers adopted bilingual strategies to address fluency gaps, and overall engagement rose as students connected more deeply with content reflecting their ecological and linguistic heritage (Poot Cahun, 2025). These outcomes align with earlier results from Belizean classrooms (Thigpen, 2025).

Challenges and Institutional Dynamics

While the outcomes of this work have been positive, several challenges have accompanied its development and implementation.

Because the hybridized approach and the ethnotranslation model described here extends beyond current norms in curriculum design and linguistic education, it has at times been resisted by institutions and individuals accustomed to heritage-language frameworks or monolingual [dominant language] science education. My identity as a white researcher has also complicated institutional support, despite the fully collaborative, community-guided nature of the project.

Skepticism from some Western-trained linguists reflects how far the initiative lies outside the siloed traditions of cultural and linguistic studies, since the materials deliberately merge traditional ecological knowledge with heritage-language and curriculum development in ways that transcend disciplinary conventions. These tensions reflect broader structural barriers in postcolonial education and underscore the need for inclusive, cross-cultural coalitions in language revitalization and science education (Smith, 2012; Battiste, 2002; Brock-Utne, 2000).

The researcher's academic training is in Applied Anthropology and Biology, rather than in linguistics or curriculum design. Although unconventional in these circles, this interdisciplinary background has proven advantageous. Less constrained by disciplinary assumptions embedded in Western linguistic and educational theory, he was able to practice relational learning and active listening within Indigenous and Creole communities, allowing their knowledge systems and educational priorities to guide the development process. This approach aligns with Indigenous research methodologies that emphasize relational accountability and community-guided knowledge production (Kovach, 2009). The *Ethnotranslation* model and hybridized curriculum described here did not emerge from abstract theorizing but from years of collaborative, community-directed problem-solving grounded in lived ecological knowledge and linguistic practice.

Another recurring challenge has been the tendency of external actors, most often from the United States and Europe, but also from Latin America and the Caribbean to misunderstand the nature of this work. Rather than engaging as participant-observers or collaborators, they approached the project through the lens of Western ideologies and disciplinary assumptions that are often incompatible with the project's community-grounded goals.

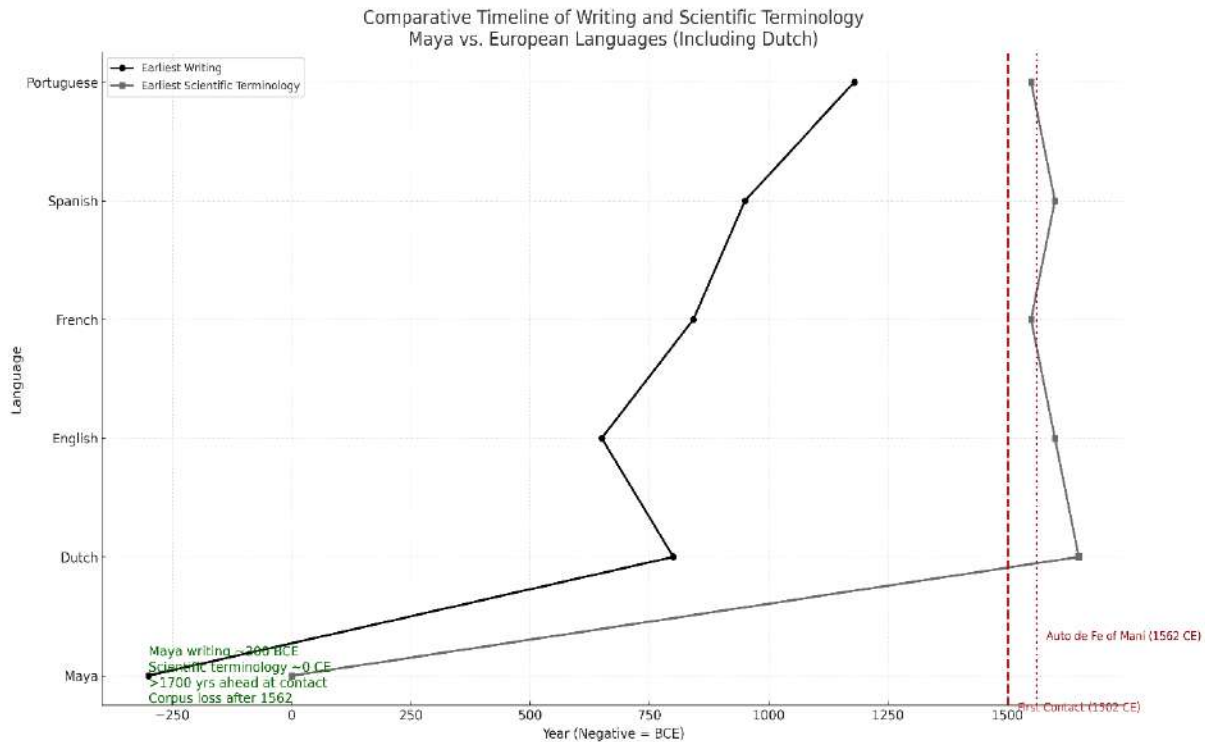
In several instances, the foundational premises of the work have been met not with curiosity but with resistance, expressed through a form of credentialist authority rooted more in academic status, whether achieved or aspirational, than in lived experience with community-based conservation or multilingual education.

In these moments, their actions fell outside the ethical principles of Indigenous and rights-based research, which require reciprocity, respect, and accountability to communities rather than credentialist self-assertion. Such dynamics illustrate a broader institutional pattern in which academic credentialism is privileged over experiential ecological knowledge, creating friction in the implementation of multilingual, rights-based approaches (Walsh, 2018). These dynamics have slowed progress and, at times, threatened to derail the project

Yet the goals of this initiative remain regional, grounded in lived realities, and shaped by sustained collaboration across Mesoamerica and the Caribbean. These patterns of interference underscore the urgent need for humility, reflexivity, and long-term relationship-building in multilingual, community-led education and conservation efforts. Through the challenges, it has been Indigenous and Creole educators, students, elders, and families who have most clearly understood the heart of this project. Their insight, friendship, and sustained support have enabled its continuation, even in the face of exhaustion and opposition.

Figure 1

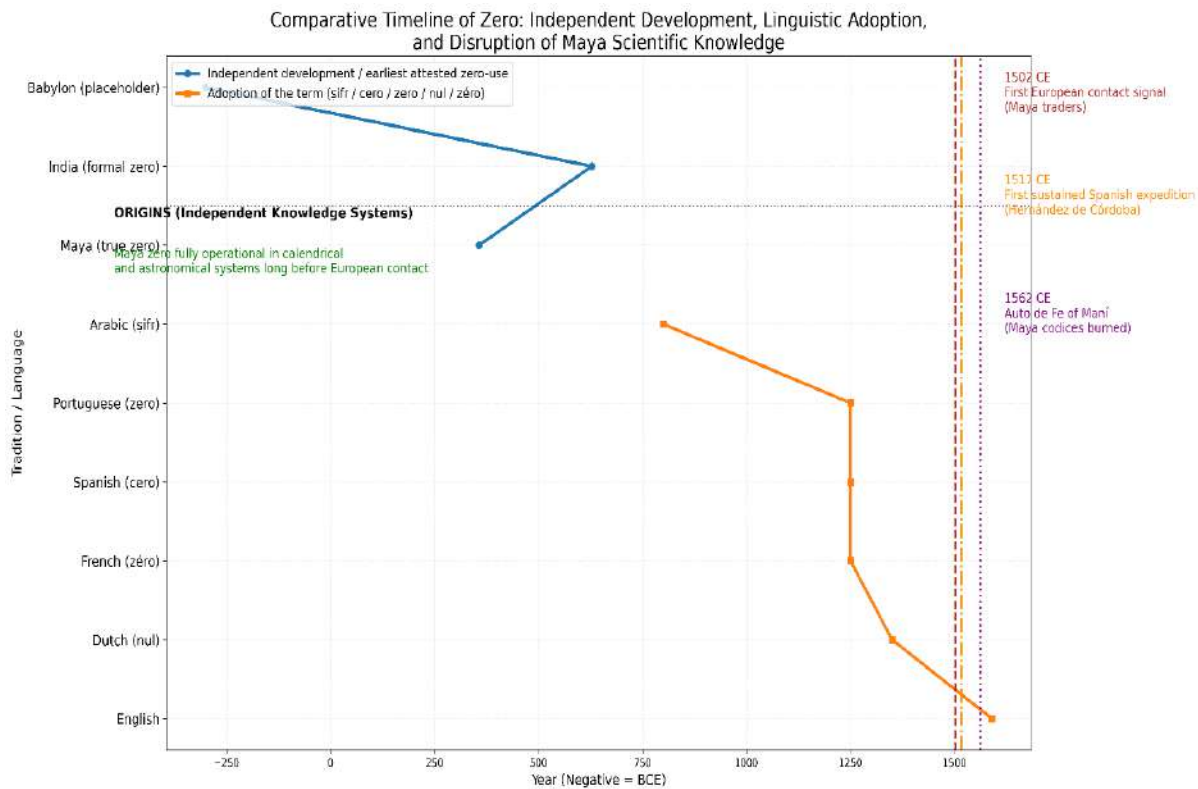
Comparative timeline of the earliest attested writing and earliest evidence of scientific terminology.



Comparative timeline of the earliest attested writing and earliest evidence of scientific terminology in Maya and major colonial European languages. Maya writing is dated to ca. 200–300 BCE with scientific vocabularies appearing by ~0 CE. European vernaculars including English, Dutch, French, Spanish, and Portuguese, enter writing between the 7th and 12th centuries CE, and do not develop standardized scientific registers until the early modern period. Vertical lines indicate Maya–European first contact in 1502 CE and the 1562 *auto de fe* of Maní, in which Diego de Landa burned Maya codices. By this time, Maya languages had accumulated more than 1,700 years of written scientific tradition.

Figure 2

The independent development of zero contrasted with later linguistic adoption.



The independent development of zero contrasted with later linguistic adoption of the term in Arabic and European languages. Independent origin systems (Babylonian, Maya, and Indian) are shown separately from language traditions to emphasize parallel, non-derivative knowledge systems. Vertical reference lines indicate key moments of European–Maya encounter and disruption: the first European contact signal via Maya traders (1502 CE), the first sustained Spanish expedition to the Yucatán (1517 CE), and the *Auto de Fe of Maní* (1562 CE), during which a substantial portion of the Maya written scientific corpus was destroyed. The figure highlights the asymmetry between European knowledge acquisition and the contemporaneous suppression of Indigenous science.

Table 1
Ecosystem using Transliteration or local Orthography.

Country	Language	Ecosystem
Belize	Kriol	Eekosistim
Belize	Mopán	pachkuxtal
Bonaire	Papimientu	ekosistemanan
Cameroon	Iyasa	bá emeno á boviyá
Colombia	Wayuu	sukua'ipa mmapakat
Guatemala	Garifuna	ekosisütema
Guatemala	Q'eqchi'	li yoyookil xul ut yoyookil ha'
Haiti	Kreyòl Ayisyen	Ekosistèm
Honduras	Miskito	rayaka manis bara pliska
Indonesia	Bahasa	Ekosistem
México	Maya Yucateco	báak'pachkuxtal
Myanmar	Burmese	ဂေဟစနစ်
Nicaragua	Ulwa	dí sangkaka karak balna ùkana

Note: Translations and transliterations of the term *ecosystem* in selected Indigenous and Creole languages across multiple countries, used in the development of STEM Plus curricula.

Table 2.
Western Transliteration

Country	Language	Ecosystem
Brasil	Portuguese	ecossistema
France	French	écosystème
Germany	German	ökosystem
Netherlands	Danish	økosystem
Spain	Spanish	ecosistema
United Kingdom	English	ecosystem

Note: Translations of the term *ecosystem* in select Western languages.

Table 3.
Riparian Zone

Country	Language	Riparian Zone
Brasil	Portuguese	zona ribeirinha
France	French	zone riveraine
Germany	German	uferzone
Netherlands	Danish	oeverzone
Spain	Spanish	zona ribereña
United Kingdom	English	riparian zone
QROO	Maya	U jaal ja'

Note: The term riparian zone in selected Western languages and Maya Yucateco.

Discussion

Although this paper centers on Indigenous and Creole contexts, the implications are broader. Similar dynamics of disengagement, low retention, and cultural irrelevance also affect majority-language STEM classrooms.

Ethnotranslation and biocultural education therefore offer lessons for improving STEM education universally, even as they remain essential for equity in multilingual regions.

Afro-descendant ecological knowledge strengthens these conclusions. The ecological systems developed by Kriol, Garifuna, Jamaican, Surinamese, and Haitian communities include detailed knowledge of mangroves, reef ecology, tides, seasonal currents, cloud and weather interpretation, plant pharmacology, and agroforestry (Palacio, 2001; Price, 2013; Voeks & Rashford, 2013). These traditions, like Maya ecological knowledge, were transmitted through Afro-descendant and Indigenous languages that carried specialized scientific terminology. Their exclusion from science education reflects the same epistemological erasure that ethnotranslation is designed to address. Integrating Afro-descendant ecological knowledge within the STEM Plus model strengthens linguistic rights, broadens scientific understanding, and more accurately reflects the multicultural ecological expertise of the Wider Caribbean.

By embedding cultural relevance into ecological literacy, the *ethnotranslation* model advances a more just and resilient pedagogy. It enables STEM education that respects Indigenous and Creole knowledge systems, aligns with the *Hybridization Hypothesis* by integrating diverse ecological traditions into curricula, and extends Aikenhead's (2001) argument that science education must facilitate epistemological negotiation across cultural borders. In doing so, it fosters both environmental stewardship and linguistic revitalization, especially when grounded in participatory methods. This approach reaffirms the bridge-building metaphor at the core of the ethnotranslation model, demonstrating that students need not abandon one worldview to enter another; instead, they can stand securely on the epistemological bridge where ecological knowledge systems meet as coequal partners.

The *ethnotranslation model* validates Indigenous ecological knowledge systems and strengthens conservation, while also holding potential to operationalize rights frameworks such as UNDRIP and ICCLR. Transliteration provides linguistic familiarity without compromising scientific integrity.

Together, these elements set a precedent for participatory, rights-based curriculum development in multilingual and multicultural systems, offering a scalable framework for cross-linguistic adaptation through biocultural constants. In parallel, López-Maldonado *et al.*, (2024) frames these linkages as Indigenous Science Diplomacy, highlighting how Indigenous observations and governance practices can [and should] inform science–policy interfaces, an aim ethnotranslation advances at the educational tier.

This project gives Indigenous and Creole languages an applied scientific and national value that traditional heritage studies and linguistics often do not. Conventional disciplines tend to treat these languages as cultural artifacts to be preserved, documented, or analyzed which is important work, but frequently symbolic in scope. In contrast, *Ethnotranslation Model* and the STEM Plus model operationalize these languages as epistemological technologies: systems through which ecological knowledge is generated, structured, transmitted, and applied. Rather than positioning them as objects of study, the project treats Indigenous and Creole languages as sophisticated knowledge architectures capable of expressing and advancing complex concepts in biology, ecology, engineering, and agroforestry.

This approach reframes these languages as educational, ecological, and developmental assets, not only for their communities of origin but for national education systems and global scientific efforts. In doing so, the project restores functional value to languages historically targeted by epistemicide, demonstrating their ongoing relevance to biodiversity conservation, community well-being, and global sustainability. It further shows that these languages are not remnants of the past but essential, contemporary tools needed for today’s environmental and educational challenges.

In this sense, ethnotranslation extends the lineage of global education policy, beginning with UNESCO's landmark 1953 monograph *The Use of Vernacular Languages in Education* (UNESCO, 1953).

Unlike conventional language-inclusion initiatives that focus on single linguistic communities, ethnotranslation emphasizes interoperability and scalability for all linguistic communities across shared ecological zones and species ranges. Policy implications include advancing language rights, enhancing biodiversity education, and meeting commitments under the Cartagena Convention and IUCN Target 20.

Although grounded in fieldwork across Latin America and the Caribbean, both the *Hybridization Hypothesis of Ecological Knowledge Systems* and the *ethnotranslation model* demonstrate global applicability. Each is anchored in universal principles, biocultural constants, linguistic equity, and participatory curriculum design that can be adapted across linguistic groups and ecological contexts worldwide. The outcomes documented in Quintana Roo, México (Poot Cahun, 2025) show that ethnotranslation is not only theoretically robust but also practically effective across multiple sites and languages.

These materials could also prepare students for meaningful roles in the Blue and Green Economies, including sustainable fisheries, conservation, ecotourism, and climate-resilient livelihoods. By grounding scientific instruction in local ecosystems and languages, students gain the competencies needed for sustainable resource management and economic resilience. Ethnotranslation-based education thus serves both as an academic intervention and a workforce development strategy aligned with regional and global sustainability goals.

Because *biocultural constants*, species, ecosystems, and ecological relationships are not confined by political borders, the *ethnotranslation model* is not geographically limited. It can be applied wherever multiple linguistic communities share a bioregion or species range, from the Caribbean to Appalachia to the Arctic tundra to Raja Ampat to sub-Saharan Africa to Tierra del Fuego. Originally developed for marine ecosystems in the greater Caribbean basin, the model was grounded in mangroves, reef species, and fishing traditions, making it naturally scalable across

CARICOM (the Caribbean Community) and Latin America. The same principles also extend to terrestrial systems rainforests, deserts, savannas, and highland agriculture where recurring ecological relationships intersect with linguistic and cultural diversity.

Scaling *STEM Plus* curricula across the greater Caribbean basin could transform both conservation and regional economies, as graduates carry integrated knowledge of science, language, and sustainability rooted in their own ecosystems and cosmologies. The broader vision of *Ethnotranslation* is not only pedagogical but also a foundation for lasting biocultural resilience. To the researcher's knowledge, aside from his own mangrove prototypes developed for every seafaring linguistic group of the western Caribbean, from the Yucatán Peninsula to Puerto Limón, Costa Rica and expanded to include Haitian Creole, Papiamentu (Bonaire), and Wayuunaiki (Colombia), as well as Bahasa (Indonesia) and Burmese (Myanmar), no comparable initiative has pursued systemic inclusion by creating ecologically grounded STEM materials that integrate science and language across multiple bioregions and cultural contexts. If implemented throughout the greater Caribbean basin, the model would set a global precedent for multilingual, rights-based science education.

Building on the Quintana Roo pilot, future efforts will expand the ethnotranslation model into new regions and languages. Its design enables materials to be localized across Indigenous and Creole communities within shared ecoregions, allowing regional implementation without losing cultural specificity. Planned collaborations include Ngäbe communities in Panamá, Wayuunaiki in Colombia, Miskito in Honduras, and Ulwa in Nicaragua, with curricula tailored to ecosystems such as mangroves, cloud forests, marine protected areas and local flora and fauna. These initiatives will also develop digital platforms, teacher recertification modules, and university coursework, ensuring continuity from early education through higher learning.

The 2023 Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the Conservation and Sustainable Use of Marine Biological Diversity of Areas Beyond National Jurisdiction (BBNJ Agreement) highlights the policy relevance of this model. As a legally binding treaty, the BBNJ calls for equitable benefit sharing, the protection and use of traditional knowledge

(Articles 7(j) and 13), and capacity building for developing and small island states (Articles 8 and 14).

Ethnotranslation directly advances these priorities by delivering place-based marine education in Indigenous languages, strengthening local governance capacity, and positioning Indigenous ecological knowledge systems as co-equal sources of ecological understanding within formal science education.

The next step is national-scale implementation: developing culturally grounded *STEM Plus* materials for every Indigenous and Creole linguistic group within a country. Nations with fewer than ten such communities, such as Belize, Honduras, Panamá, and Guyana are well positioned for early deployment. These efforts would provide a powerful demonstration of the model's feasibility and impact. To the researcher's knowledge, aside from the *Marine Conservation without Borders* mangrove prototypes developed for every linguistic community native to Belize, no initiative has attempted to create bio culturally grounded, multilingual STEM materials for every Indigenous and Creole linguistic community within a single nation. This level of ecological, linguistic, and curricular integration remains unprecedented in national education systems. Such national pilots could also serve as templates for regional and global replication, aligning education with biodiversity and language rights commitments. The long-term vision of ethnotranslation is to build durable bridges across ecological knowledge systems; bridges strong enough for future generations to stand on with confidence in both their cultural inheritance and their scientific future.

In addition to fostering early scientific literacy, the ethnotranslation approach supports long-term educational outcomes. By introducing standardized ecological terminology alongside local languages, the *ethnotranslation* model equips students with tools for a smoother transition into secondary and university education. This dual grounding enhances readiness for advanced STEM studies, where engagement with global scientific discourse is essential. Students become academically bilingual with ecological translanguaging skills and transknowledging skills, able to navigate both traditional ecological knowledge and formal science assets for higher education and emerging careers in conservation, education, and public policy (Thigpen, 2025).

Beyond academic progression, ethnotranslation also expands local employment opportunities for students who may not pursue university degrees. By rooting science in community languages and ecological knowledge, students gain practical skills relevant to conservation, resource management, ecotourism, and agroecology sectors where traditional ecological knowledge and cultural fluency are vital. Culturally grounded ecological literacy prepares them for meaningful roles as park rangers, tour guides, cultural educators, conservation assistants, and even principal investigators. These outcomes resonate with international frameworks such as the Cartagena Convention and the UNESCO Decade of Indigenous Languages, which emphasize integrating Indigenous knowledge and language into sustainability and education. As Crawhall (2007) notes, linking Indigenous knowledge to livelihoods and education is key to revitalizing cultural systems while preparing students for contemporary economic landscapes.

Originality and Global Comparison

These classroom pilots provided measurable evidence that ethnotranslation can be applied to multilingual science education and replicated across distinct cultural and linguistic contexts (Poot Cahun 2025).

Several projects worldwide integrate Indigenous ecological knowledge into science education, yet none replicate the complete configuration of the present initiative. In Canada, the *Two-Eyed Seeing (Etuaptmuk)* framework introduced by Mi'kmaq Elders Albert and Murdena Marshall and Professor Cheryl Bartlett (Bartlett et al., 2012) provides a respected model for bridging Indigenous and Western sciences. Likewise, Australia's *Two-Way Science* programme (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization [CSIRO], 2022) connects Aboriginal ecological knowledge and in-country learning with the national science curriculum. Both illustrate the power of epistemological pluralism in science education. However, these approaches typically operate within single language groups and emphasize conceptual integration rather than producing co-authored curricular materials adapted across multiple linguistic communities within a shared ecological basin.

Comparable efforts exist elsewhere. The *Nunavut Curriculum Framework* (Government of Nunavut, 2021) advances bilingual education in Inuktitut and English through Inuit Qaujimagatuqangit, while New Zealand's reforms embed *Mātauranga Māori* within the science curriculum using dual-language resources (Ministry of Education [New Zealand], 2023).

Peru's *Educación Intercultural Bilingüe* (Ministerio de Educación del Perú, 2014) supports instruction in more than forty Indigenous languages, including science, yet remains largely confined to national language families.

The present project extends these precedents through two critical innovations. First, it introduces the *biocultural constants* framework, ecological relationships shared across linguistic and cultural boundaries and applies it to *STEM Plus* curriculum design in Belize and México. Each book is monolingual, written in the language of the intended community (for example, Yucatec Maya, Mopán, or Belizean Kriol), yet all follow a shared ecological and conceptual structure, enabling the same scientific content to be used simultaneously across multiple linguistic groups within one ecoregion. When requested, bilingual editions can be produced without altering the pedagogical or ecological foundations. This architecture allows new linguistic partners to adopt existing materials without starting from scratch, ensuring both efficiency and fidelity to local ecological knowledge systems.

Second, the materials are inherently interdisciplinary and policy-responsive. In Quintana Roo, the *Secretaría de Educación de Quintana Roo* (SEQ) requested to use the books for teaching reading and writing in Maya, recognizing their authenticity and linguistic rigor. The Belize *Ministry of Education, Culture, Science and Technology* (MoECST) has expressed interest in using the same series within their *Belizean Studies* program demonstrating that these materials can simultaneously support science, language, and social-studies curricula. This cross-disciplinary and cross-jurisdictional adaptability illustrates how *STEM Plus* content can meet local curricular needs while maintaining scientific precision and cultural integrity.

By 2024, the regional scalability and interdisciplinary value of the model were further demonstrated when the project's second monolingual Maya biocultural textbook developed through the same *Hybridization* and *Ethnotranslation* framework was adopted by three universities

in two countries for use across distinct academic disciplines. The *University of Belize* incorporated the book into an online course titled *Conversational Maya*, designed to strengthen linguistic proficiency and cultural understanding.

The *Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo (UIMQROO)* used the same text in its *Applied Linguistics* program to explore Indigenous language revitalization through science-based content. Meanwhile, the *Universidad para el Bienestar Benito Juárez García (UBBJ)* in Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, employed the book to teach three sections of *Enseñanza y Aprendizaje de la Biología, Química, Biodiversidad y Desarrollo Sustentable* (Teaching and Learning Biology, Chemistry, Biodiversity, and Sustainable Development). Mayan student teachers at UBBJ subsequently applied these lessons during their practicum, teaching the materials in primary and secondary schools. Because Indigenous-language courses at the university level are generally confined to cultural studies, this represents so far as the researcher is aware the first documented instance of Maya being used as the language of instruction for university-level science courses.

Through iterative prototype, pilot, validation cycles, these community co-authored materials have been field-tested under formal partnerships with ministries and intercultural universities. The project reproduces the recognized benefits of intercultural education: identity affirmation, strengthened home-language use, and improved environmental learning while establishing a regionally portable, linguistically adaptable, and cross-disciplinary model that unites biodiversity education, language rights, and curriculum policy. To date, no other initiative globally combines these elements: a suite of monolingual, co-authored ecological books usable across multiple languages and disciplines within one ecoregion, validated in classrooms, and aligned with both national and Indigenous education systems.

Conclusion

This paper repositions Indigenous and Creole languages as legitimate vehicles for scientific inquiry. Grounded in the *Hybridization Hypothesis*, the *Ethnotranslation Model* shows how ecological understanding, linguistic revitalization, and cultural continuity can co-exist within

rigorous STEM instruction. As López-Maldonado and Berkes (2017) demonstrate in the Yucatán Peninsula, cenote conservation can simultaneously revitalize culture and ecological governance.

More recently, López-Maldonado et al. (2024) show that Indigenous earth observations contribute directly to contemporary water-quality monitoring, broadening the epistemic reach of environmental science. The Quintana Roo pilot study demonstrated increased Mayan language use at home, stronger conservation behaviors, and higher classroom engagement, validating the success of the *Ethnotranslation Model* in community-guided, linguistically grounded education systems (Poot Cahun, 2025).

The *Ethnotranslation Model* is not only pedagogically sound but also politically and ecologically urgent. In the context of biodiversity collapse, climate disruption, and cultural homogenization, integrating traditional ecological knowledge into science education is a necessity. Scaled across the Caribbean and Mesoamerica, the *Ethnotranslation Model* could transform sectors from agroforestry to fisheries to tourism by preparing graduates who carry both scientific knowledge and cultural fluency into professional life. It is time to move beyond symbolic inclusion toward multilingual, place-based education systems co-created with communities. As Maffi and Loh (2017) emphasize, sustaining biodiversity requires sustaining the world's cultural and linguistic diversity; the ethnotranslation model operationalizes that principle through educational praxis that bridges scientific and Indigenous knowledge systems.

Everyone deserves a science education in the language they speak at home. This is not merely an ethical stance but a practical necessity for inclusive learning. The *Ethnotranslation Model* is replicable across disciplines, supporting linguistic equity and cultural relevance. By preparing students to engage with both traditional and global scientific knowledge, it strengthens cultural identity, ecological understanding, and academic progression.

Students acquire the skills and terminology needed to transition into higher STEM education, while non-university students gain ecological knowledge, cultural fluency, and tools for livelihoods in fishing, conservation, agriculture, ecotourism, and education. These outcomes align with UNESCO's Global Action Plan for the Decade of Indigenous Languages (2022–2032) and the Cartagena Convention, which call for linguistically grounded environmental education.

By equipping students with culturally rooted scientific literacy and practical skills, the *Ethnotranslation Model* prepares them for emerging sectors of the Blue and Green Economies.

It offers a pathway to local livelihoods and global engagement, reflecting a holistic vision that supports biodiversity, language vitality, and economic resilience. This vision builds on decades of recognition that education in Creole and Indigenous languages is essential, echoing UNESCO's (1953) call in *The Use of Vernacular Languages in Education* to make learning accessible in the languages students speak at home.

Although this paper focuses on Indigenous and Creole contexts, the implications are broader. The same dynamics of disengagement, poor retention, and cultural irrelevance affect majority-language STEM classrooms as well (Darling-Hammond et al., 2020; Osborne & Dillon, 2008). *Ethnotranslation* and biocultural education therefore offer insights for improving STEM education universally, even while they remain essential for equity in multilingual regions. Embedding cultural relevance into ecological literacy supports a more just and resilient educational paradigm, the central thesis of this work and a guiding principle for future biocultural education.

This relevance extends as well to Afro-descendant communities whose Creole and Afro-Indigenous languages preserve equally sophisticated ecological knowledge systems. Like Indigenous knowledge, these traditions were marginalized through colonialism and linguistic suppression as well as the transatlantic slave trade. *Ethnotranslation* provides a pathway for restoring their scientific legitimacy, ensuring that the full breadth of Abiyala and the Caribbean's biocultural knowledge, Indigenous and Afro-descendant can inform conservation, climate resilience, and education.

Ultimately, *Ethnotranslation* demonstrates that Indigenous and Creole languages are not relics of the past but vital scientific instruments whose value extends far beyond their communities to the nation and the world.

It shows that these languages function as essential, contemporary tools for addressing today's environmental and educational challenges, technologies capable of carrying complex scientific concepts, supporting climate resilience, and advancing biocultural sustainability. Rather than

fading remnants, they are living systems of knowledge indispensable to biodiversity conservation, community well-being, and global ecological understanding.

In the end, this work is not extraordinary. It simply follows the lessons the researcher learned growing up: to listen closely, learn from the land and sea, and respect the ecological knowledge that lives within people and places.

Acknowledgements

I gratefully acknowledge the encouragement, intellectual generosity, and analytical rigor provided by Shea Tuberty, Sue Keefe, Robert Creed, Wayne Van Devender, Thom Whyte, Richard Henson and Larry Kimball of Appalachian State University. Even in moments when I could not yet clearly articulate what this project required, they placed their confidence in me and provided the skills, discipline, and analytical tools necessary to bring it into form. Their mentorship helped shape both the intellectual foundations of this work and my confidence in pursuing it.

I also extend sincere thanks to the current and former Board of Directors of Marine Conservation without Borders: Ashley Epling, Myrna Manzanares, Grace Fortune, Telaina Odom, Wayne Van Devender, Hilario Poot Cahun, R. Leroy Creswell, Phil Dustin, Sara Zurhellen, and especially Susanna and Drew Gentry for their steadfast support, encouragement, and trust.

I am deeply grateful to the fishers and staff of the Northern Fishermen's Cooperative Society Ltd., my colleagues at the Belize National Kriol Council, and the leadership and personnel of the Belize Fisheries Department. Their knowledge, presence, and commitment sustained this work at every stage. Without them, there would be no project.

The author also acknowledges his affiliated institutions for their encouragement and support. In particular, he thanks Jaya Pickney and the Baruch Institute for Marine & Coastal Sciences, School of Earth, Ocean & Environment at the University of South Carolina; William Briceño, Rector of la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo (UIMQROO); and Aurora Xolalpa of the Centro de Innovación para Desarrollo Apícola Sustentable en Quintana Roo (CIDASQROO), UIMQROO, for their continued support of this work.

Finally, I thank Jack and Linda McWay for a conversational insight that inspired the phrase “a thousand generations of peer review,” which captures in simple language the enduring intergenerational refinement of the ecological knowledge systems that this research seeks to honor.

References

- Aikenhead, G. S. (2001). Integrating Western and Aboriginal sciences: Cross-cultural science teaching. *Research in Science Education*, 31(3), 337–355. <https://doi.org/10.1023/A:1013151709605>
- Aikenhead, G. S., & Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education*, 2(3), 539–620. <https://doi.org/10.1007/s11422-007-9067-8>
- Aveni, A. F. (2001). *Skywatchers: A revised and updated version of Skywatchers of ancient Mexico*. University of Texas Press.
- Bartlett, C., Marshall, M., & Marshall, A. (2012). *Two-eyed seeing and other lessons learned within a co-learning journey of bringing together Indigenous and Western knowledges*. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 2(4), 331–340. <https://doi.org/10.1007/s13412-012-0086-8>
- Battiste, M. (2002). *Indigenous knowledge and pedagogy in First Nations education: A literature review with recommendations*. National Working Group on Education and the Minister of Indian Affairs.
- Berkes, F. (2008). *Sacred ecology* (2nd ed.). Routledge. <https://www.routledge.com/Sacred-Ecology-Learning-from-Indigenous-Knowledge-and-Stewardship/Berkes/p/book/9781032703701>
- Boas, F. (1887). *The principles of ethnological classification*. *Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 16, 378–386.
- Boenish, C. (1984). *BASE jumping: The ultimate guide to skydiving from fixed objects*. BASE Institute Press.
- Boone, E. H., & Mignolo, W. D. (Eds.). (1994). *Writing without words: Alternative literacies in Mesoamerica and the Andes*. Duke University Press.
- Botero, E. F. (2015). Ethno-education (*etnoeducación*) in La Guajira, Colombia: Shaping Indigenous subjectivities within modernity, neoliberal multiculturalism, and the Indigenous struggle. *Latin American and Caribbean Ethnic Studies*, 10(3), 288–314. <https://doi.org/10.1080/17442222.2015.1059542>
- Brock-Utne, B. (2000). *Whose education for all? The recolonization of the African mind*. Falmer Press.
- Brondo, K. V. (2013). *Land grabbing and conservation in Honduras*. University of Arizona Press. <https://uapress.arizona.edu/book/land-grabbing-and-conservation-in-honduras>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Cariño, J., & Colchester, M. (2010). *Indigenous peoples and conservation: From rights to resource management*. Forest Peoples Programme.
- Clendinnen, I. (1987). *Ambivalent conquests: Maya and Spaniard in Yucatan, 1517–1570*. Cambridge University Press.
- Castillo Cocom, Á., Ramos Rodríguez, T., & Cal, A. (2015). *El Tsikbal: paradigma de la investigación maya*. In M. Canul Góngora & M. E. Cruz Cáceres (Eds.), *Diálogos e intersaberes: Interculturalidad y vida cotidiana* (pp. 26–51). Malú de Balam Publicaciones.

- Cituk Poot, N. R. (2015). *Creación de neologismos en lengua maya yucateco en el campo semántico de tecnologías de la información y comunicación* [Tesis de licenciatura, Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo].
- Coe, M. D., & Van Stone, M. (2005). *Reading the Maya glyphs* (2nd ed.). Thames & Hudson.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). (2022). *Two-way science: Connecting Aboriginal and Western knowledge in the classroom*. CSIRO Publishing.
- Convention on Biological Diversity. (2022). *Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework, Target 20: strengthen capacity-building and technology transfer*. <https://www.cbd.int/gbf/>
- Creed, R. P., Jr., & Thigpen, R. C., III. (2007). *Non-lethal methodology for stable isotope analysis of spiny lobsters (Panulirus argus)*. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 59, 263–272.
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Dear, P. (2006). *The intelligibility of nature: How science makes sense of the world*. University of Chicago Press.
- Donaldson, B. (1983). Dutch. Croom Helm.
- Gadgil, M., Berkes, F., & Folke, C. (1993). Indigenous knowledge for biodiversity conservation. *Ambio*, 22(2–3), 151–156.
- Goodman, D. (1990). *The scientific revolution: A historiographical inquiry*. University of Chicago Press.
- Grafton, A. (1992). *New worlds, ancient texts: The power of tradition and the shock of discovery*. Harvard University Press.
- Grami, M. A. (2019). Translation vs. transliteration: Arabization in scientific texts. *Journal of English Language Teaching and Linguistics*, 4(3), 395–403. <https://doi.org/10.21462/jeltl.v4i3.342>
- Gómez-Baggethun, E., Corbera, E., & Reyes-García, V. (2013). Traditional ecological knowledge and global environmental change: Research findings and policy implications. *Ecology and Society*, 18(4), 72. <https://doi.org/10.5751/ES-06288-180472>
- Government of Nunavut. (2021). Nunavut curriculum framework: Inuit Qaujimajatuqangit in education. Department of Education. https://www.gov.nu.ca/sites/default/files/files/education/iq_education_framework_eng.pdf
- Harrison, P. (2007). *The fall of man and the foundations of science*. Cambridge University Press.
- Hogg, R., & Denison, D. (Eds.). (2006). *A history of the English language*. Cambridge University Press.
- Ifrah, G. (2000). *The universal history of numbers: From prehistory to the invention of the computer* (D. Bellos, Trans.). Wiley.
- Joseph, G. G. (2011). *The crest of the peacock: Non-European roots of mathematics* (3rd ed.). Princeton University Press.
- International Centre for Caribbean Language Research (ICCLR). (2011). *Charter on language policy and language rights in the Creole-Speaking Caribbean*. University of the West Indies, St. Augustine. https://caribbeanlanguagepolicy.weebly.com/uploads/5/3/9/0/5390818/charter_on_language_policy_and_language_rights_in.docx2.pdf

- International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2024). *The IUCN Red List of Threatened Species* (Version 2024-1). <https://www.iucnredlist.org>
- Kibler, W. W. (1984). *An introduction to Old French*. Modern Language Association of America.
- Koerner, L. (1999). *Linnaeus: Nature and nation*. Harvard University Press.
- Kovach, M. (2009). *Indigenous methodologies: Characteristics, conversations, and contexts*. University of Toronto Press.
- Kaplan, R. (2000). *The nothing that is: A natural history of zero*. Oxford University Press.
- Landa, D. de. (1937). *Relación de las cosas de Yucatán* (A. M. Tozzer, Trans.). Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. (Original work published 1566)
- Lindberg, D. C. (1992). *The beginnings of Western science: The European scientific tradition in philosophical, religious, and institutional context, 600 B.C. to A.D. 1450*. University of Chicago Press.
- Lindroth, S. (1973). *Science and the enlightenment*. Pergamon Press.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae* (10th ed., Vol. 1). Laurentii Salvii. <https://ia800508.us.archive.org/9/items/mobot31753000798865/mobot31753000798865.pdf>
- Lloyd, G. E. R. (1987). *Aristotle: The growth and structure of his thought*. Cambridge University Press.
- Loh, J., & Harmon, D. (2005). A global index of biocultural diversity: People, languages, and species in the planet's ecoregions. *World Conservation*, 34(4), 8–11.
- López-Maldonado, Y., Anstee, J., Neely, M. B., Marty, J., Mastracci, D., Ngonyani, H., Ogashawara, I., Salyani, A., Sharma, K., & Sims, N. C. (2024). The contributions of Indigenous People's earth observations to water quality monitoring. *Frontiers in Water*, 6, 1363187. <https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1363187>
- López-Maldonado, Y., & Berkes, F. (2017). Restoring the environment, revitalizing the culture: Cenote conservation in Yucatán, Mexico. *Ecology and Society*, 22(4), 7. <https://doi.org/10.5751/ES-09609-220407>
- Lucero, L. (2006). *Water and ritual: The rise and fall of classic Maya rulers*. University of Texas Press. <https://www.jstor.org/stable/10.7560/709997>
- Maffi, L. (1998). Language: A resource for nature. *Nature and Resources*, 34(4), 12–21.
- Maffi, L. (2002). Endangered languages, endangered knowledge. *International Social Science Journal*, 54(173), 385–393. <https://doi.org/10.1111/1468-2451.00393>
- Maffi, L. (2007). Biocultural diversity and sustainability. In J. Pretty, A. Ball, T. Benton, J. Guivant, D. R. Lee, D. Orr, M. Pfeffer, & H. Ward (Eds.), *The Sage handbook of environment and society* (pp. 267–277). Sage Publications.
- Maffi, L., & Loh, J. (2017). Exploring the links between biocultural diversity and sustainability. In W. Leal Filho (Ed.), *Handbook of sustainability science and research* (pp. 191–204). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63007-6_12
- Maffi, L., & Woodley, E. (2010). *Biocultural diversity conservation: A global sourcebook*. Earthscan.
- Menninger, K. (1969). *Number words and number symbols: A cultural history of numbers*. MIT Press.

- Mignolo, W. (2003). *The darker side of the Renaissance: Literacy, territoriality, and colonization* (2nd ed.). University of Michigan Press.
- Ministerio de Educación del Perú. (2014). *Lineamientos de la Educación Intercultural Bilingüe en el Perú*. Ministerio de Educación del Perú. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/353>
- Ministry of Education (New Zealand). (2023). *Te Mātauranga Māori in the science curriculum*. Ministry of Education.
- Moberg, M. (1997). *Myths of ethnicity and nation: Immigration, work, and identity in the Belize banana industry*. University of Tennessee Press
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- OECD. (2016). *PISA 2015 results (Volume II): Policies and practices for successful schools*. OECD Publishing.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation.
- Palacio, J. O. (2001). *The Garifuna: A nation across borders*. Cubola Productions.
- Penny, R. (2002). *A history of the Spanish language*. Cambridge University Press.
- Pierotti, R., & Wildcat, D. (2000). *Traditional ecological knowledge: The third alternative*. *Ecological Applications*, 10(5), 1333–1340. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1333:TEKTTA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1333:TEKTTA]2.0.CO;2)
- Poot Cahun, H. (2025). *Educación ambiental intercultural: Desarrollo y pilotaje de libros en lengua maya para niños de primaria indígena en Quintana Roo* [Master's thesis, Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo]. https://marinefrontiers.org/wp-content/uploads/2025/07/Tesis-MEI_Hilario-Poot-Cahun-15-07-2025.pdf
- Puri, R. K. (2015). *Deadly dances in the Bornean rainforest: Hunting knowledge of the Penan Benalui*. Springer.
- Restall, M. (1997). *The Maya world: Yucatec culture and society, 1550–1850*. Stanford University Press.
- Rubin, J. W., & Jones, R. (1944). The chicle industry of Mexico and Guatemala. *Economic Geography*, 20(3), 256–271. <https://doi.org/10.2307/141186>
- Sánchez Castellón, E. B. (2020). Etnoeducación en La Guajira: legislación y reivindicación de la humanidad. *EntrEtExtos: Revista de Estudios Interculturales desde Latinoamérica y el Caribe*, 14(26), 33–51. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8729489>
- Santos, B. de S. (2014). *Epistemologies of the South: Justice against epistemicide*. Routledge.
- Santos, B. de S. (2018). *The end of the cognitive empire: The coming of age of epistemologies of the South*. Duke University Press.
- Saturno, W., Stuart, D., & Beltrán, M. (2006). Early Maya writing at San Bartolo, Guatemala. *Science*, 311(5765), 1281–1283. <https://doi.org/10.1126/science.1121745>
- Schwartz, T. (2017). *Sea of storms: Maritime maroons of the Caribbean*. University Press of Mississippi.
- Sharer, R. J., & Traxler, L. P. (2006). *The ancient Maya* (6th ed.). Stanford University Press.
- Smith, L. T. (2012). *Decolonizing methodologies: Research and Indigenous peoples* (2nd ed.). Zed Books.

- Stepp, J. R. (2016). Ethnobiological memoirs and memory. *Journal of Ethnobiology*, 36(2), 203–209. <https://doi.org/10.14237/ebl.7.2.2016.859>
- Stuart, D. (2011). *The order of days: The Maya world and the truth about 2012*. Harmony Books.
- Teyssier, P. (1994). *História da língua portuguesa*. Martins Fontes.
- Thigpen, R. (2025). *The Hybridization Hypothesis of Ecological Knowledge Systems*. *Revista Científica Especializada en Educación y Ambiente*, 4(2), 112–140. <https://doi.org/10.48204/rea.v4n2.8847>
- Thigpen, R., Guariyu, A. P., & Munar, A. M. M. (2018). *Tü wunu'ulia junna münakat (Las manglares: Tesoros del Caribe, edición de Wayuunaiki)*. *Conservación Marina sin Fronteras*.
- Thigpen, R., Julian, L. K., & Salazar, H. M. B. (2020). *Pauluh balna (Las manglares: Tesoros del Caribe, edición Ulwa)*. *Conservación Marina sin Fronteras*.
- Thigpen, R., Ico, J., & Peck, R. (2021). *Okok ha'il k'ak'naab' (The mangroves: Treasures of the Caribbean, Maya Mopán edition)*. *Marine Conservation without Borders*.
- Ticktin, T. (2004). The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology*, 41(1), 11–21. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00859.x>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (1983). *Convention for the protection and development of the Marine Environment of the Wider Caribbean Region (Cartagena Convention)*. <https://www.unep.org/cep/cartagena-convention>
- United Nations. (2007). *United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples*. United Nations General Assembly. <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/declaration-on-the-rights-of-indigenous-peoples.html>
- UNESCO. (2009). *Learning and knowing in Indigenous societies today* (P. Bates, M. Chiba, S. Kube, & D. Nakashima, Eds.). UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000180754>
- United Nations. (2023). *Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction*. <https://www.un.org/bbnj/>
- UNESCO. (2022). *Global Action Plan of the International Decade of Indigenous Languages (2022–2032)*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381949>
- UNESCO. (1953). *The use of vernacular languages in education*. Monographs on Fundamental Education, Vol. VIII. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Urton, G. (2003). *Signs of the Inka khipu: Binary coding in the Andean knotted-string records*. University of Texas Press.
- Voeks, R. A., & Rashford, J. (Eds.). (2013). *African ethnobotany in the Americas*. Springer.
- Walsh, C. (2018). Decoloniality in/as praxis. In W. D. Mignolo & C. Walsh, *On decoloniality: Concepts, analytics, praxis* (pp. 15–104). Duke University Press.

Acceptance and Attitudes: Investigating EFL students' perceptions of learning platforms at Sona University Extension

Aceptación y actitudes: Investigación de las percepciones de los estudiantes de inglés como lengua extranjera sobre las plataformas de aprendizaje en la Extensión Universitaria de Soná

Ariel Antonio Villarreal Almanza

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Veraguas, Facultad de Humanidades, Panamá

ariel-a.villarreal@up.ac.pa; <https://orcid.org/0009-0005-0312-4492>

Paulina Otero Batista

Universidad de Panamá. Extensión Universitaria de Soná, Facultad de Humanidades, Panamá

paulina.otero@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0002-6483-5766>

Eduardo Castillo Peña

Universidad de Panamá. Extensión Universitaria de Soná, Facultad de Humanidades, Panamá

eduardo.castillop@up.ac.pa; <https://orcid.org/0009-0005-8886-6347>

Recibido: 25/01/2026

Aprobado: 04/04/2026

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v5n1.10079>

Abstract

This paper examines one of the most important aspects related to the attitudes of English as a Foreign Language (EFL) students at the University of Panama toward the use of learning platforms. It investigates their explicit acceptance of these tools to support their learning process. This research, conducted with 29 students from all levels of the English Department within the Faculty of Humanities, took place during the second semester of 2026. Using a Descriptive approach with a quantitative design. With approval, a closed-ended survey was administered in person during class time to gather student perspectives. Results show important insights into how these platforms are perceived and utilized by EFL learners. Significantly, the use of platforms affects students' learning process, and findings demonstrate a high level of student approval regarding platform interaction and highlight a valuable positive impact on the quality of the educational process.

Keywords: EFL students, attitudes, learning platforms, acceptance, perception.

Resumen

El artículo examina uno de los aspectos más importantes de las actitudes de los estudiantes de inglés como lengua extranjera (EFL) de la Universidad de Panamá hacia el uso de plataformas de aprendizaje. Se investiga explícitamente su aceptación de estas herramientas para apoyar su proceso de aprendizaje. Esta investigación, realizada con 29 estudiantes de todos los niveles del Departamento de Inglés de la Facultad de Humanidades, se llevó a cabo durante el segundo semestre de 2025. Utilizando un enfoque descriptivo y un diseño cuantitativo. Con la aprobación de la administración, se administró una encuesta cerrada de forma presencial durante el horario de clase para recabar las perspectivas de los estudiantes. Los hallazgos muestran información importante sobre cómo los estudiantes de EFL perciben y utilizan estas plataformas. Significativamente, el uso de plataformas afecta el proceso de aprendizaje de los estudiantes, y los hallazgos

demuestran un alto nivel de aprobación de los estudiantes respecto a la interacción en la plataforma y ponen de manifiesto un impacto positivo en la calidad del proceso educativo.

Palabras clave: Estudiantes de EFL, actitudes, plataformas de aprendizaje, aceptación, percepción.

Introduction

Teaching and learning resources have undergone significant changes due to the expansion of information technology, particularly the development of computer networking. Shelly, (2010) noted that digital technology fosters increased engagement in creative endeavors, transforming audiences into active creators. The access to material, together with the distribution and presentation of information, has produced excellent and varied changes. Learners can access computers and the internet to obtain information without the limitations of time and space, giving them greater independence to choose the content and methods of learning. Hamilton, (2015) wrote about the integration of technology in classes in which *"students should be able to use their knowledge of technology to generate new ideas, products, and processes. They apply what they already know about how technologies work to new digital settings to accomplish meaningful work"* (p.23).

Additionally, Assaf and Solhi, (2023) stated that the teaching-learning process is speedily transitioning to a hybrid system. In recent years, advances in teaching English at universities in this country have changed with the integration of technology and the new roles for teachers and students in virtual learning environments and cloud-based platforms for team collaboration and communication.

Nanayakkara, (2007) proposed a three-factor framework (individual, system, and organization) for understanding e-learning adoption, while Sun *et al.*, (2008) assessed adoption factors using six dimensions: student, instructor, course, technology, design, and environment. In developing countries, institutions of higher education have been integrating Learning Management Systems into their curricula as central components (Rahayu *et al.*, 2022).

Researchers have studied how information technology has evolved in educational institutions:

Information technology was seen as a combination of computing, microelectronics, and telecommunications. The Microelectronic Education program promoted curriculum development, teacher education, resource organization, and support. The most recent attempt to make a radical difference to the use and availability of computers in schools was

the National Grid for Learning, promising all schools better connections to the numerous resources of the international information superhighway (Cullingford & Haq, 2009, p. 5).

Evaluating the effectiveness of technology integration involves integrating adequate technology into the curriculum, which requires planning, time, dedication, and resources. *Because it is important to determine whether integration strategies are working, teachers, schools, and school districts should take steps to evaluate the effectiveness of their technology integration* (Shelly et al., 2010, p. 404).

Students in online environments actively participate in collaborative teaching and learning processes. It influenced a new way of learning in which students transformed a teacher-led technological activity that offered no personalization into a project that reflected their concerns and perspectives, while also demonstrating their ingenuity and collaborative skills. To sum up, this online learning modality creates engaging and enriching experiences by offering distinctive features that enhance interaction and the overall educational context (Hamilton, 2015).

In this new era of education, there is a proliferation of software, tools, applications, and learning platforms dedicated to language acquisition. A learning management system (LMS) enables instructors to quickly build course websites. These platforms serve as resource providers to complement face-to-face teaching, serve as virtual learning environments in blended or hybrid modalities (where partial or online activities partially substitute for in-person instruction), or as the primary delivery method for fully online distance learning programs. Irzawati, (2021) notes that digital platforms create a great, enjoyable learning environment for students through the tools and resources they offer.

Khan and Qudrat-Ullah (2021) described important aspects of the Learning Management System:

Learning management systems (LMSs) have become an essential software for faculty and students in their teaching and learning process. It is a computer software that facilitates electronic learning. The LMS is composed of computer software that incorporates functions for teaching, evaluating, and administering courses. It is used for content delivery, course registration, tracking, reporting, and also for administration (p.13).

Rojabia, (2020) examined students' satisfaction with their learning experiences and the environments in which they learned. Researchers have investigated the implementation of Microsoft Teams as an online platform for educational purposes:

Many online learning platforms, such as Microsoft Teams, Google Classroom, and University Learning Management Systems, assist the lecturers and students in teaching and learning. Online learning platforms will eventually replace traditional physical classes. One of the efficient and effective platforms is Microsoft Teams. Microsoft Teams (MS Teams) will let students and lecturers meet virtually. Additionally, when using MS Teams, it can serve as a hub for all Microsoft applications, including Microsoft Forms, Microsoft Stream, SharePoint, OneDrive, and many others (Azam *et al.*, 2021, p.116).

Although there is a well-documented presence and advantages of virtual learning environments (VLEs) in modern education (Barker & Gossman, 2013), the number of online platforms in Panamanian education is notorious; a thorough understanding of students' attitudes toward these environments, specifically for English as a Foreign Language (EFL) acquisition, remains limited. Although platforms such as Microsoft Teams and others are recognized for their potential to improve teaching quality, student learning, and engagement (Learning Environments Research, n.d.), further research is needed to explore how university EFL students perceive and interact with VLEs in their language-learning experiences.

This lack of in-depth understanding could impede the effective implementation and optimization of online resources to support EFL learning outcomes and the broader adoption of blended learning strategies within the faculty. Subsequently, it is important to recognize the level of students' acceptance of digital platforms before implementing them in their classes (Moonma, 2021).

This paper attempts to investigate the EFL Students' Perceptions of Learning Platforms at Sona University Extension. The aim is to ascertain its acceptance as part of their learning process. Consequently, this study contributes to the understanding of English language learning and teaching and expands the increasing research on the integration of learning platforms in the English language education at the University of Panama.

Materials and Methods

This study employed a quantitative descriptive research approach to investigate EFL students' perceptions of Learning Platforms at Sona University Extension. The collection of numerical data is essential to analyze attitudes in quantitative research (Creswell & Creswell, 2018). The data collection instrument was based on closed-ended survey questions in surveys for quantitative research. The survey was administered face-to-face during class with the administrator's prior

permission. The participants were 29 EFL students enrolled at all levels of the English Department within the Faculty of Humanities at the University of Panama. Data were collected during the second semester of 2025.

The instrument employed several Likert-scale statements (Likert, 1932). It provides different statements to which students responded using a 5-point Likert scale:

- Strongly Disagree
- Disagree
- Neutral
- Agree
- Strongly Agree

The questions were structured to measure key variables, including:

- Learning process: Students' satisfaction with the learning process. 10 questions
- Teaching process: Students' satisfaction with the teaching process. 5 questions
- Overall Attitude/Acceptance: General questions about their willingness to use the platforms and their overall satisfaction.

Design

This research used both descriptive and quantitative approaches. A survey was applied to 29 students at all levels of English careers. Descriptive because the questionnaire was addressed to discover how students use some interactive teaching/learning platforms. Also, it is quantitative because it shows a measure of the number of preferred platforms used during regular classes.

Procedure

The survey was designed with the primary purpose of investigating the acceptance and aptitude of English students when using learning platforms to enhance their language abilities. Seventy students from different levels answered the questionnaire. Collecting data was not difficult because the students were quick to respond and participate.

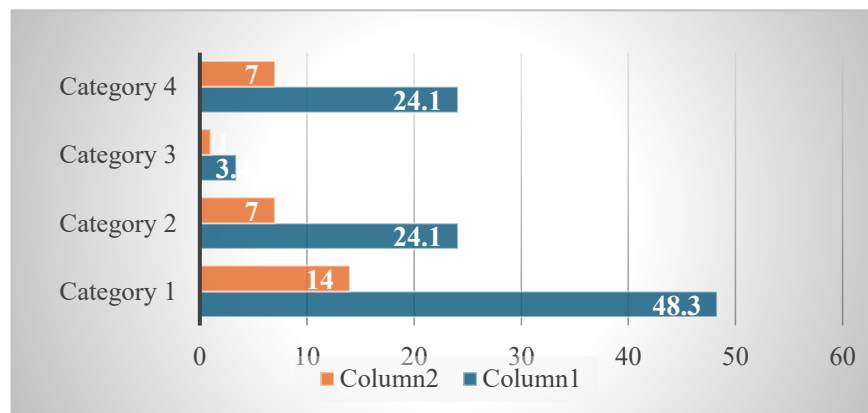
The research instrument was validated by a group of experts who provided feedback on developing strong and meaningful questions.

Results.

In this section, the results obtained from a student survey administered during the second academic term of 2025. The data focus on students' perceptions of the use of learning platforms such as Teams, Moodle, and Classroom in the learning process at Sona University Extension.

Figure 1

Do the platform activities help me consolidate what I learned in class?

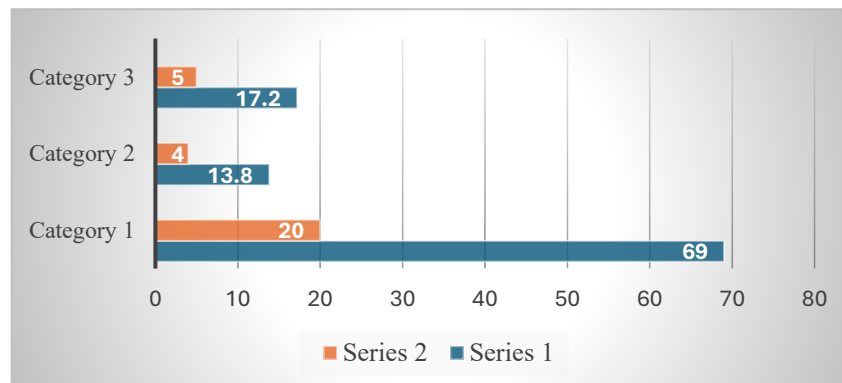


Note: Survey questions were formulated during the 2025 second academic term.

The results of this question showed that 48.3% of the responses were positive, suggesting that students consider the activities proposed by professors to play a significant role in English learning. However, the strongest one was 24.1 %. A 24.2% difference in agreement shows that the students were highly in favor of using platforms.

Figure 2

Do the learning platforms adapt to my needs?

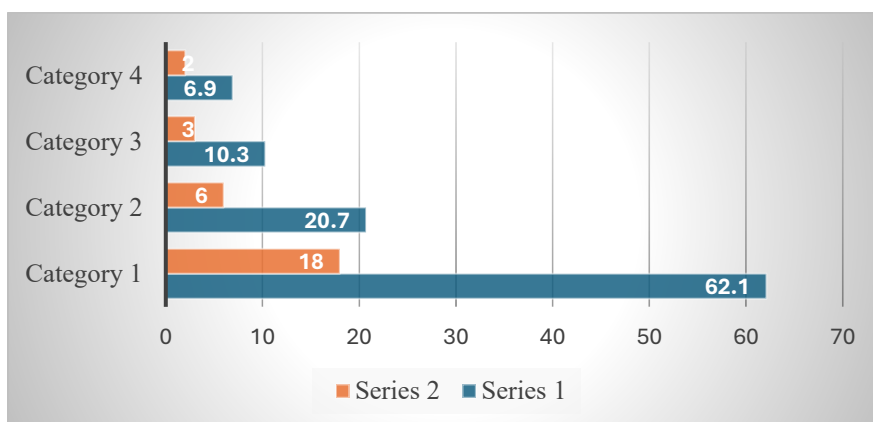


Note: Survey questions were formulated during the 2025 second academic term.

Regarding this result, the 69% considered that learning platforms are adapted to their learning needs. On the other hand, categories two and three together account for 31%. It can be observed that Category One received the highest acceptance.

Figure 3

Do professors provide clear instructions for using the platforms?



Note: Survey questions were formulated during the 2025 second academic term.

In this section, the results are shown in a chart. The items were focused on Students' satisfaction with the learning process, specifically regarding the use of learning platforms at the University of Panama.

Table 1

Learning platforms

Item	Category - 1	Category - 2	Category - 3	Category - 4
	Strongly agree	Agree	Neutral	Disagree
The Teams learning platforms, Moodle, and Classroom, are easily accessible.	65.5	24.1	10.3	
Notifications received through Teams, Moodle, and Classroom are helpful and timely.	55.2	37.9	6.9	
The Teams learning platforms, Moodle, and Classroom, are easily accessible.	69	24	6.9	
I feel comfortable using Teams, Moodle, and Classroom platforms, even without help.	69	20.7	3.4	
The tools provided when using the Teams, Moodle, and Classroom platforms are easy to use.	58.6	27.6	13.8	
The visual design provided by the Teams, Moodle, and Classroom platforms is pleasing.	62.1	34.5	3.4	
The platforms, Teams, Moodle, and Classroom help me improve communication with my professors.	48.3	41.4	6.9	3.4

The Teams, Moodle, and Classroom platforms are operating stably and free of recurring technical issues.	58.6	37.9	3.4	
I find the Teams, Moodle, and Classroom platforms easy to use.	65.5	27.6	6.9	

Note: Survey questions were formulated during the 2025 second academic term.

Regarding the item, "the Teams learning platforms, Moodle, and Classroom are easily accessible", with a strong agreement selection of 65.5 percent. The second item, "The visual design provided by the Teams, Moodle, and Classroom platforms is pleasing," received 62.1% of the votes. Moreover, the third selection, with strong agreement, at 65.5 percent, "I find the Teams, Moodle, and Classroom platforms easy to use." These items provide an overview of the acceptance of Moodle and Classroom as learning platforms, as well as how they are perceived during use, which is generally considered easy.

Discussion

The use of learning platforms increases students' learning autonomy, as they maintain their interest in working on what they need to know, discover, and figure out. Moodle and classroom platforms, each with its unique functionality, help make the learning process more pleasant and encourage students to identify potential difficulties, which is one of the strongest student abilities they can explore. However, teachers' guidance is crucial to align platforms with learners' engagement to support self-instruction. Those results are shown in the results of Figure 1.

In addition, students' perceptions regarding the interaction of professors and platforms showed high acceptance, which is positive for enriching the teaching-learning process. On the other hand, according to the results in Figure 2, platforms are adapted to students' needs. It seems that, thanks to the platforms' versatility, students can explore new research topics that could significantly enhance their ability to meet the required competencies.

Additional adaptations, tools, advantages, and disadvantages may be included to demonstrate that platform use can influence learners' perceptions. According to Table 1, one of the most remarkable items to be addressed received positive acceptance regarding the versatility of using the platforms, which is a real advantage that connects students' interests, teachers' guidance, and platform utility.

Finally, the topic focused on knowing a possible negative barrier that could be a bias in learning with the support of professors due to the use of platforms, as shown in Table 1, the result was 3.4, which proves a minimal amount of the use of platforms to limit professor and students' interactions. Now, it is remarkable to continue observing students' behavior when using learning platforms as tools to help reach comprehension and understanding of a target topic.

Conclusion

The University of Panama has opted to use the Moodle platform, alongside other platforms, to create a new learning style trend. Since COVID-19, students and professors have needed to migrate toward a system that allows them to engage in a real learning context. Advantages and disadvantages were analyzed, and through their use, the effectiveness could be tasted.

This research was motivated by the desire to understand students' perceptions of the use of certain platforms and yielded relevant data. The professor's guidance on creating meaningful activities that enhance students' engagement and motivation to use the platforms was very satisfying to discover. Also, the flexibility of platform use was another significant result, as shown in students' answers.

The positive students' perception of the use of the platforms as a learning tool helper might be focused on some didactic resources such as forums, videos, and chat for discussions, uploading fields, and, most remarkably, the limited time to perform the assignments, creating on student the capacity to work at their own pace but with limited time. Another positive feature of the platforms that might be the focus of the next study might be the way of evaluation that platforms offer, and how students and professors administer this important element during the teaching and learning process.

It is crucial that the University of Panama continue exploring, using, and administering tech platforms to make higher education instruction more effective and motivating for students to engage with.

References

- Assaf, F., & Solhi, M. (2023). Effectiveness of digital education in English language learning from undergraduate students' perspective. *Türk Eğitim Değerlendirmeleri Dergisi*, 3(3), 32–49. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3746908>
- Barker, J., & Gossman, P. (2013). The learning impact of a virtual learning environment: Students' views. *TEAN Journal*, 5(2). <http://bit.ly/AtMwtr>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Cullingford, C., & Haq, N. (2009). *The Effects of Technology, Computers, Schools and Students*. 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN711, Third Avenue, New York, NY 10017, USA: Routledge.
- Hamilton, B. (2015). *Integrating Technology in the Classroom: Tools to Meet the Needs of Every Student*. International Society for Tech in Ed.
- Irzawati, I. (2021). The Utilization of Digital Platforms in Online Learning: EFL Students' Perspectives. *Indonesian EFL Journal*. 7(2), pp.131–138. <https://doi.org/10.25134/ieflj.v7i2.4566>
- Khan, R., & Qudrat-Ullah, H. (2021). *Adoption of LMS in higher educational institutions of the Middle East* (1st ed.). Springer Nature.
- Likert, R.A. (1932). Technique for the Measurement of Attitudes. *New York: Archives of Psychology*, 22, 5-55
- Moonma, J. (2021). Google Classroom: Understanding EFL students' attitudes towards its use as an online learning platform. *English Language Teaching*, 14(11), 38. <https://doi.org/10.5539/elt.v14n11p38>
- Nanayakkara, C. (2007). A Model of User Acceptance of Learning Management Systems: A Study within Tertiary Institutions in New Zealand. *The International Journal of Learning: Annual Review* 13 (12): 223–232. doi:10.18848/1447-9494/CGP/v13i12/45146., 10.
- Nor Azam, N.H., Abidin, N.E., & Entigar, G.S. (2021). Microsoft Teams and Online Distance Learning: An Academic Perspective. *Journal of Islamic, Social, Economics and Development (JISED)*, 6 (36), 115 - 120.
- Rahayu, P., Mustofa, M., & Rahmah, D.A. (2022). The effectiveness of using moodle to the students. *Premise: Journal of English Education and Applied Linguistics*, 11(2), 316– 328. <https://doi.org/10.24127/pj.v11i2.4540>
- Rojabi, A.R. (2020). Exploring EFL students' perception of online learning via Microsoft Teams: University level in Indonesia. *English Language Teaching Educational Journal*, 3(2), 163–173. <https://doi.org/10.12928/eltej.v3i2.2349>
- Shelly, G., Gunter, G., & Gunter, R. (2010). *Teachers Discovering Computers: Integrating Technology and Digital Media in the Classroom*. 20 Channel Center Street, Boston, MA 02210, USA: Cengage Learning.



Sun, P.-C., Tsai, R., Finger, G., Chen, Y.-Y., & Yeh, D. (2008, 5). What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education*, 50(4), 1183–1202. doi:10.1016/j.compedu.2006.11.007