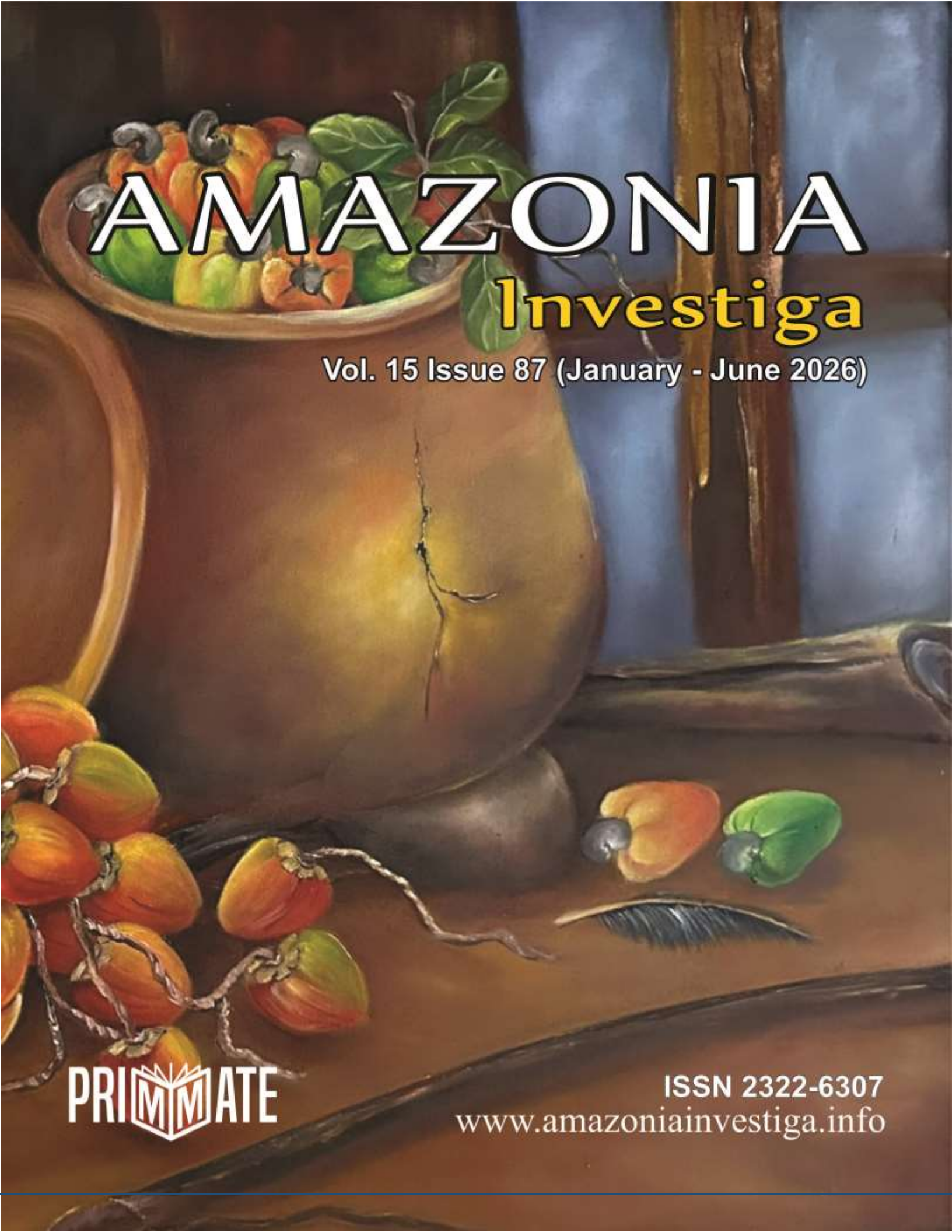




AMAZONIA

Investiga

Vol. 15 Issue 87 (January - June 2026)

PRIMATE

ISSN 2322-6307
www.amazoniainvestiga.info

Editor in Chief**Diego Felipe Arbeláez Campillo**Master of Science in Education. Publishing CEO Primmate (Colombia).
Research Group Primmate (Colombia).

Research Group Languages, Representations and Education, Universidad de la Amazonia (Colombia)

Coeditor**Magda Julissa Rojas Bahamón**Doctor Education and Environmental Culture, Surcolombiana University.
Professor IE Jorge Eliécer Gaitán. Researcher recognized by the Ministry of Sciences of Colombia (Colombia)

Editorial Team**Dr. Getman Anatolii P.** Doctor of Legal Sciences, Professor,
Rector of Yaroslav Mudryi National Law University, (Ukraine)**Dr. Frolov Mykola Oleksandrovych.** Rector Zaporizhzhia
National University. Doctor of Science in History, Professor
Honored Worker of Education of Ukraine, Academician of the
National Academy of Educational Sciences of Ukraine, People's
Deputy of Ukraine of 8th convocation, (Ukraine)**Dr. Ana Heredia.** Ph.D. in Science Education. Master (Ms) in
Cognitive Science and Neuroscience. Bachelor's degree in
Biology. Consultant. Research Solutions Manager for Latin
America South (2014 to 2016). ORCID Regional Director, Latin
America (2017 to present) (Brazil)**Dr. Yaroslav Tsekhmister.** Doctor of pedagogical sciences,
professor, full member (academician) of the National Academy
of Pedagogical Sciences of Ukraine, Ukrainian Medical Lyceum,
National Medical University named after O.O. Bogomolets,
(Ukraine)**Dr. Marcela Amaro Rosales.** Instituto de Investigaciones
Sociales UNAM.**Dr. Tetiana Kolomoiets.** Dean of Law Faculty
of Zaporizhzhia National University, Ukraine. Doctor of Legal
Science, Professor, Corresponding Member of the National
Academy of Legal Sciences of Ukraine, Honored Lawyer of
Ukraine, (Ukraine)**Dr. Miguel Armando López Leyva.** Doctor in Social Sciences
with specialization in Political Science from the Latin American
Faculty of Social Sciences Mexico Headquarters (Flacso-
Mexico). Director of the Social Research Institute, National
Autonomous University of Mexico, UNAM, (Mexico).**PhD. Ligia Terezinha Lopes Simonian.** Universidad Federal
del Pará. Belém. Professor Nucleus of Higher Amazonian
Studies. (Brazil).**PhD. Oleksandr Kuchai.** National University of Life and
Environmental Sciences of Ukraine. (Ukraine).**PhD. Maxym Tkalych.** Associate Professor of Civil Law
Department of Zaporizhzhia National University, (Ukraine).**Dr. Joan J. Solaz-Portolés.** Doctor in Chemical Sciences and Full
Professor of the Didactics of Experimental Sciences. University
of Valencia, Spain. (Spain)**Dr. Komal Khalid.** King Abdulaziz University. Associate
Professor - Human Resource Management. Jeddah, (Saudi
Arabia).**Dr. Mamdouh Mosaad Helali.** King Faisal University.
Assistant professor. Al Ahsa, (Saudi Arabia).**PhD. Danilyan Oleg G.** Doctor of Philosophical
Sciences. Professor, Head of the Department of Philosophy,
Yaroslav Mudryi National Law University (Ukraine).**Amal Alzahrani.** Assistant Profession of Instructional
Technology College of Education, University of Hail, (Saudi
Arabia).**PhD. Nadiia Skliar.** Ph.D. in Economics, Post-Doctoral
Fellow. National Institute for Strategic
Studies, Kyiv, Ukraine. Associate Professor of the Department
of State and Legal Disciplines. Donetsk Law Institute, MIA of
Ukraine, Kryvyi Rih, (Ukraine).**PhD. Inna Ivanovna Osadchenko.** Professor, Doctor of
Pedagogical Sciences, Department of Social Work and
Rehabilitation, National University of Bioresources and Nature
Management of Ukraine, (Ukraine).**Dr. Tetiana Faichuk.** Potebnia Institute of Linguistics of the
National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv. (Ukraine).**Dr. Juan L. Manzano Kienzler.** Doctor of Education
Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL).
(Venezuela).**Dr. Ely Medina.** Doctor of Education. University of Carabobo,
(Venezuela).**PhD. Popovych Ihor Stepanovych.** Doctor of Psychological
Sciences. Full Professor of Department General and Social
Psychology, Kherson State University. Kherson, (Ukraine).**Dr. Bell Manrique Losada.** Doctor in Engineering. Professor
University of Medellín. (Colombia).

PhD. Eduardo Saguier. Ph.D. Washington University, St. Louis, Missouri, (Argentina).

PhD, EdD. Olena Budnyk. Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Director of the Center for Innovative Educational Technologies "PNU Ecosystem", Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, (Ukraine).

PhD. Tatsiy Vasyl Ya. Doctor of Legal Sciences. Professor, Rector's advisor Yaroslav Mudryi National University of Law (Ukraine). Editor from 2019 to 2022. His contributions to the field of legal sciences and his dedication to our editorial team were invaluable. Rest in Peace, (Ukraine).

Scientific Team

Salud Adelaida Flores Borjabad. Professor at the University of Seville/Research Group: HUM1093: History, Civilization and Arab-Islamic Culture, (Spain).

PhD. Georgina María Esther Aguirre Lora. Doctor of Pedagogy. President of the Mexican Society for the History of Education. UNAM, (Mexico).

M.Sc. Paola Julie Aguilar-Cruz. English Language Teacher and researcher, Universidad de la Amazonia. Florencia, Caquetá, Colombia. Holds a master's in education and specialist degree in pedagogy, (Colombia)

Dr. Ademar Santos de Araújo. Research Group of the Center for Popular Education and Economic and Social Research (CEPPES). Contemporary History/Education, Uni-Araguaia University Center, (Brazil)

Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior. Doctor of Crop Systems. Coordinator of the Center for Research in Phytotechnics. Full Professor at UniFIMES - Mineiros University Center. Research Group UniFIMES - Mineiros University Center, (Brazil).

Dr. Clarimar José Coelho. Doctor of Electronic Engineering and Computing. Scientific Computing Laboratory / Pontifical Catholic University of Goiás / UniEvangélica. Artificial intelligence, pattern recognition, mathematical and computational models, Scientific Computing Laboratory / Pontifical Catholic University of Goiás / UniEvangélica, (Brazil).

Dr. Luan Luan. Doctor of Philological Sciences. School of Foreign Languages and Literature, Wuhan University. Wuhan, (China).

Dr. Ressiliane Ribeiro Prata-Alonso. Post-doctor in Environmental Sciences. Araguaia University Center, researcher, professor, Extension coordinator, (Brazil).

PhD. Reyber Parra, Doctor in Education, University of Zulia, Venezuela.

PhD. Tetiana Fisenko, PhD in Social Communications, Assistant Professor, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute.

Dr. Saura Soraia Chung. Professor at School of Physical Education and Sports. Research Group PULA Centro de Estudos Socioculturais. Universidad de São Paulo, (Brazil).

Dr. Olena Stashchuk. Lesya Ukrainka Volyn National University: Lutsk, UA, (Ukraine).

Dr. Darci Schnorrenberger. Federal University of Santa Catarina. Doctorate in Business Administration. Associate Professor in the Department of Accounting Sciences, (Brazil).

Dr. Emil José Hernández – Ruz. Dr. Genetic and Molecular Biology. Universidade Federal do Pará, Altamira. Conservation Genetic and Amazonian diversity, (Brazil).

Dr. Priscilla Guedes Gambale. São Miguel do Iguaçu College, Faei, Paraná, (Brazil).

PhD. Zbigniew Kaźmierczyk. Department of History of Literature at the Institute of Polish Language and Literature at the University of Gdańsk. Associate professor. The head of the scientific and research Laboratory of Ethnogenetic Literature, (Poland).

PhD. Pablo Vommaro. Research professor at the University of Buenos Aires, CONICET and CLACSO (Latin American Council of Social Sciences), (Argentina).

Dr. Beata Trojanowska. Kazimierz Wielki University. Dean of Education of the Faculty of Literature Study in Bydgoszcz, (Poland).

PhD. Luis Antonio García Gutiérrez. Doctor in Electronic Engineering Université De Toulouse. Doctor in Electronic Engineering University of the Andes. Post-doctor LAAS-CNRS Electronic Engineering. Toulouse University, (France).

Ph.D. Carmen Beatriz Torres. Santo Tomas University, (Colombia)

Dr. Jesica Arcangeli. Graduate Studies in Biological Sciences. Department of Zoology, Institute of Biology, National Autonomous University of Mexico, (Mexico).

Ph.D. Ademir Araujo da Costa. Federal University of Rio Grande do Norte, (Brazil).

Ph.D. Nyuara Araujo da Silva Mesquita. Federal University of Goiás, (Brazil).

Ph.D. Paulo Moreira Pinto. Universidade Federal do Para, (Brazil)

Ph.D. Marcio David Macedo Da Silva. Doctor of Social and Environmental Sciences, NAEA/UFPA - Nucleo de Altos estudos Amazônicos, (Brazil).

Ph.D. Rafael Gerardo Arce. Doctor of Humanities and Arts with a Major in Literature. Faculty of Humanities and Arts. National University of Rosario, (Argentina).

Ph.D. Carlos Angel Arboleda Mora. Catholic University Foundation of the North, (Colombia).

PhD. Pablo Martínez Calleja. Leuphana University Lüneburg, (Germany).

M.Sc. Juan de Dios Rodríguez. Dean of the Pedagogical and Technological University of Colombia, (Colombia)

Dr. Jorge J. Villasmil Espinoza. Universidad del Zulia, Venezuela.

PhD. Ana Cristina Rocha Silva. PhD in Socioenvironmental Development from PPGDSTU/NAEA/UFPA and professor at UNIFAP (Federal University of Amapá), (Brazil).

PhD. Gian Carlo Delgado Ramos. Doctor of Environmental Sciences, Autonomous University of Barcelona. National Autonomous University of Mexico (UNAM), (Mexico).

PhD. Nelson Ernesto López. Director of the Doctorate in Education and Environmental Culture, Universidad Surcolombiana, (Colombia).

PhD. John Alexander Rojas Montero. National Pedagogical University, (Colombia).

PhD. Alfredo Olaya. Doctor in Hydraulic Engineering. Professor Universidad Surcolombiana, (Colombia).

Ph.D. Denise Machado Cardoso. Federal University of Para, (Brazil)

Ph.D. Luz Stella Cañón Cueca. Bogotá Secretariat of Education, (Colombia)

Lic. Kelly Rebeca Infante Díaz. Bachelor of Library Science, Institute of Advanced Studies Foundation - IDEA, (Venezuela).

PhD. Fredy Alexis Rivera Angel. Doctoral student in Sciences. Socioenvironmental Development at NAEA, Federal University of Pará. NAEA, Federal University of Pará, (Brazil).

Dr. Miguel Angel Alcalde. Doctor of Biotechnology from the University of Barcelona. Master's in Biotechnology. University of Barcelona, (Spain).

Dr. Sergio Daniel Cubides Cubillos. Doctor of Biotechnology (IPT/USP/Instituto Butantan). University of São Paulo, Institute of Biomedical Sciences - SP, (Brazil)

Dr. Angela Maria Alvarez Gómez. Post-Doctoral fellow Centre of Excellence in New Target Discovery, Butantan Institute, Sao Paulo, (Brazil).

PhD. Martha Cecilia Arbelaéz Gómez. Doctor of Educational Psychology. Technological University of Pereira, (Colombia)

Dr. Yan Kapranov. Doctor of Philological Sciences, Associate Professor at Kyiv National Linguistic University (Kyiv, Ukraine).

Layout Assistant
Katherine Rojas
Systems Technologist

Technical Support
Jorge Alberto Vargas
Systems Engineer. OJS Support.

The content of the published articles is the responsibility of the authors and does not reflect the point of view or opinion of the editors or Primmate.



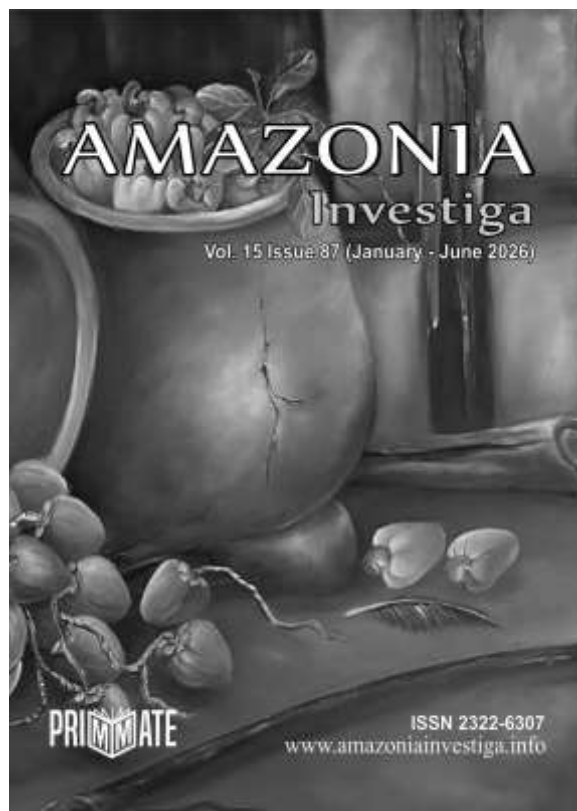
DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01>



AMAZONIA
Investiga

Virtual, multidisciplinary and monthly scientific publication

VOLUME 15 - ISSUE 87



Cover image

Based on the work of master Wilgberto Ramírez

INDEXATIONS



Power by:



TABLE OF CONTENTS

Estrategias didácticas y formación de competencias fundamentales en educación secundaria: Un estudio en Baní, República Dominicana.....	9
Obtenção e caracterização físico-químicas de <i>Spondias Mombin</i> como potencial irrigante endodôntico: Um estudo preliminar	24
Lisan Wasi: El regreso del puma a la Amazonía Ecuatoriana	35
Phytochemical profile and physicochemical characterization of the endemic vine <i>Tynanthus croatianus</i> (Bignoniaceae) in Costa Rica	38
Navigating the investment and securities Act 2025: A comparative legal framework for cryptocurrency regulation in Nigeria.....	48
Gamificación e innovación pedagógica: impacto en el aprendizaje del género lírico en entornos escolares.....	67
Impacto de la digitalización en la competitividad de las MiPymes: Un estudio cualitativo con 486 actores del ecosistema empresarial mexicano	78
Comprensión conceptual de Sistemas de Ecuaciones Lineales en secundaria: una propuesta didáctica con GeoGebra	93

"Science advances not only by expanding our knowledge but also by revealing the beauty and complexity of the universe we inhabit. Today we celebrate the tireless commitment of researchers who seek answers and solutions to improve our world."

"La ciencia avanza no solo expandiendo nuestro conocimiento, sino también revelando la belleza y la complejidad del universo que habitamos. Hoy celebramos el compromiso incansable de los investigadores que buscan respuestas y soluciones para mejorar nuestro mundo."

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.1>

How to Cite:

Álvarez González, L.A. (2026). Estrategias didácticas y formación de competencias fundamentales en educación secundaria: Un estudio en Baní, República Dominicana. *Amazonia Investiga*, 15(87), 9-23. <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.1>

Estrategias didácticas y formación de competencias fundamentales en educación secundaria: Un estudio en Baní, República Dominicana

Teaching strategies and the development of fundamental competencies in secondary education: A study in Baní, Dominican Republic

Received: December 15, 2025

Accepted: January 15, 2026

Written by:

Leonardo Alberto Álvarez González¹<https://orcid.org/0000-0002-6628-1648>

Resumen

Este estudio analiza la aplicación de estrategias didácticas para la formación de competencias en el nivel secundario de Baní, República Dominicana, en el marco del currículo promovido por el Ministerio de Educación (MINERD). Con un enfoque cualitativo se examinaron las prácticas docentes, los significados atribuidos a las estrategias didácticas, el diseño curricular y la gestión del contexto educativo. Se trabajó con 7 docentes y 2 coordinadores de dos centros. Se emplearon entrevistas semiestructuradas, observación de docentes y análisis documental. Los hallazgos indican estrategias mayoritariamente participativas y contextualizadas, con limitaciones en la diversidad de uso y en la formación docente, además de desafíos por ritmos de aprendizaje heterogéneos y baja implicación familiar. El currículo por competencias se valora por su flexibilidad y su enfoque en la formación integral del estudiante, destacando competencias fundamentales: científica y tecnológica; comunicativa; de pensamiento lógico, creativo y crítico; resolución de problemas; ética y ciudadana; ambiental y de la salud; y de desarrollo personal y espiritual. La gestión pedagógica, entendida como parte integral de la gestión del contexto educativo, enfatiza la planificación contextualizada, el uso pedagógico de recursos y la evaluación formativa para el desarrollo efectivo de las competencias. Este estudio aporta evidencia sobre factores que condicionan la formación de competencias y recomienda fortalecer la formación docente en estrategias diversificadas y promover programas de participación familiar para mejorar la calidad educativa.

Palabras clave: estrategias didácticas, competencias fundamentales, currículo por competencias, gestión del contexto educativo, gestión pedagógica.

Abstract

This study analyzes the application of teaching strategies for competency development at the secondary level in Baní, Dominican Republic, within the framework of the curriculum promoted by the Ministry of Education (MINERD). Using a qualitative approach the study examined teaching practices, the meanings attributed to instructional strategies, curriculum design, and the management of the educational context. Seven teachers and two coordinators from two schools participated in the research. Semi-structured interviews, teacher observation, and document analysis were employed. The findings indicate predominantly participatory and contextualized strategies, with limitations in the diversity of their use and in teacher training, as well as challenges posed by heterogeneous learning paces and low family involvement. The competency-based curriculum is valued for its flexibility and its focus on the holistic development of students, highlighting fundamental competencies: scientific and technological; communicative; logical, creative, and critical thinking; problem-solving; ethical and civic; environmental and health; and personal and spiritual development. Pedagogical management, understood as an integral part of managing the educational context, emphasizes contextualized planning, the pedagogical use of resources, and formative assessment for the effective development of competencies. This study provides evidence on factors that influence competency development and recommends strengthening teacher training in diversified strategies and promoting family participation programs to improve educational quality.

Keywords: teaching strategies, fundamental competencies, competency-based curriculum, management of the educational context, pedagogical management.

¹ Consorcio de universidades UCNE UAPA, UCATECI y UTECO. Facultad Educación, San Francisco de Macorís, República Dominicana. Email: leonardo_alvarez@ucne.edu.do



Introducción

En la República Dominicana, el Ministerio de Educación (MINERD) ha impulsado, a lo largo de las últimas décadas, reformas educativas dirigidas a mejorar la calidad del sistema educativo. Una de las iniciativas más significativas es la adopción de un currículo basado en competencias que sitúa al estudiante como protagonista de su proceso formativo. Este enfoque marca la intencionalidad del uso de estrategias didácticas, lo que promueve la construcción activa del conocimiento y el desarrollo de competencias fundamentales para afrontar los desafíos del mundo contemporáneo.

Los antecedentes teóricos sobre el tema muestran una evolución histórico-pedagógica que resalta el papel activo del estudiante como constructor del conocimiento y enfatiza la necesidad de metodologías centradas en él. Sin embargo, esta evolución teórica enfrenta desafíos prácticos sustanciales en la región. Estudios recientes en América Latina evidencian que, si bien existen avances en la incorporación curricular de las competencias, persisten desafíos significativos en términos de permanencia escolar, calidad del aprendizaje y pertinencia educativa, lo que se refleja en las dificultades que presentan los estudiantes en el desarrollo de competencias fundamentales para su vida académica y profesional. Según Arias Ortiz et al. (2023), más del 35.0 % de los jóvenes en la región no culmina la educación secundaria, y un porcentaje significativo de estudiantes no alcanza competencias mínimas en áreas básicas.

En República Dominicana estas problemáticas se acentúan por desigualdades sociales y económicas persistentes que afectan el acceso, la calidad y los resultados educativos. Las elevadas tasas de deserción entre adolescentes indican la continuidad del abandono escolar temprano, dado que el 3.05 % de los de 12 años y el 32.09 % de los de 17 están fuera del sistema educativo (Iniciativa Dominicana por una Educación de Calidad [IDEC], 2025). En este contexto, las estrategias didácticas se posicionan como elementos indispensables para superar dichas brechas, ya que fomentan la participación activa, el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo, además de atender a la diversidad mediante ambientes flexibles, interactivos y contextualizados para lograr una formación integral y pertinente.

Este estudio se sitúa en Baní, un municipio representativo de dichos desafíos, donde se observan prácticas educativas con rigidez y escasa actualización metodológica. Algunos docentes persisten en el uso de estrategias tradicionales o repetitivas, con una limitada vinculación escuela-familia-comunidad y sin adecuarlas a las características heterogéneas del estudiante, lo que limita el desarrollo pleno de sus competencias.

Este panorama evidencia la necesidad de una mirada contextualizada y detallada sobre la cultura profesional docente para identificar posibilidades de cambio, ya que el proceso de gestión del contexto educativo demanda un estudio pormenorizado. Por ello, el interés científico de la investigación radica en aportar, desde un enfoque cualitativo, conocimiento sobre cómo se interpretan e implementan las estrategias didácticas en la práctica docente en un contexto marcado por las reformas curriculares y diversidad social y cultural. En correspondencia, la investigación plantea la siguiente pregunta científica: ¿Cómo interpretan e implementan los docentes de Baní las estrategias didácticas para la formación de competencias fundamentales en el nivel secundario? El estudio se centra en las prácticas registradas durante el año académico 2024-2025 entre docentes y coordinadores de dos centros educativos de Baní.

Esta perspectiva holística supera la mera descripción para interpretar significados y prácticas, colaborando con la comprensión crítica y la mejora de la gestión pedagógica. El estudio se contextualiza en un municipio representativo de los desafíos educativos de la República Dominicana, lo que contribuye a superar la generalización de investigaciones previas. Esta comprensión detallada facilita la adaptación de métodos de enseñanza y el desarrollo de estrategias para superar los obstáculos identificados, con impacto directo en la mejora de la realidad educativa local.

Desde estas perspectivas, la investigación está dirigida a interpretar el significado atribuido a la aplicación de estrategias didácticas para la formación de competencias fundamentales, concebidas en el currículo del nivel secundario, en Baní, República Dominicana.

Revisión de la literatura

La implementación efectiva de un currículo por competencias depende de la articulación coherente de tres pilares conceptuales y prácticos: las estrategias didácticas, el diseño curricular y la gestión del contexto

educativo que lo hace viable. Esta revisión discute críticamente las interrelaciones, tensiones y los consensos teóricos que enmarcan la problemática de estudio.

Estrategias didácticas: concepciones generales

Las estrategias didácticas constituyen un elemento central en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Actúan como herramientas mediadoras que los docentes emplean para facilitar aprendizajes relevantes y significativos, con el propósito de formar estudiantes capaces de actuar como agentes de cambio. La conceptualización de este término ha sido abordada desde perspectivas complementarias que, aunque varían en su énfasis, coinciden en reconocer su carácter intencional y adaptativo.

Las discusiones sobre estrategias didácticas se organizan en torno a tres ejes complementarios: planificación, procedimiento y funcionalidad. Urresta-Paillacho et al. (2025) enfatizan la planificación sistemática, inclusión de dinámicas lúdicas, cooperativas, flexibles y reflexivas como ejes de la acción didáctica. En contraste, Díaz-Barriga & Hernández (2010) adoptan una visión procedimental y adaptativa, definiendo las estrategias como procedimientos que articulan técnicas específicas a contextos y condiciones particulares, con el fin de mitigar problemas y responder a exigencias académicas. Hernández Arteaga et al. (2015) intentan conciliar ambos enfoques al proponer una visión funcional orientada a resultados concretos, que exige criterios evaluables sin renunciar a la flexibilidad. Esta perspectiva funcional actúa como un marco orientador y coordinador para alcanzar coherencia y sentido en las acciones educativas para la formación de competencias e implica la implementación de criterios, procedimientos e instrumentos de evaluación formativa, por ejemplo, rúbricas y portafolios.

Estas posturas no son mutuamente excluyentes; la evidencia empírica sugiere que la eficacia pedagógica depende de integrar planificación explícita (rúbricas, secuencias) con mecanismos de ajuste contextual (andamiaje, retroalimentación) y criterios de evaluación que permitan verificar resultados. Cada enfoque requiere condiciones operativas específicas; por ejemplo, tiempo institucional para planificación, formación docente continua y recursos materiales que determinan su viabilidad y alcance. En la práctica, la ausencia de cualquiera de estos elementos explica la variabilidad de los efectos observados en el aula.

El debate entre estas posturas encuentra un punto de síntesis en visiones más contemporáneas que integran dimensiones relacionales y críticas. Así, Zambrano-Sánchez & Gallego-Macías (2022) sostienen que estas estrategias favorecen la interacción comunicativa y potencian su pensamiento crítico, al integrar componentes cognitivos y actitudinales. Aunque esta perspectiva dialógica amplía el foco hacia la construcción colectiva del conocimiento, si la evaluación se limita a indicadores cognitivos tradicionales, las dimensiones comunicativas y actitudinales quedan invisibilizadas.

Más allá de sus diferencias de énfasis, estas concepciones entienden las estrategias didácticas como mediadoras intencionales entre docente, estudiante y contexto; su diseño e implementación exige planificación reflexiva y flexibilidad para responder a las dinámicas del aula. Esta tensión creativa entre estructura y adaptación constituye el núcleo del desafío docente en el marco de un currículo por competencias.

Díaz-Barriga & Hernández (2010) sostienen que las estrategias didácticas deben conducir a la adquisición de conocimientos, la interiorización razonada de valores y al aprendizaje complejo mediante la participación del estudiante en contextos educativos reales. Sin embargo, esta perspectiva se tensiona con enfoques que priorizan la estructura curricular y la evaluación sistémica como condiciones para favorecer la transferencia del aprendizaje.

Entre las estrategias didácticas recomendadas en la literatura figuran la indagación dialógica, la inserción en el entorno, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y los juegos cooperativos. Cada una se define por su potencial formativo, pero exige condiciones distintas para ser efectiva. Sin

Camargo & Useche (2015) defienden la indagación dialógica por su capacidad para promover el pensamiento reflexivo, crítico y creativo mediante la formulación de preguntas, aunque su impacto depende del andamiaje docente y de la evaluación formativa que acompañe las actividades de indagación. Álvaro & Garrido (2003) argumentan que la inserción en el entorno fortalece la interacción social y la influencia de las relaciones entre individuo y sociedad, pero sin una planificación que vincule objetivos de

aprendizaje y evaluación, la experiencia contextual puede quedar desvinculada de los resultados académicos esperados.

El ABP (Torres-Toukoumidis et al., 2020) sitúa al estudiante ante problemas reales e incentiva soluciones mediante actividades planificadas y articuladas en trabajo colaborativo, pero requiere planificación, rúbricas claras y mecanismos de evaluación para evitar resultados heterogéneos; los juegos cooperativos (Callado, 2004) fortalecen la cohesión social, facilitan la formación de competencias socioemocionales y al aprendizaje compartido, aunque su contribución a competencias académicas exige criterios de evaluación.

El MINERD (2016) incluye el debate y la dramatización como estrategias factibles en el nivel secundario; sin embargo, su eficacia está mediada por la formación docente y por la disponibilidad de tiempos y espacios adecuados para su implementación. En síntesis, la elección metodológica debe articularse con instrumentos evaluativos y condiciones institucionales; sin andamiaje, rúbricas y apoyo formativo, incluso las estrategias más prometedoras producen efectos limitados o desiguales.

A pesar de estas recomendaciones, estudios recientes, como el de Cuaspué-Meneses et al. (2024), documentan una débil correspondencia entre las políticas y las prácticas pedagógicas en el aula e identifican sus causas operativas. Así, la adopción efectiva de estrategias didácticas se ve limitada por la falta de motivación docentes, la insuficiente formación continua y las condiciones institucionales, factores que explican las variaciones en los resultados de aprendizaje. Estos estudios, aunque robustos, se apoyan mayoritariamente en fuentes indexadas y tratan de forma limitada investigaciones locales no indexadas y el impacto a largo plazo de las intervenciones.

En conjunto, la revisión muestra que las estrategias didácticas son necesarias, pero no suficientes. Su efectividad adquiere su pleno sentido cuando se articulan con un diseño curricular centrado en competencias que traduzca sus propósitos generales en objetivos instruccionales, criterios de evaluación y secuencias didácticas coherentes para cerrar la brecha entre intención y práctica.

Diseño Curricular y Currículo por Competencias

El diseño curricular basado en competencias constituye un paradigma educativo que trasciende la mera acumulación de conocimientos y se orienta hacia la formación integral y contextualizada de capacidades aplicables en situaciones reales. Aunque múltiples perspectivas convergen en sus principios básicos, difieren en prioridades operativas (contextualización, evaluación, participación social). Esta revisión busca contrastar esas prioridades y mostrar cómo las tensiones teóricas se traducen en retos prácticos para la implementación.

Una premisa fundamental compartida por diversos autores es la centralidad del contexto en el diseño curricular. Tyler (1949) y Velásquez Barrenechea (2007) coinciden al reconocer que la pertinencia educativa depende de la capacidad del currículo para alinear las respuestas formativas con las demandas reales del entorno, sin embargo, difieren en el énfasis metodológico. Tyler plantea un diseño orientado a necesidades sociales generales, mientras que Velásquez insiste en procesos de contextualización participativa con agentes locales. La literatura muestra que reconocer el contexto no garantiza su incorporación efectiva, se requieren mecanismos operativos (diagnóstico contextual, participación comunitaria) para que la pertinencia deje de ser retórica y se convierta en práctica.

Zabalza Beraza (2012) sostiene que la construcción curricular debe orientarse desde una perspectiva socioformativa que responda a las necesidades más apremiantes del contexto y cuyo programa se defina con la participación de los diferentes actores sociales. Esta perspectiva democratizadora contrasta con enfoques tecnocráticos que privilegian la eficiencia y la estandarización. La construcción colectiva amplía legitimidad y persistencia, pero exige procesos participativos y tiempos institucionales.

El núcleo conceptual de este enfoque, la competencia, se define en dos dimensiones complementarias: integración de saberes y desempeño situado. Zabala & Arnau (2007) enfatizan la movilización integrada de componentes actitudinales, procedimentales y conceptuales; en una línea similar, pero con distinto énfasis, Perrenoud (2008) subraya la capacidad de actuar eficazmente en situaciones concretas, subrayando su carácter aplicado y situado. Estas definiciones convergen en la idea de que la competencia exige tanto diseño curricular que integre saberes como instrumentos que permitan observar y evaluar desempeños en

contextos reales; la ausencia de dichos instrumentos convierte la definición en enunciado normativo sin traducción práctica.

Estas concepciones teóricas encuentran una expresión concreta en el marco normativo dominicano. El MINERD (2016), reconoce que la competencia implica la actuación eficaz y autónoma de las personas en distintos contextos, mediante la implementación de conceptos, procedimientos, actitudes y valores. Esta perspectiva institucional sistematiza elementos de las concepciones académicas anteriores y establece una tipología tripartita: competencias fundamentales, específicas y laborales-profesionales; lo que estructura la implementación curricular en el país.



Figura 1. Competencias identificadas por el MINERD

Fuente: MINERD (2016). Elaboración propia

Al particularizar en las competencias fundamentales, Delors (1996) sostiene que la educación debe preparar a los estudiantes para aplicar sus conocimientos en la práctica y contribuir a la sociedad. Señala, además, la importancia de "aprender a ser", es decir, de desarrollar la personalidad y los valores éticos de los estudiantes. Esta visión humanista converge con el enfoque del MINERD (2016), que articula un conjunto amplio de dimensiones: ética y la ciudadanía; relaciones sociales; valoración del entorno; reconocimiento histórico; ciudadanía y comunicación responsables; pensamiento lógico, creativo y crítico, que incluye el razonamiento estructurado y la formulación de conclusiones fundamentadas; resolución de problemas; científica y tecnológica, incluyendo el uso eficiente y responsable de las TIC; ambiental y de la salud; y desarrollo personal y espiritual.

No obstante, la amplitud normativa del MINERD plantea retos operativos. Mientras Delors ofrece la justificación filosófica para una educación integral, la política curricular dominicana traduce esa justificación en categorías concretas que deben ser operacionalizadas mediante objetivos instruccionales y secuencias didácticas. Esa traducción normativa a la práctica docente no se produce de forma automática.

La convergencia teórica entre Delors y el MINERD evidencia consenso sobre la naturaleza integral y contextualizada de las competencias fundamentales; sin embargo, existen estudios que muestran una brecha persistente entre formulación curricular y las prácticas en el aula. En este sentido, Caro (2020) sostiene que

el proceso de construcción de competencias requiere claridad pedagógica para promover el desarrollo de los estudiantes en todos los niveles. Por tanto, las estrategias didácticas deben entenderse como instrumentos que concretan las competencias en acciones evaluables, es decir, que traducen las dimensiones normativas en desempeños observables. La relación entre estrategias didácticas y competencias radica en centrar las primeras como el medio para concretar la formación de las segundas en la práctica pedagógica.

Gestión del contexto educativo

La gestión del contexto educativo es una dimensión crítica para la implementación efectiva del currículo por competencias, ya que media entre la intención normativa y las prácticas escolares. Más que administrar recursos, implica articular condiciones institucionales, sociales y comunitarias con objetivos pedagógicos. Esa articulación plantea tensiones operativas que deben analizarse para comprender por qué la implementación falla o tiene éxito en contextos concretos. Esta gestión opera en múltiples niveles y exige una comprensión compleja de las interacciones que configuran el contexto educativo.

En su fundamentación teórica, la gestión del contexto se apoya en perspectivas que enfatizan la naturaleza social del aprendizaje. Cloninger (2002) sostiene que la interacción social posibilita la creación de significados compartidos, mientras que Muñoz Agredo et al. (2014) profundizan en esta idea al señalar que la cultura configura el marco simbólico y los significados que los estudiantes atribuyen a los contenidos educativos. Desde el constructivismo social, Lit & Shek (2007) complementan esta visión al afirmar que la vida social se construye a través del lenguaje y que el conocimiento se fomenta tras un análisis cuidadoso de sus contextos culturales e históricos. En conjunto, estas perspectivas coinciden en que el sujeto no solo interioriza conocimientos, sino que modela su comportamiento, habilidades y modos de actuación en correspondencia con el desarrollo del entorno social en que actúa. La literatura muestra que no basta con reconocer la dimensión social, es necesario traducirla en diseños institucionales que potencien la formación de competencias.

Para el desarrollo del modelo educativo expresado en el currículo por competencias, el proceso de gestión involucra diversas acciones institucionales. En este estudio, entendemos la gestión del contexto educativo como marco general; la gestión pedagógica es el eje central del proceso de gestión, centrado en la práctica docente.

Panta-Raymundo (2024) concibe una dimensión instrumental en este proceso al describir la gestión pedagógica como la guía que provee herramientas, recursos y estrategias para adaptarse y responder eficazmente a las demandas y desafíos del ámbito educativo actual, atribuyendo al docente la responsabilidad del alcance de los objetivos enfocados a la formación de competencias fundamentales. Esta atribución plantea un riesgo: si la gestión institucional no garantiza condiciones, la responsabilidad recae desproporcionadamente en el docente, lo que limita la sostenibilidad y la equidad de las prácticas.

La gestión pedagógica efectiva implica la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que la planificación ocupa un lugar protagónico. Flores-Solano et al. (2024), subrayan que las actividades de enseñanza deben facilitar el aprendizaje mediante dinámicas, metodologías y retroalimentación, puesto que estas prácticas fortalecen el proceso de enseñanza-aprendizaje. Mosquera Robles & Nevárez Barberán (2024) complementan esta visión al destacar el papel de los recursos materiales y didácticos como soportes curriculares que facilitan actividades conducentes a la formación de competencias, superando así su mera función instrumental. La falta de coherencia entre planificación, recursos y modelos educativos explica la desconexión entre intención curricular y resultados.

Tobón (2013) la redefine como un proceso contextualizado y auténtico que debe reflejar situaciones reales en las que los estudiantes demuestren la integración de conocimientos, habilidades y actitudes. Esta concepción contrasta con evaluaciones tradicionales descontextualizadas y se alinea coherentemente con el enfoque por competencias.

La evidencia indica que la falta de coherencia entre planificación, dotación de recursos y modelos educativos es la causa principal de la desconexión entre intención curricular y resultados. Existe una relación causal clara: la gestión del contexto educativo crea las condiciones que permiten que las estrategias didácticas se traduzcan en competencias observables. Cuando la gestión asegura planificación, recursos y acompañamiento docente, los resultados mejoran; cuando estas condiciones son insuficientes, los aprendizajes se fragmentan y pierden coherencia.

Un componente transversal y crítico de la gestión del contexto es la colaboración escuela-familia. Epstein (2011) sostiene que esta colaboración es esencial para el éxito académico y social de los estudiantes. Gonzalo Montesinos (2022) coincide al resaltar que la participación de la familia en actividades escolares favorece el logro social y escolar de su hijo. Aunque la colaboración escuela-familia aporta beneficios demostrados, su efectividad depende de estrategias institucionales que la hagan participativa y sostenida; sin protocolos claros, formación para familias y proyectos vinculados al currículo, la participación suele ser episódica y con impacto limitado. Esta perspectiva relacional amplía los límites tradicionales de la gestión educativa.

La sostenibilidad de esta gestión exige desarrollo profesional. Chim-Manzanero & Zapata-González (2022) advierten sobre la importancia de la formación docente en competencias digitales, mientras que Imbernón (2017) destaca el diálogo entre pares docentes como factor clave para el desarrollo profesional, la mejora continua y la innovación pedagógica. Sin embargo, la formación solo produce cambios cuando se articula con tiempo institucional, mentoría y evaluación de la práctica.

En consecuencia, la gestión del contexto requiere instrumentos operativos: diagnósticos institucionales, planes de formación docente con mentoría y protocolos de formación familiar vinculados a objetivos institucionales. Estas perspectivas teóricas configuran un marco conceptual sólido para prácticas pedagógicas centradas en el estudiante y subrayan la importancia del aprendizaje socialmente mediado. En estos enfoques, el estudiante actúa como agente activo en la construcción de sus competencias, elemento esencial en su formación y desarrollo. Todo ello encuentra un fundamento filosófico en el aprendizaje experiencial propuesto por Dewey (1938/2004).

Métodos

La investigación se adscribe al paradigma cualitativo con enfoque interpretativo. Se emplearon técnicas como la observación participante prolongada y las entrevistas en profundidad para lograr una comprensión densa del fenómeno. El alcance se centra en el análisis de prácticas docentes específicas más que en una descripción holística de la cultura. El estudio se organiza en categorías analíticas: estrategias didácticas; enfoque y desarrollo curricular por competencias; y gestión del contexto educativo. Estas categorías, se sustentan en concepciones teóricas clave que orientan la investigación.

El levantamiento de la información se realizó mediante técnicas que facilitaron el acercamiento a docentes y coordinadores para explorar las experiencias que caracterizan su desempeño. Entre los instrumentos utilizados figuran el análisis documental, las entrevistas semiestructuradas a docentes y coordinadores, y la observación participante durante una jornada escolar completa por semana (seis horas), durante un periodo de tres meses (setenta y dos horas). Estas técnicas permitieron capturar las interacciones, el uso de estrategias y la dinámica del contexto en tiempo real.

Además, se asistió a reuniones docentes, actividades extracurriculares y se mantuvieron conversaciones informales con informantes clave fuera de las sesiones programadas. Estas actividades ampliaron la inmersión y facilitaron la identificación de rutinas y significados compartidos propios del contexto escolar. La triangulación de datos favoreció la validez de la información recopilada.

Para el procesamiento y análisis de los datos, se emplearon herramientas tecnológicas, entre ellas el software ATLAS.ti, junto con el diario de campo, que permitió registrar las observaciones y reflexiones del investigador a lo largo del proceso. El análisis siguió un procedimiento de codificación abierta, axial y selectiva. Se generaron códigos iniciales a partir de las transcripciones, se agruparon en categorías y se verificaron mediante triangulación metodológica entre documentos, entrevistas y observaciones. Los instrumentos de recolección de datos fueron diseñados en coherencia con el marco referencial y el contexto específico del estudio. La saturación y la coherencia entre fuentes sustentan la validez interpretativa de los hallazgos.

Se mantuvo un diario de campo para documentar decisiones, observaciones y posibles sesgos, adoptando una postura reflexiva. Se aplicó consentimiento informado a todos los participantes y se garantizó la confidencialidad de los datos. La flexibilidad sistémica permitió identificar la posición del investigador y minimizar la influencia de su presencia en las prácticas observadas.

Población y Muestra

La población de la investigación estuvo conformada por coordinadores y docentes del nivel secundario del municipio de Baní, provincia Peravia, República Dominicana. Se empleó un muestreo intencional basado en el criterio de saturación, privilegiando la profundidad y riqueza informativa sobre la representatividad estadística. En consecuencia, se seleccionaron participantes capaces de aportar información detallada y relevante sobre el fenómeno estudiado. La muestra final estuvo compuesta por nueve informantes: dos coordinadores y siete docentes.

Los criterios de inclusión fueron: docentes activos con más de cinco años de ejercicio profesional, permanencia en los centros educativos y disponibilidad para participar en el estudio; coordinadores con experiencia previa como docentes en educación secundaria y con más de dos años en funciones de supervisión pedagógica. Se excluyó al personal en período de sustitución o con menos tiempo de servicio que el determinado en los criterios de inclusión. La selección final respondió al criterio de saturación temática, alcanzada cuando las entrevistas y observaciones dejaron de aportar categorías nuevas y las mismas unidades de significado se repetían en distintos contextos.

Resultados

Los instrumentos de investigación aplicados generaron una narrativa amplia desde dos enfoques complementarios. En primer lugar, las entrevistas semiestructuradas recogieron el discurso de los informantes clave, del que emergieron categorías, subcategorías y unidades de significado. En segundo lugar, la observación participante proporcionó registros desde la postura del investigador. Estos hallazgos se interpretan en la tensión entre planificación y adaptabilidad descrita en la literatura, de modo que la combinación de entrevistas y observación permite contrastar lo que el currículo prescribe con lo que realmente ocurre en el aula.

En la categoría Estrategias didácticas y su implementación en el enfoque por competencias, se constató que las estrategias implementadas se orientan hacia la formación de competencias para la vida. No obstante, se observó una limitada diversificación y una marcada necesidad de adaptación: las prácticas tienden a ser contextualizadas y participativas, sustentadas en la construcción conjunta del conocimiento y en el uso de medios didácticos. Sin embargo, se identificaron obstáculos que limitan su efectividad. Esta contrastación se explica teóricamente por la tensión entre la planificación sistemática y la respuesta contextual descrita por Díaz-Barriga & Hernández (2010) y Urresta-Paillacho et al. (2025), quienes subrayan la necesidad de secuencias de andamiaje y la adaptabilidad; la ausencia simultánea de ambos elementos en la práctica explica la limitada diversificación observada.

En la categoría Enfoque y desarrollo curricular por competencias, se resaltó una amplia aceptación del currículo que reconoce al estudiante como centro del proceso. Sobresale el vínculo entre teoría y práctica, que favorece la coherencia entre las estrategias didácticas y las competencias fundamentales, fortalece la interacción social y pone de manifiesto oportunidades de mejora. Aunque el currículo es valorado por su enfoque integral (Delors, 1996; MINERD, 2016), la brecha entre formulación y práctica se relaciona con la falta de instrumentos operativos que traduzcan las competencias en desempeños observables, tal como advierten Caro (2020) y Zabala & Arnau (2007).

En la categoría Gestión del contexto educativo, los hallazgos evidencian una gestión que abarca desde la formación continua de los docentes, con cooperación y articulación de factores externos e internos, hasta el ambiente en el que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se identificó el uso de recursos materiales; aunque se reconoce la importancia de los recursos tecnológicos, no se constató su uso sistemático. Asimismo, se observaron particularidades de la gestión pedagógica centradas en la planificación e implementación de estrategias contextualizadas y en la evaluación de las competencias estudiantiles, destacándose la aplicación de la autoevaluación. Este patrón coincide con Mosquera Robles & Nevárez Barberán (2024) y Tobón (2013). La evaluación contextualizada y los recursos didácticos contribuyen a la formación de competencias únicamente cuando la gestión pedagógica articula planificación, formación docente y dotación sostenida. La fragmentación observada revela fallas en esa articulación. Además, emergen retos para la mejora continua y se profundiza en los significados que los actores atribuyen a las estrategias didácticas aplicadas.

En consecuencia, a partir del análisis individual y con base en las categorías identificadas, se realizó la contrastación de los aspectos de interés compartidos entre los instrumentos. La contrastación evidencia convergencias en la intención normativa y divergencias en la implementación, atribuibles a factores institucionales que condicionan la transferencia del aprendizaje (Cuaspué-Meneses et al., 2024). (Tabla 1).

Tabla 1.

Contrastación de la información obtenida en los discursos de informantes y la observación participante

Aspecto de interés	Discursos informantes clave	Observación participante
Estrategias didácticas y su implementación en el enfoque por competencias		
Estrategias implementadas. Preferencias	Indagación dialógica; Inserción en el entorno; Juegos cooperativos; Aprendizaje basado en proyectos y Aprendizaje basado en problemas.	Inserción en el entorno; Juegos cooperativos y Aprendizaje basado en problemas (contextualizadas)
Propósitos	Formar competencias: Pensamiento crítico, autonomía, resolver problemas en su entorno, comunicación, colaboración, responsabilidad.	Formar competencias: pensamiento crítico, autonomía, resolución de problemas, comunicación, colaboración, vínculo de la teoría con la práctica, desarrollo socioemocional, respeto, solidaridad, identidad.
Obstáculos	Diversidad de ritmos de aprendizaje. Recursos limitados. Resistencia al cambio del docente. Implicación de la familia y su situación económica Capacitación del docente.	Limitada diversidad en la utilización de las estrategias.
Enfoque y desarrollo curricular por competencias		
Características del currículo	Guía. Centrado en la formación del estudiante. Flexibilidad para ser contextualizado. Direccionado a la formación de competencias para la vida. Concibe al estudiante como centro del proceso de enseñanza – aprendizaje.	Contextualizado, flexible. Dirigido a la formación de competencias. Estudiante como centro del proceso, activo y protagonista. Dirigido a la formación de competencias.
Competencias fundamentales del currículo	Científica y tecnológica; Comunicativa; Desarrollo personal y espiritual; Pensamiento lógico, creativo y crítico; Resolución de problemas; Ética y ciudadana; Ambiental y de salud.	Comunicativa; Desarrollo personal; Pensamiento lógico, creativo y crítico; Resolución de problemas; Ética y ciudadana; Ambiental.
Gestión del contexto educativo		
Articulación currículo-contexto	Adecuación curricular Aplicación de estrategias didácticas coherentes con el enfoque por competencias.	Planificación basada en competencias con ajuste según necesidades y diversidad.

Fuente: Elaboración propia

Discusión de los resultados

Las narrativas de docentes y coordinadores evidencian vivencias cotidianas, significados y experiencias que inciden en la comprensión y apropiación de conceptos vinculados a las estrategias didácticas y al desarrollo curricular por competencias.

Estrategias didácticas

Los relatos de los docentes y coordinadores muestran experiencias y percepciones que configuran su comprensión y apropiación de los conceptos asociados a las estrategias didácticas. Señalan que estas actúan como una táctica, herramienta, técnica o guía orientadora del recorrido pedagógico, permitiendo transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje para cumplir los objetivos del currículo y desarrollar las competencias en los estudiantes.

Aunque coinciden en su carácter intencional, difieren en el énfasis operativo: Díaz-Barriga & Hernández (2010) subrayan la mediación y la construcción situada del aprendizaje, mientras que Hernández Arteaga et al. (2015) enfatizan la necesidad de traducir esa intención en criterios evaluables y procedimientos orientados a resultados. Esta tensión entre mediación situada y criterios evaluables explica por qué la

intención normativa no siempre se traduce en desempeños observables; sin instrumentos operativos la medición queda incompleta y la práctica tiende a soluciones adaptativas o reproductivas.

Las experiencias indican que no es posible utilizar estrategias sin considerar el contexto y las características propias de los estudiantes; de ahí la necesidad de ajuste (Díaz-Barriga & Hernández, 2010). La literatura plantea una tensión operativa: la planificación sistemática de Urresta-Paillacho et al. (2025) exige secuencias, objetivos y andamiaje explícito (diagnóstico, evaluación formativa y retroalimentación continua), mientras que la adaptación contextual demanda flexibilidad docente. Esta tensión se manifiesta en la práctica como un equilibrio difícil: la planificación aporta estructura y coherencia, mientras que la adaptación asegura pertinencia y respuesta a la diversidad estudiantil. La implementación efectiva requiere combinar ambos elementos, para garantizar coherencia y atender la diversidad. La ausencia simultánea de ambos explica la limitada diversificación observada.

Entre las estrategias implementadas, la indagación dialógica es la más utilizada por su efecto motivacional y el impulso a la curiosidad, favoreciendo el pensamiento crítico (Camargo & Useche, 2015). No obstante, su eficacia depende del andamiaje docente y de la evaluación formativa. La inserción en el entorno permite que los estudiantes configuren sus relaciones sociales basándose en las experiencias vividas (Álvaro & Garrido, 2003); sin embargo, sin planificación que conecte objetivos y criterios de evaluación, la experiencia contextual puede quedar desvinculada de los resultados académicos esperados.

Asimismo, el vínculo con la cultura, la historia y la vida cotidiana influye en el aprendizaje significativo, dando lugar a una realidad social influenciada por sus interacciones (Cloninger, 2002), lo que exige secuencias didácticas que articulen objetivos, actividades y evidencias de logros. La evidencia empírica indica que estas estrategias requieren andamiaje docente y evaluación formativa para producir transferencias; sin estos instrumentos, la inserción contextual y la indagación pueden quedar desvinculadas de los resultados académicos esperados, a tono con Álvaro & Garrido (2003) y Camargo & Useche (2015).

Los docentes reconocen que los juegos cooperativos fomentan el aprendizaje colaborativo y la formación de normas de convivencia en el aula (Callado, 2004), mientras que el aprendizaje basado en proyectos (ABP) sitúa a los estudiantes frente a problemas reales de su contexto de actuación para incentivar soluciones colaborativas (Torres-Toukoumidis et al., 2020). Estas ventajas, aunque coherentes con la literatura, requieren rúbricas claras, criterios de evaluación y diseño instruccional para evitar resultados heterogéneos (Camargo & Useche, 2015); sin esos instrumentos su impacto en la transferencia y equidad es limitado,

Se constata una limitada diversificación en el uso de las estrategias didácticas, lo que coincide con los hallazgos de Cuaspué-Meneses et al. (2024). Entre los obstáculos identificados figuran la insuficiente disponibilidad de recursos, la resistencia de los docentes al cambio y la diversidad de ritmos de aprendizaje de los estudiantes, factores que afectan la efectividad de la gestión pedagógica (Mosquera Robles & Nevárez Barberán, 2024; Urresta-Paillacho et al., 2025). A ello se suma la limitada implicación familiar, la inestabilidad o ausencia de apoyo y la falta de capacitación docente, que dificultan la aplicación coherente de estrategias y la formación de competencias de los estudiantes (Chim-Manzanero & Zapata-González, 2022; Epstein, 2011; Gonzalo Montesinos, 2022). En conjunto, estas condiciones institucionales y sociales condicionan la transferencia del aprendizaje y explican la brecha entre currículo prescrito y currículo en acción.

En consonancia con Imbernón (2017), la cooperación y el intercambio de buenas prácticas en los centros estudiados favorecen el desarrollo profesional, aunque solo reduce la brecha cuando se acompañan de tiempo institucional para el intercambio, apoyo formativo y reconocimiento administrativo. Las estrategias didácticas más empleadas en los centros del estudio fueron: indagación dialógica; inserción en el entorno; juegos cooperativos; y aprendizaje basado en proyectos.

Enfoque y desarrollo curricular por competencias

Los discursos muestran que la concepción del currículo se vincula a la realidad cultural y social del estudiante, en consonancia con Dewey (1938/2004), Tyler (1949) y Velásquez Barrenechea (2007). Esta coincidencia teórica subraya la expectativa normativa de un currículo contextualizado. Sin embargo, la literatura y la evidencia empírica advierten que esa conexión entre currículo y realidad cultural requiere

mecanismos operativos como la participación comunitaria, el diagnóstico contextual y adaptación curricular, para traducirse en prácticas efectivas en el aula.

En el enfoque por competencias se considera que las competencias fundamentales constituyen la preparación para la vida desde una perspectiva de formación integral, que permite al estudiante actuar eficazmente en situaciones concretas (Perrenoud, 2008). La interpretación revela el vínculo entre teoría y práctica en la integración de conocimientos, actitudes y valores, y destaca el papel de la educación en la preparación para la aplicación práctica de los conocimientos (Delors, 1996; Zabalza Beraza, 2012). Aunque se destacan componentes actitudinales, procedimentales y conceptuales, su integración debe traducirse en desempeños observables mediante instrumentos concretos; de lo contrario, la concepción integradora corre el riesgo de quedar enunciada sin consolidarse en la práctica.

Los criterios aportados por los docentes confirman, conforme a Zabala & Arnau (2007), que el aprendizaje condiciona el desempeño futuro. Asimismo, acorde con Cloninger (2002) y Lit & Shek (2007), señalan que la interacción social constituye un sustento fundamental en la formación de competencias, lo que enfatiza la importancia de la contextualización. En la práctica observada, la interacción social y la contextualización se materializan únicamente cuando existen diseños que promueven tareas colaborativas y evaluación formativa.

Entre las competencias del currículo dominicano para el nivel secundario, la científica y tecnológica destaca por su relevancia. Su formación no se limita al uso de la tecnología, sino que incluye la realización de experimentos para la comprensión de fenómenos y la valoración de la ciencia (MINERD, 2016). La normativa del MINERD define la intención, pero la evidencia de campo indica que la carencia de infraestructura y capacitación de los docentes limita su implementación y reduce la posibilidad de una comprensión profunda de los fenómenos.

También se destaca la competencia comunicativa, asociada a la actuación eficaz en diferentes contextos, y la competencia de desarrollo personal y espiritual, vinculada a valores, autoconocimiento y autoestima (MINERD, 2016). Estas competencias requieren actividades específicas acompañadas de criterios de evaluación que valoren desempeños en contextos reales. La ausencia de rúbricas y evidencias de logro provoca valoraciones subjetivas y poco comparables entre docentes y centros.

El pensamiento lógico, creativo y crítico, constituye otra competencia reconocida como fundamental, motor impulsor de nuevas ideas mediante análisis y debates, y promotor de un pensamiento estructurado que conduce a conclusiones razonadas. La formulación de preguntas es una herramienta clave que requiere andamiaje docente y evaluación formativa para fortalecer la transferencia a situaciones complejas (Camargo & Useche, 2015; MINERD, 2016).

La competencia en resolución de problemas se vincula con la capacidad para enfrentar situaciones de la vida diaria (Perrenoud, 2008; Zabalza Beraza, 2012). Asociada a esta, la competencia ética y ciudadana subraya la importancia de desarrollar valores éticos y relaciones sociales basadas en el respeto, la responsabilidad y la justicia (Delors, 1996; MINERD, 2016). La formación de estas competencias exige tareas auténticas y criterios claros de evaluación que integren dilemas éticos y problemas reales. La competencia ambiental y de salud se orienta hacia el cuidado del entorno y el bienestar personal y colectivo, integrándose en una visión integral del desarrollo estudiantil (Caro, 2020; MINERD, 2016).

En general, las siete competencias fundamentales constituyen para los docentes y coordinadores el eje central del currículo, al ajustarse a los logros específicos de cada área y favorecer una concepción consciente, planificada y contextualizada de las estrategias didácticas, alineadas con los objetivos del currículo dominicano (Perrenoud, 2008). No obstante, la evidencia sugiere que la brecha entre currículo prescrito y currículo en acción se debe a la falta de instrumentos operativos y limitaciones institucionales. Superarla exige formación continua, diseño de instrumentos de evaluación y apoyo institucional sostenido. En términos causales, las limitaciones institucionales impiden que las competencias definidas en la normativa se traduzcan en desempeños observables, ampliando la brecha entre currículo prescrito y currículo en acción.

Gestión del contexto educativo

En relación con la coherencia entre estrategias didácticas y formación de competencia, los discursos destacan la importancia de la planificación y organización del proceso de enseñanza-aprendizaje en la gestión pedagógica. Se enfatiza el uso de metodologías activas y retroalimentación contextualizada en la evaluación, en consonancia con Flores-Solano et al. (2024) y Tobón (2013). En la práctica observada, la ausencia de instrumentos operativos explica por qué la intención curricular no siempre se refleja en prácticas coherentes y sostenibles en el aula. Existe una relación causal clara: cuando la gestión pedagógica integra planificación, formación docente, recursos y evaluación formativa, las estrategias generan competencias observables; en ausencia de estos elementos, la implementación se fragmenta y la brecha se amplía.

Las percepciones docentes indican que las estrategias que incorporan recursos tecnológicos y actividades experimentales contribuyen a la formación de competencias científico-tecnológicas, mientras que las que promueven el análisis de situaciones, la identificación de problemas y la búsqueda de soluciones fortalecen la resolución de problemas. Asimismo, el diálogo reflexivo y las actividades de autoconocimiento facilitan el desarrollo personal y espiritual de los estudiantes (Camargo & Useche, 2015). Los registros muestran que la falta de infraestructura tecnológica y de materiales para la experimentación, junto con carencias en la formación docente, limita la adquisición profunda de saberes y reduce la transferencia a contextos reales.

La organización de prácticas en clubes y centros de acondicionamiento físico promueve la interacción social entre estudiantes de diferentes contextos, lo que influye en la adquisición y fortalecimiento de conocimientos (Cloninger 2002). La vinculación con la cultura y la historia favorece aprendizajes contextualizados (Muñoz Agredo et al., 2014). Lo anterior contribuye a la formación de competencias comunicativas, éticas y ciudadanas (Zambrano-Sánchez & Gallego-Macías, 2022), aunque muchas actividades extracurriculares carecen de secuencias didácticas y evidencias de logro, generando impactos heterogéneos.

En coherencia con Mosquera Robles y Nevárez Barberán (2024), se valora el papel de los recursos materiales y didácticos como soportes curriculares y facilitadores de actividades orientadas a la formación de competencias. No obstante, la mera presencia de materiales sin acompañamiento formativo provoca que algunos recursos permanecen infrautilizados o se usen de forma instrumental, sin contribuir efectivamente a la formación de competencias.

El estudio permitió interpretar relaciones entre las categorías de análisis, las cuales se representan en la siguiente red conceptual.

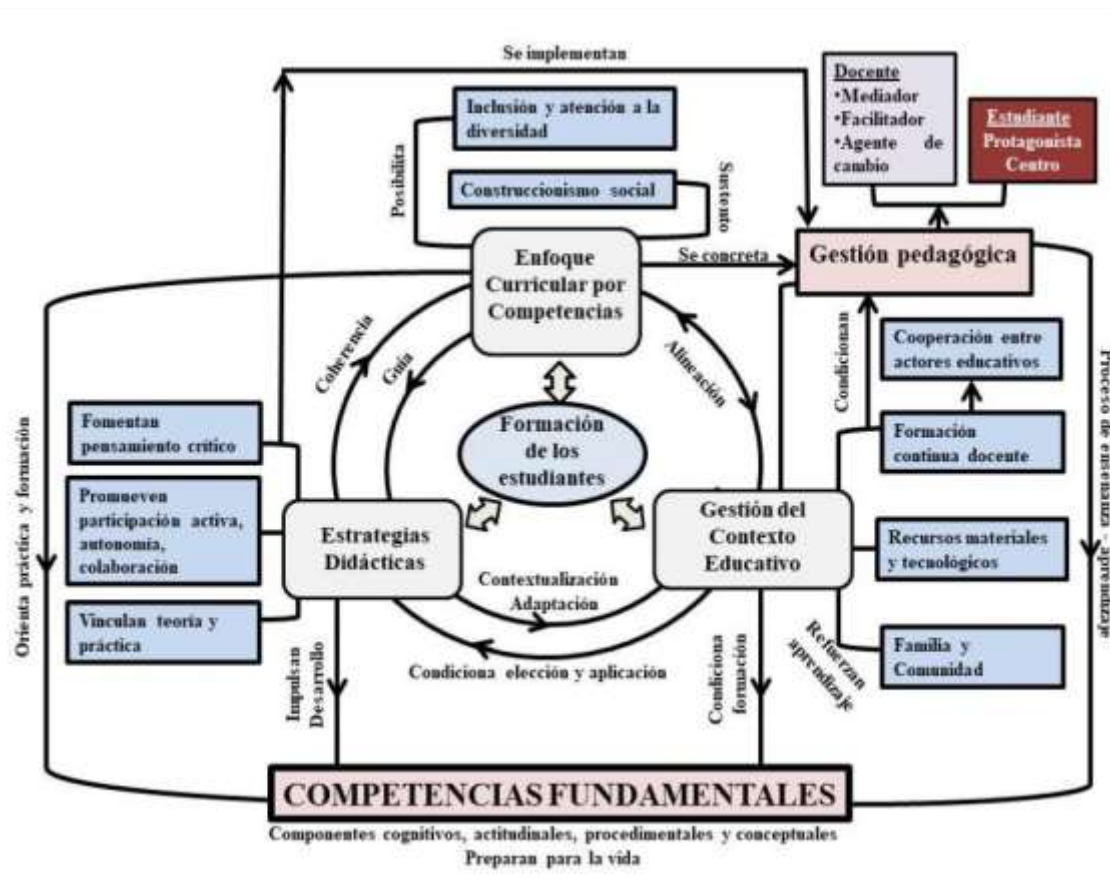


Figura 1. Relación conceptual y práctica de las categorías de análisis
Fuente: Elaboración propia

La gestión del contexto educativo actúa como mediadora entre la intención curricular y práctica. Su integración de planificación, formación docente, recursos articulados y mecanismos de evaluación formativa permite que las estrategias generen competencias observables; en ausencia de estos factores, la implementación se fragmenta y la brecha entre prescripción y práctica se amplía.

El análisis de las tres categorías confirma que las estrategias didácticas, el enfoque curricular por competencias y la gestión del contexto educativo son dimensiones interdependientes. Aunque existe aceptación normativa y coherencia teórica, la práctica cotidiana se ve condicionada por limitaciones institucionales, recursos insuficientes y carencias en formación docente.

En las estrategias didácticas, la tensión entre planificación y adaptación explica la limitada diversificación observada. En el enfoque curricular, la centralidad del estudiante y la integración de saberes requieren instrumentos evaluativos que aún son insuficientes. En la gestión del contexto, la articulación de planificación, formación docente, recursos y evaluación formativa es la condición causal que permite traducir competencias en desempeños observables; la ausencia amplía la brecha entre currículo prescrito y currículo en acción.

La brecha no responde a la falta de aceptación del modelo, sino a la ausencia de condiciones operativas e institucionales. Superarla exige formación continua, acompañamiento docente, recursos articulados y criterios de evaluación claros que fortalezcan la transferencia del aprendizaje.

A diferencia de estudios regionales que abordan la implementación del currículo por competencias desde una perspectiva macro, este trabajo aporta evidencia situada en Baní, República Dominicana, que revela tensiones específicas entre la normativa curricular y las prácticas docentes. Los hallazgos muestran la persistencia de estrategias tradicionales, la baja implicación familiar y la insuficiente atención a la diversidad de ritmos de aprendizaje, factores que limitan la efectividad del currículo por competencias en el contexto estudiado. Este

aporte permite comprender cómo las condiciones locales influyen en la implementación curricular y ofrece insumos para fortalecer la formación docente y promover programas de participación familiar.

Conclusiones

La implementación del currículo por competencias en Baní actúa como mediación entre el ideal formativo y las limitaciones del contexto real. Aunque la intención normativa existe, su traducción en prácticas sostenibles se ve condicionada por la falta de instrumentos pedagógicos operativos, tiempo institucional, formación continua y recursos adecuados. La prioridad es convertir los enunciados normativos en instrumentos operativos mediante objetivos instruccionales, secuencias didácticas y criterios evaluables que orienten la práctica docente.

Para reducir la brecha identificada se recomienda al MINERD priorizar la formación docente continua en diseño por competencias, evaluación formativa y uso pedagógico de TIC, acompañada de mentoría y acompañamiento; diseñar y difundir instrumentos operativos por competencias (rúbricas, ejemplos de tareas evaluables y evidencias de logro) junto con orientaciones pedagógicas y materiales de apoyo; y establecer mecanismos de dotación de recursos con pautas claras para su uso efectivo. Asimismo, se sugiere a los centros educativos institucionalizar tiempos y espacios para la planificación colaborativa; realizar sesiones de evaluación formativa entre pares y orientar el desarrollo profesional hacia la investigación de la propia práctica docente.

La vinculación familia-escuela debe transformarse de informativa a participativa, integrando a las familias en proyectos de aprendizaje que refuercen la transferencia de saberes al entorno social y favorezcan la continuidad educativa fuera del centro. Las familias deben participar en tareas concretas y evaluables, con indicadores de transferencia al entorno social.

Para validar estas medidas se recomienda realizar intervenciones piloto en una muestra representativa de centros, con indicadores claros y una evaluación mixta que combine el enfoque cuantitativo para logros y el cualitativo para procesos. Los resultados de los pilotos deben informar esclarecimiento y ajustes normativos.

Los hallazgos aportan evidencias relevantes para orientar políticas educativas y prácticas pedagógicas sensibles a la diversidad y a los retos contextuales. No obstante, su aplicabilidad está condicionada por el alcance del estudio realizado, limitado a pocos centros e informantes. Futuras investigaciones deberían ampliar la muestra, incluir mediciones antes y después de intervenciones formativas y emplear instrumentos estandarizados para evaluar impacto y sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, J.L., & Garrido, A. (2003). *Psicología social: Perspectivas Psicológicas*. Madrid: McGraw-Hill.
- Arias Ortiz, E., Bos, M. S., Giambruno, C., & Zoido, P. (2023). *América Latina y el Caribe en PISA 2022: ¿cuántos tienen bajo desempeño?*. IDB. <https://doi.org/10.18235/0005316>
- Callado, C. V. (2004). *Las actividades físicas cooperativas: Una propuesta para la formación en valores a través de la educación física en las escuelas de educación básica*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Camargo, L., & Useche, J. (2015). Las preguntas como herramientas intelectuales para el desarrollo de un pensamiento crítico. *REDHECS*, 20(10), 145-156. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6844565>
- Caro, N. (2020). *Prácticas pedagógicas en el proceso de adquisición y desarrollo de competencias básicas en estudiantes de la provincia de Concepción* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Chim-Manzanero, W., & Zapata-González, A. (2022). Competencias digitales del profesorado de nivel secundaria en Iberoamérica. Una revisión sistemática de 2011 a 2021. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 6(10), 93-108. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573971933008>
- Cloninger, S. C. (2002). *Teorías de la personalidad*. México: Pearson Educación.
- Cuaspué-Meneses, J. A., Meza-Castro, A. M., Villacís-Tagle, J. A., & Reigosa-Lara, A. (2024). Estrategias didácticas transversales en la educación secundaria: una revisión bibliográfica. 593. *Digital Publisher CEIT*, 9(6), 246-263. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.6.2724>

- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro: Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*. París: Unesco. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Dewey, J. (1938/2004). *Experiencia y educación* [Edición y estudio introductorio de Javier Sáenz Obregón]. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Díaz-Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (3a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Epstein, J. L. (2011). *School, family, and community partnerships: Preparing educators and improving schools* (2.a ed.). New York: Routledge.
- Flores-Solano, L., Salazar-Lanche, T., Roca-Matías, K., & Quisirumbay Camacho, G. (2024). Rol docente en el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de educación general básica. *Polo del Conocimiento*, 9(11), 1807-1823. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/8426>
- Gonzalo Montesinos, C. (2022). Implicación familiar y éxito académico y social en un contexto de rentas medias-bajas. *Revista de Investigación en Educación*, 20(2), 274-292. <https://doi.org/10.35869/reined.v20i2.4230>
- Hernández Arteaga, I., Recalde Meneses, J., & Luna, J. A. (2015). Estrategia didáctica: una competencia docente en la formación para el mundo laboral. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 11(1), 73-94. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134144226005>
- Imbernón, F. (2017). *Ser docente en una sociedad compleja: la difícil tarea de enseñar*. Barcelona: Graó.
- Iniciativa Dominicana por una Educación de Calidad (IDEC). (2025, mayo). *Resumen general informe anual de seguimiento y monitoreo año 2024 (Resumen)*. Santo Domingo, República Dominicana: IDEC. <http://www.idec.edu.do/uploads/publicaciones/final-web-idec-informe-anual-2024-resumen.pdf>
- Lit, S., & Shek, D.T.L. (2007). Application of social constructionist principles in field practice teaching in a Chinese context. *Social Work Education*, 26(4), 359-375. <https://doi.org/10.1080/02615470601081670>
- Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD). (2016). *Bases de la revisión y actualización curricular*. Santo Domingo: MINERD. Disponible en <https://bvearmb.do/handle/123456789/999>
- Mosquera Robles, E. A., & Nevárez Barberán, J. V. H. (2024). Los materiales didácticos en el aprendizaje de estudiantes de noveno año educación general básica. *Maestro Y Sociedad*, 260-267. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6524>
- Muñoz Agredo, S. M., Ávila Díaz, W. F., & Grisales, M. C. (2014). Prácticas culturales y su influencia en el rendimiento académico. *Plumilla Educativa*, 14(1), 45-60. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5920282.pdf>
- Panta-Raymundo, N. T. (2024). Gestión pedagógica oportuna en el desempeño del profesorado. *Cienciamatria. Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 10(18), 353-365. <https://doi.org/10.35381/cm.v10i18.1276>
- Perrenoud, P. (2008). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.
- Tobón, S. (2013). *Los proyectos formativos: transversalidad y desarrollo de competencias para la sociedad del conocimiento*. México D.F.: Instituto CIFE.
- Torres-Toukoumidis, A., Caldeiro-Pedreira, M., & Mãeots, M. (2020). Aprendizaje basado en la indagación en el contexto educativo español. *Luz*, 19(3), 3-18. <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/1056>
- Tyler, R. W. (1949). *Principios básicos del currículum*. Buenos Aires: Troquel.
- Urresta-Paillacho, D. R., Lanchimba-Pineida, F. A., Villa-Alvarez, C. P., & Solórzano-Martínez, W. A. (2025). Estrategia didáctica para la enseñanza de la Cultura Física en educación básica. *KIRIA: Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(6), 131-142. <https://doi.org/10.53877/910fb916>
- Velásquez Barrenechea, D. (2007). La contextualización del currículum bajo las racionalidades de producción curricular en los distintos niveles de concreción, para el nivel de enseñanza de la educación parvularia. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 11, 31-46.
- Zabala, A., & Arnau, L. (2007). *11 ideas clave: Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó.
- Zabalza Beraza, M. A. (2012). Las competencias en la formación del profesorado: de la teoría a las propuestas prácticas. *Tendencias Pedagógicas*, 20(1), 5-32. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4105027>
- Zambrano-Sánchez, M. N., & Gallego-Macías, M. R. (2022). Estrategias didácticas que incluyen las Tics para el desarrollo del pensamiento crítico. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 5(9), 63-79. Disponible en: <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/190>

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.2>

How to Cite:

Firmino de Lima, D.V., de Queiroz Ferreira, L.F., Barbosa dos Santos, M.V., Borges de Almeida, L. do. C.,
Cristiane Lima e Silva, M.J., de Araújo Silva, M.F., Dias de Freitas, R.F., Rolim Neto, P.J., de Moraes Ramos Perez, F.M.,
& Ferreira da Silva, R.M. (2026). Obtenção e caracterização físico-químicas de *Spondias Mombin* como potencial irrigante
endodôntico: Um estudo preliminar. *Amazonia Investiga*, 15(87), 24-34. <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.2>

Obtenção e caracterização físico-químicas de *Spondias Mombin* como potencial irrigante endodôntico: Um estudo preliminar

Obtaining and physical-chemical characterization of *Spondias Mombin* as a potential endodontic irrigant: A preliminary study

Received: November 12, 2025

Accepted: January 20, 2026

Written by:

Débora Vitória Firmino de Lima¹

 <https://orcid.org/0009-0008-6448-3589>

Laís Felix de Queiroz Ferreira²

 <https://orcid.org/0009-0009-3936-8957>

Maria Vitória Barbosa dos Santos³

 <https://orcid.org/0009-0008-2204-6874>

Luara do Carmo Borges de Almeida⁴

 <https://orcid.org/0009-0006-9818-1058>

Maria José Cristiane Lima e Silva⁵

 <https://orcid.org/0009-0009-8771-3348>

Maria Fernanda de Araújo Silva⁶

 <https://orcid.org/0009-0008-8907-6226>

Raphael Fernando Dias de Freitas⁷

 <https://orcid.org/0000-0002-4675-1876>

Pedro José Rolim Neto⁸

 <https://orcid.org/0000-0003-0723-2587>

Flávia Maria de Moraes Ramos Perez⁹

 <https://orcid.org/0000-0001-9948-0769>

Rosali Maria Ferreira da Silva¹⁰

 <https://orcid.org/0000-0002-4139-6035>

¹ Bacharel em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: debora.vflima@ufpe.br

² Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: lais.qferreira@ufpe.br

³ Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: vitoria.barbosa@ufpe.br

⁴ Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: luara.borges@ufpe.br

⁵ Mestre em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: jose.cristiane@ufpe.br

⁶ Mestre em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: maria.silva@ufpe.br

⁷ Mestre em Odontologia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Odontologia, Brasil. Email: raphael.rfdf@ufpe.br

⁸ Doutor em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: pedro.rolimnt@ufpe.br

⁹ Doutora em Odontologia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Odontologia, Brasil. Email: flavia.ramosperez@ufpe.br

¹⁰ Doutora em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: rosali.silva@ufpe.br

Resumo

Na endodontia, o principal objetivo é eliminar bactérias do canal radicular central. O hipoclorito de sódio e a clorexidina são irrigantes comuns, porém apresentam baixa biocompatibilidade e podem favorecer resistência bacteriana. Cresce então a preferência por irrigantes fitoterápicos, que apresentam efeitos colaterais insignificantes e resultados promissores. Assim, *Spondias mombin* (cajá) destaca-se entre as espécies promissoras. O objetivo deste trabalho foi obter e caracterizar a droga vegetal e a solução extrativa hidroalcoólica das folhas de *Spondias mombin* para aplicação na endodontia. Folhas foram coletadas, desidratadas, pulverizadas e caracterizadas, apresentando resultados que se mantiveram dentro dos parâmetros estabelecidos pela farmacopeia brasileira. Posteriormente, a droga vegetal foi macerada com EtOH:H₂O (1:1; v/v) na proporção de 1:5 (m/v) e a solução extrativa obtida apresentou coloração âmbar e odor característico, com especificações gerais também compatíveis com a Farmacopeia Brasileira. Conclui-se que há viabilidade em utilizar *Spondias mombin* para o desenvolvimento de formas farmacêuticas endodônticas alternativas aos sintéticos.

Palavras-chave: Controle de Qualidade, Endodontia, Fitoterapia, Forma farmacêutica, *Spondias mombin*.

Introdução

A terapia endodôntica é baseada na retirada dos microrganismos e formatação do canal radicular, através do uso de soluções irrigantes, medicação intracanal, tendo como objetivo limpar e erradicar os microrganismos presentes no interior dos canais (Rocha et al., 2018). As substâncias irrigadoras, tais como o hipoclorito de sódio e digluconato de clorexidina, são usadas para eliminar debris dos canais, higienizar o espaço e reduzir a presença microbiana (Gomes et al., 2023).

O hipoclorito de sódio tem sido a principal substância utilizada como solução de irrigação no âmbito da endodontia (Prado et al., 2015). Durante décadas, vem sendo utilizado devido às suas características antimicrobianas de amplo espectro e como solvente tecidual, porém, apresenta fortes pontos negativos, como, por exemplo, a capacidade de gerar reações de hipersensibilidade, ser citotóxico nos tecidos periapicais e não ser agradável ao paladar e ao olfato, resumidamente, não apresentando biocompatibilidade favorável (Nogales et al., 2016).

Dentre diversas espécies vegetais, destaca-se a *Spondias mombin*, conhecida popularmente como “cajá”, “taperebá” ou “cajaziinho”, pertencente à família *Anacardiaceae* (SIBBr, 2020). Além de ser bastante popular na região Nordeste do Brasil, ela também é encontrada em outros países das Américas, África e Ásia (Beltrán-Cotta et al., 2023). O uso do cajá na medicina tradicional se mostra mais conhecido pelo uso de suas folhas, as quais são utilizadas no tratamento de doenças tóxicas e sistêmicas envolvendo inflamações. Tal finalidade é explicada pela presença da propriedade antimicrobiana do extrato de suas folhas (Asante Ampadu et al., 2022). Estudos mostraram que as cascas e as folhas desta espécie apresentam metabólitos como flavonoides, taninos e polifenóis, o que confere à mesma atividade antimicrobiana (de Freitas et al., 2022; Chaves et al., 2018).

Essa atividade é justificada pela combinação dos mecanismos de ação desses metabólitos, que atuam de forma complementar na eliminação dos microrganismos. Os flavonoides possuem a capacidade de formar

Abstract

In endodontics, eradicating bacteria from the root canal is crucial. Common irrigants like sodium hypochlorite have biocompatibility issues, prompting a search for herbal alternatives. *Spondias mombin* (cajá) is a promising candidate. This study aimed to obtain and characterize the raw plant material and hydroalcoholic extract of *S. mombin* leaves for endodontic use. Leaves were collected, dried, pulverized, and characterized, showing physicochemical parameters compliant with the Brazilian Pharmacopoeia. The hydroalcoholic extract (1:5 m/v) presented an amber color and characteristic odor, meeting pharmacopoeial standards. The study concludes that *S. mombin* is a feasible candidate for developing alternative endodontic formulations.

Keywords: Quality Control, Endodontics, Phytotherapy, Pharmaceutical form, *Spondias mombin*.

complexos solúveis com as proteínas extracelulares e com a parede celular da bactéria, além de apresentarem um caráter lipofílico, sendo responsáveis pela ruptura da membrana celular bacteriana (Miranda et al., 2013). Já os taninos atuam por meio da precipitação das proteínas e também afetam os microbiomas bacterianos, através da inibição da produção de micotoxinas (Monteiro et al., 2005; Peng et al., 2018).

Na literatura existem experimentos voltados para a avaliação do potencial antimicrobiano do cajá frente a bactérias encontradas normalmente na endodontia, como por exemplo *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* e *Staphylococcus aureus*, apresentando atividade bacteriostática para os microrganismos (de Freitas et al., 2022).

A partir disso, tendo em vista o aumento na procura de alternativas naturais para o ramo da endodontia que proporcionem maior conforto para o paciente, melhor biocompatibilidade e diminuição das chances de instauração de resistência bacteriana, o presente trabalho propõe a caracterização da droga vegetal e da solução extrativa das folhas de *Spondias mombin* para que futuramente sejam desenvolvidas formas farmacêuticas para serem utilizadas na endodontia em alternativa aos compostos sintéticos já conhecidos para tratamento antimicrobiano.

Referencial Teórico

Atualmente, o tratamento endodôntico apresenta limitações, pois os agentes utilizados, embora eficazes no controle microbiano, podem causar efeitos adversos, incluindo citotoxicidade e irritação tecidual, e podem contribuir para a resistência bacteriana (Boutsoukis & Arias-Moliz, 2022). Esse cenário ressalta a necessidade de substâncias naturais biocompatíveis que ofereçam eficácia antimicrobiana equivalente ou superior, sem comprometer a segurança do paciente.

Assim, destaca-se a *Spondias mombin* L. (cajá), cujas propriedades antimicrobianas têm despertado interesse no desenvolvimento de novos agentes terapêuticos. *Spondias mombin* L. é uma árvore nativa da América tropical, pertencente à família Anacardiaceae (Pell et al., 2010). Diversas partes da planta, como folhas, casca e raízes, são utilizadas na medicina popular por possuírem metabólitos secundários como flavonoides, taninos, ácidos fenólicos e carotenoides, que conferem à planta atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e, notavelmente, antimicrobianas (Asuquo et al., 2013).

A atividade antimicrobiana da *Spondias mombin* L. tem sido objeto de diversos estudos, que demonstram sua eficácia contra uma variedade de microrganismos. Pesquisas indicam que extratos de cajá podem inibir o crescimento de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, incluindo patógenos de relevância clínica (Abo et al., 1999; de Lima et al., 2021). Essa capacidade é atribuída à complexa composição fitoquímica da planta, cujos metabólitos secundários atuam de diferentes formas para combater infecções bacterianas (da Silva et al., 2020).

Material e métodos

Obtenção e processamento do material vegetal

As folhas de *Spondias mombin* L., coletadas no Barro, Recife - PE, cuja latitude 08°05'42" sul e longitude 34°56'55" oeste. Foi realizada a identificação de sua exsiccata no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e gerou o número de registro 95330. O material recebido foi previamente tratado e seco em estufa de ar circulante em uma temperatura de $60 \pm 2^\circ\text{C}$ por 2 dias e foi assim calculado o rendimento de secagem. Em seguida, o material vegetal foi pulverizado em moinhos de facas, com malha intermediária, gerando a droga vegetal (pó pulverizado) de *Spondias mombin* e, mais uma vez, calculou-se o rendimento.

Caracterização do material vegetal

Determinação de Matéria Estranha

Para a realização do teste, foram pesados 250 g da amostra. Posteriormente, essa droga vegetal foi espalhada uniformemente sobre superfície plana coberta com papel e dividida em quatro partes. Manualmente, os materiais estranhos foram retirados e depois pesados para que assim seja determinada a porcentagem de material estranho presente na droga vegetal (Brasil, 2024).

Determinação Granulométrica

Foram pesados 25 g da droga vegetal que foram submetidos a 60 vibrações por segundo durante 15 minutos para que ocorresse a passagem do material vegetal pelos tamises de aberturas de 850, 600, 500, 425, 250 e 150 μm . Após o término, foi retirada toda a amostra retida na superfície de cada tamis e pesada. Assim, foi calculado o percentual retido em cada tamis obtendo-se dados quantitativos sobre a distribuição de tamanho da matéria-prima vegetal utilizada (Brasil, 2024).

Determinação de Umidade

Amostras de 2 g do material vegetal foram pesadas e transferidas para os pesa-filtros, previamente dessecados. Após resfriamento, o pesa-filtro contendo a amostra, foi pesado, tampado e colocado na estufa, no qual foi retirada a tampa porém deixando-a também na estufa. As amostras foram secas à 105°C por 2 horas. Ao final, os pesa-filtros foram colocados no dessecador para atingir à temperatura ambiente e a porcentagem de perda por dessecação foi calculada (Brasil, 2024).

Determinação do Teor de Cinzas Totais

Para essa determinação, amostras 3 g da droga vegetal pulverizada foram pesadas e transferidas para os cadinhos. As amostras foram incineradas de forma gradativa até, no máximo, $600 \pm 25^\circ\text{C}$. O gradiente de temperatura estabelecido foi de 30 minutos a 200°C, 60 minutos a 400°C e 90 minutos a 600°C. Após a incineração, os cadinhos foram arrefecidos no dessecador e pesados (Brasil, 2024).

Determinação do Teor de Cinzas Sulfatadas

A determinação de cinzas sulfatadas foi realizada em triplicata, no qual foi pesado 1g de droga vegetal foi transferida para o cadinho, previamente dessecado e umedecida com ácido sulfúrico concentrado e levada para carbonização. Após carbonizar, a amostra deve ser umedecida novamente com ácido sulfúrico concentrado e levada para incineração com aquecimento gradativo até 800 °C. Por fim, esperar resfriamento e pesar (Brasil, 2024).

Determinação do Teor de Cinzas Insolúveis

A cinzas obtidas como resultado da determinação de cinzas totais foram utilizadas para a realização do teste de cinzas insolúveis, conforme preconiza a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024). Assim, elas foram aquecidas com 25 mL de ácido clorídrico 2 M por cinco minutos em um cadinho coberto por um vidro de relógio. Ao alcançar a ebulição, o vidro de relógio foi lavado com 5 mL de água quente, juntando a água de lavagem ao cadinho. Após a lavagem, o material insolúvel em ácido foi filtrado e lavado com água quente até a neutralização do filtrado. Depois, o papel de filtro contendo o material foi transferido para o cadinho e incinerado a 500 °C (Brasil, 2024).

Determinação do Índice de Intumescência

Foi utilizado 1 g da droga vegetal em uma provetas de 25 mL, com adição de água destilada e mantidos sob agitação a cada 10 minutos durante uma hora. Após esse tempo, as amostras permaneceram em repouso por 3 horas. Posteriormente, foram verificados os volumes finais e a intumescência foi calculada pela diferença entre o volume ocupado pela droga no início e no final do teste (Brasil, 2024).

Análise Térmica da Matéria-Prima Vegetal

A análise térmica foi realizada através da técnica de DTG/TG. Assim, as condições operacionais para a análise da amostra e obtenção da curva foi: uma faixa de temperatura entre 25 e 600°C, sob atmosfera de nitrogênio ultrapuro (100 mL/min) e razão de aquecimento de 10°C/min. A amostra foi aferida em torno de $5 \pm 0,1\text{mg}$ em cadinhos de alumina abertos (dos Santos et al., 2025).

Prospecção Fitoquímica (Testes de identificação Colorimétricos)

Para a prospecção fitoquímica foi realizada uma triagem preliminar por meio de testes colorimétricos baseados nas principais reações de caracterização para metabólitos secundários. Os ensaios foram realizados de acordo com a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024).

Quantificação de Flavonoides Totais

O doseamento de flavonoides foi realizado através da metodologia adaptada de Souza (2017). Inicialmente, foi feita a extração em banho-maria de 0,5 g da droga vegetal com 30 mL de álcool 70%, durante 30 minutos. Depois, o extrato foi resfriado à temperatura ambiente e filtrado em algodão. O resíduo passou por mais duas extrações, durante 15 minutos. As frações filtradas foram reunidas em balão volumétrico de 100 mL e o volume foi ajustado com álcool 70%, constituindo a solução estoque. Após isso foi retirada uma alíquota de 0,8 mL da solução estoque e adicionada em um balão volumétrico de 5 mL. Junto com a solução também foram adicionados 0,1 mL da solução aquosa de acetato de potássio 1M, 0,1 mL da solução aquosa de cloreto de alumínio 10%, 1,5 mL de etanol P.A e o volume foi ajustado para 5 mL com água destilada. A amostra ficou por 30 min mantidas ao abrigo da luz e posteriormente foi realizada a leitura da absorbância no comprimento de onda de 415 nm. O branco foi preparado com os mesmos reagentes utilizados para a amostra, exceto o extrato, submetido aos mesmos parâmetros.

A curva de calibração foi preparada com uma solução padrão de quercetina na concentração de 1 mg/mL, sendo analisados cinco pontos. O teor de flavonoides totais foi expresso como miligramas equivalentes de quercetina por grama de extrato (mg Eq Q/g).

Obtenção e caracterização físico-química da solução extrativa de *Spondias mombin*

Obtenção da Solução Extrativa

As folhas desidratadas e pulverizadas de *Spondias mombin* foram maceradas com EtOH:H₂O (1:1; v/v) em uma proporção de 1:5 droga/solvente por 3 dias para extração por exaustão dos compostos ativos e depois filtrada (Brasil, 2024).

Determinação de pH

A análise foi realizada em sextuplicata, no qual 25,0 mL da solução extrativa foram analisados em pHmetro previamente calibrado. Assim, o resultado obtido foi pela média de seis determinações (Brasil, 2024).

Determinação de Densidade Relativa

Para determinar a densidade relativa, utilizou-se um picnômetro de 5 mL previamente calibrado. A solução extrativa na temperatura de 20 °C e se realizou a pesagem. Posteriormente, foi realizado o mesmo processo para a água destilada. Assim, ao final do teste, o valor da densidade relativa foi determinado por meio da razão entre a massa da solução extrativa e a massa da água, ambas a 20°C (Brasil, 2024).

Determinação do Resíduo Seco em Extratos Fluidos

Em pesa-filtros, previamente dessecados, foi adicionado 2 mL de solução extrativa e levados para banho-maria até secura. Depois, dessecou-se em estufa a 100-105°C, por 3 horas e foi realizado o resfriamento em dessecador e pesado. Por fim, foi calculado o valor do resíduo seco (Brasil, 2024).

Resultados e discussão

Obtenção e processamento da matéria-prima vegetal

As folhas de *Spondias mombin*, após secagem e pulverização, apresentaram um rendimento de 90,77% do material vegetal. Em relação às principais características organolépticas apresentadas pela droga vegetal, ela apresentou um pó moderadamente grosso, cor esverdeada e odor característico.

Em uma amostra de 250 g das folhas de *S. mombin* foram encontrados 0,0123 g de matéria estranha que corresponde a 0,0049%. De acordo com a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), o valor de matéria estranha não pode ser superior a 2%, por isso o valor encontrado se encontra dentro do padrão estabelecido.

Caracterização do material vegetal

Determinação Granulométrica

Depois de pulverizado, o pó resultante da moagem das folhas do *S. mombin* foi submetido a uma análise granulométrica com o objetivo de avaliar o tamanho médio das partículas e a distribuição do tamanho do material vegetal em uso.

Os resultados da distribuição do tamanho das partículas do pó indicaram que cerca de 78% do material apresentou tamanho entre 250 μm e 850 μm . Conforme a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), o pó é classificado como moderadamente grosso, quando as partículas passam em sua totalidade pelo tamis com abertura nominal de malha 710 μm e, no máximo, 40% pelo tamis com abertura nominal de malha de 250 μm , sendo assim, o pó de *Spondias mombin* classificado como moderadamente grosso.

Autores apontam que o tamanho das partículas pode ser influenciado por diversos fatores, como, por exemplo, a temperatura, tipo do equipamento, tipo da tela e até mesmo a origem da biomassa do vegetal (Nunes et al., 2019). Assim, os resultados determinaram que o tamanho médio das partículas de *Spondias mombin* é 604 μm .

Determinação de Umidade

Por meio da determinação da perda por dessecação, é possível obter um teor de substâncias voláteis presentes na matéria-prima. A perda por dessecação das folhas de *Spondias mombin* foi de $5,53\% \pm 0,27$, o qual se encontra dentro dos limites estabelecidos pela Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), que preconiza que o valor máximo seja de até 14%. Na Farmacopeia Brasileira não existe monografia referente à espécie estudada, por isso, foram considerados os valores de referência dos métodos gerais em Farmacognosia. Desta forma, pode-se afirmar que a droga vegetal apresenta uma boa conservação e o processo de secagem foi eficiente.

O estudo realizado por Moura Neto et al. (2015) apresentou um valor de perda por dessecação que variou entre 3,33% e 3,57%, o que também se encontra dentro dos parâmetros estabelecidos pela Farmacopeia Brasileira. No entanto, essas diferenças estão relacionadas à sazonalidade e ao local de coleta que pode acabar influenciando a distribuição de água e seiva nas diferentes partes da planta (de Araújo & dos Santos, 2009).

Determinação de Cinzas Totais, Sulfatadas e Insolúveis

A determinação de cinzas totais possibilita verificar a presença de impurezas inorgânicas não voláteis que podem estar em contato com o material vegetal e ocasionar uma possível contaminação da droga vegetal. O valor encontrado para as folhas de *S. mombin* foi de $5,51\% \pm 0,98$. De acordo com a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), os valores preconizados para cinzas totais devem estar entre 3% e 15%, com isso, pode-se verificar que o valor encontrado está dentro das recomendações estabelecidas. O resultado encontrado é corroborado pelo estudo de da Silva et al. (2020), que também verificou um valor próximo para a determinação de cinzas totais.

A Farmacopeia traz outro método para medição de uma cinza mais consistente, de maneira a aumentar a reprodutibilidade, sendo geralmente mais indicado o de cinzas sulfatadas. A droga vegetal, diferente do método de determinação de cinzas totais, é tratada com ácido sulfúrico, que tem o poder de gerar a conversão de haletos, carbonatos e óxidos em sulfatos com maior estabilidade térmica. A partir disso, observa-se o teor de cinzas sulfatadas encontrado, que foi de $9,14\% \pm 0,11$, apresentando maior valor frente ao teor de cinzas totais, indo de acordo com a informação de que houve a transformação dos oxalatos, carbonatos e haletos em sulfatos (Simões et al., 2002; Evans, 1996).

O valor do teor de cinzas insolúveis em ácido indica a presença de sílica em drogas vegetais. Segundo a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), o valor máximo permitido é de até 3%. O teor encontrado para as folhas de cajá foi de $0,96\% \pm 0,14$, o qual se apresenta dentro do limite estabelecido e mostra uma reduzida taxa de contaminação por sílica.

Determinação do Índice de Intumescência

O índice de intumescência condiz com a medida do volume ocupado devido ao intumescimento de 1 g da droga vegetal por meio da adição de água ou outro solvente, por isso é um dado importante quando se deseja estimar o volume a ser usado para extração (Brasil, 2024).

O valor obtido para a droga vegetal foi de $4,17 \pm 0,1$ mL, ou seja, uma massa de 10 g de droga vegetal absorve 41,7 mL de água. Assim, não é indicado para realizar uma extração a utilização de um volume de solvente menor que o volume de intumescimento, pois a recuperação do extrato pode ser afetada (da Silva et al., 2020).

Segundo Pietroluongo et al. (2021), não existe especificação para índice de intumescência, porém, mesmo que os resultados sejam significativos, eles auxiliam na escolha dos equipamentos que serão utilizados no processo de extração, além de também auxiliar na escolha do volume do solvente para extração. Esses pontos são essenciais para a transposição para uma escala industrial (Nóbrega, 2017).

Análise Térmica da Matéria-Prima Vegetal

A realização da análise térmica foi feita utilizando a técnica de DTG/TG, na qual o material vegetal foi analisado. De acordo com a tabela 1, pode-se observar três pontos de perda de massa com o aumento da temperatura. A realização dessa análise é muito importante, pois apresenta uma noção sobre a estabilidade térmica e outros dados.

Tabela 1.

Principais eventos térmicos da droga vegetal de Spondias mombin.

Faixa de temperatura	Perda de massa
<100 °C	5,27%
250°C - 350	40%
400 °C - 550 °C	30%

Fonte: autoria própria

A partir dos resultados obtidos pode-se perceber que houve uma pequena diminuição de massa na temperatura de 100°C, o que pode ser atribuído à perda de água pela droga vegetal, explicado também pela proximidade dos valores da umidade presente na droga. Além disso, pode-se observar dois eventos térmicos, o primeiro na faixa de 250 a 350 °C, com perda de aproximadamente 40%, e o segundo, de 400 a 550°C, onde atinge a estabilidade que pode estar relacionada ao fato de que restaram apenas os compostos inorgânicos, que possuem elevada estabilidade térmica, visto que também se assemelha aos valores das cinzas. A fim de comparação, foi observado que os dados dos dois principais eventos térmicos se assemelham aos observados em Rodrigues Filho (2020), mantendo também a mesma proporção com os demais métodos farmacopeicos aplicados.

Prospecção Fitoquímica

Na prospecção fitoquímica realizada para o extrato das folhas do cajá foram encontrados como principais metabólitos: flavonoides, taninos, saponinas e compostos fenólicos. Além desses compostos, também foi identificada a presença de antraquinonas. A reação para identificação de antocianidinas e antocianinas foi negativa, indicando que não haveria presença ou que a quantidade ali presente não foi significativa para ser identificada através do método colorimétrico na droga vegetal de *Spondias mombin*. Esse resultado também foi encontrado por Araruna et al. (2021).

Quantificação de Flavonoides Totais

A quantificação de flavonoides da droga vegetal foi realizada por espectrometria na região do UV-Vis e utilizada a quercetina como padrão para a construção da curva de calibração. Assim, por meio do cálculo através da equação da reta gerada, obteve o valor do teor de flavonoides. O valor encontrado foi de 2,49 mg Eq Q/g do extrato. Segundo Freitas Ferreira et al. (2020), as folhas de cajá são uma boa fonte de flavonoides, o que corrobora o resultado encontrado.

Obtenção e caracterização físico-química da solução extrativa de *Spondias mombin*

Obtenção da Solução Extrativa

A matéria-prima vegetal foi submetida ao processo de maceração em uma proporção de 1:5 m/v durante 72 h, usando álcool P.A + Água (1:1 v/v) como solvente extrator. A solução apresentou um rendimento de 54% apresentando características organolépticas coerentes com sua matéria-prima vegetal, como coloração âmbar, cheiro característico e especificações gerais dentro do permitido na Farmacopeia.

Determinação da densidade relativa e pH da solução de *Spondias mombin*

O resultado do pH foi de $4,17 \pm 0,0089$, indicando que a solução extrativa das folhas do cajá é ácida; esse resultado também foi corroborado por Machado et al. (2021). A natureza ácida da solução extrativa é um ponto positivo, uma vez que evita a presença de alguns contaminantes (Longhini et al., 2007). A determinação do pH é muito importante para descobrir sobre interferências na qualidade do produto, pois ela sinaliza possíveis alterações químicas que possam estar acontecendo no meio extrativo (Barros et al., 2023).

Na endodontia, as soluções irrigantes atualmente utilizadas variam em seu pH, sendo desde substâncias ácidas, como a clorexidina, até básicas, como o hipoclorito de sódio. O valor do extrato do cajá torna-se positivo, pois a capacidade antibacteriana aumenta com a diminuição do pH (Saghiri et al., 2011). Porém, pHs muito extremos podem causar toxicidade, demineralização da dentina, além de incompatibilidade com outros irrigantes (Mohammadi et al., 2017). Por isso, foi necessária a realização dessa análise para que o pH da futura forma farmacêutica seja ajustado e ainda continue exercendo sua função antibacteriana e sem efeitos adversos.

Determinação da densidade relativa

O resultado obtido para a densidade relativa da solução hidroalcoólica de *S. mombin* foi de $0,96 \text{ g/mL} \pm 0,004$. O resultado já era esperado, pois é um valor próximo da densidade do álcool absoluto, que foi o solvente utilizado. Esse valor também é corroborado por Machado et al. (2021).

Determinação do resíduo seco

O valor de resíduo seco obtido foi de $12,15\% \pm 0,82\%$ para a solução extrativa das folhas de cajá, ou seja, em 100 g da solução extrativa gera 12,15 g de substâncias sólidas solúveis. Segundo o resultado, a solução possui um alto teor de sólidos solúveis, o que pode significar um bom valor no rendimento de secagem. O parâmetro do resíduo seco é empregado no cálculo para os adjuvantes de secagem, por isso também é um resultado bastante útil (Barros et al., 2023).

Conclusão

Diante dos resultados obtidos por esse trabalho, é possível afirmar que a droga vegetal e a solução extrativa à base das folhas de *Spondias mombin* foram satisfatórios de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos, demonstrando o potencial desta espécie como alternativa promissora como uso antibacteriano. A partir da análise fitoquímica foi possível observar a presença de compostos bioativos que, na literatura, foi demonstrado que possuem propriedades antimicrobianas. Assim, corroborando a fitoquímica, a quantificação dos flavonoides reforça esse potencial devido à presença de um teor elevado de flavonoides (2,49 mg Eq Q/g) presente no cajá.

Além disso, as caracterizações físico-químicas evidenciaram a estabilidade e possível compatibilidade do extrato para formulações terapêuticas, reforçando a viabilidade de uso de *Spondias mombin* como fonte de novos fitoterápicos com benefícios à área da saúde principalmente no âmbito de combate à resistência bacteriana.

Em relação às perspectivas futuras, espera-se o desenvolvimento de formas farmacêuticas como uma alternativa para o tratamento antimicrobiano. Contudo, são necessários estudos adicionais para aprofundar a padronização dos extratos, assim como realização de testes *in vivo* para avaliação da toxicidade e desenvolver formas farmacêuticas adequadas.

Referências bibliográficas

- Abo, K. A., Ogunleye, V. O., & Ashidi, J. S. (1999). Antimicrobial potential of *Spondias mombin*, *Croton zambesicus* and *Zygotritonia crocea*. *Phytotherapy research: PTR*, 13(6), 494–497. <https://acortar.link/tOZ47a>
- Araruna, M. E., Silva, P., Almeida, M., Rêgo, R., Dantas, R., Albuquerque, H., Cabral, I., Apolinário, N., Medeiros, F., Medeiros, A., & Santos, V. (2021). Tablet of *Spondias mombin* L. Developed from Nebulized Extract Prevents Gastric Ulcers in Mice via Cytoprotective and Antisecretory Effects. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(6), 1581. <https://doi.org/10.3390/molecules26061581>
- Asante Ampadu, G. A., Mensah, J. O., Darko, G., & Borquaye, L. S. (2022). Essential oils from the fruits and leaves of *Spondias mombin* linn.: chemical composition, biological activity, and molecular docking study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022(1), 7211015. <https://doi.org/10.1155/2022/7211015>
- Asuquo, O. R., Fischer, C. E., Mesembe, O. E., Igiri, A. O., & Ekom, J. I. (2013). Comparative study of aqueous and ethanolic leaf extracts of *Spondias mombin* on neurobehaviour in male rats. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 5(2), 29–35.
- Barros, A. C. da S., de Lima, D. V. F., Lima, M. J. dos S., de Melo, D. F., Franco, E. de S., Neto, P. J. R., Maia, M. B. S., & da Silva, R. M. F. (2023). Caracterização da droga solução vegetal e extrativa obtida a partir de em *Parkinsonia aculeata*. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 9(1), 838–848. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-060>
- Beltrán-Cotta, L. A., Passos, R. S. F. T., Costa, N. P., Barreto, B. G., Veloso, A. C., da Silva, M. C. A., ... & Cavalheiro, C. P. (2023). Use of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) in marination: Effect on quality properties of Boston butt pork during refrigerated storage. *Meat Science*, 204, 109257. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109257>
- Boutsioukis, C., & Arias-Moliz, M. T. (2022). Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. *International endodontic journal*, 55 Suppl 3(Suppl 3), 588–612. <https://doi.org/10.1111/iej.13739>
- Brasil. (2024). *Farmacopeia Brasileira*, 7a Ed. volume 1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira>
- Chaves, T. P., Cavalcanti Clementino, E. L., de Castro Felismino, D., Silva, H., Silva Santos, J., & Dantas de Medeiros, A. C. (2018). Phytochemical composition and antimicrobial and toxicological activity of *Spondias mombin* L. (jobo). *Revista Cubana De Plantas Medicinales*, 23(4). Recuperado a partir de <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/581>
- da Silva, T. S., Soares, A. A., Rocha, T. M., Pimenta, A. T., Miron, D., Silva, R. J., ... & Leal, L. K. K. (2020). *Spondias mombin*: controle de qualidade e atividade anti-inflamatória em neutrófilos humanos. *Journal of Herbal Medicine*, 24, 100393. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2020.100393>
- de Araújo, W. S., & dos Santos, B. B. (2009). Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(2). <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000200014>
- de Freitas, M. A., da Cruz, R. P., Dos Santos, A. T. L., Almeida-Bezerra, J. W., Machado, A. J. T., Dos Santos, J. F. S., ... & Morais-Braga, M. F. B. (2022). HPLC–DAD analysis and antimicrobial activities of *Spondias mombin* L.(Anacardiaceae). *3 Biotech*, 12(3), 61. <https://doi.org/10.1007/s13205-022-03126-1>
- de Lima, I. P. A., Alves, R. A. H., Mayer, J. D. S. L., Costa, M. R. M., de Mendonça, A. K. P., de Lima, E. L. F., ... & Lins, R. D. A. U. (2021). Antimicrobial activity of *Spondias mombin* L. aqueous and hydroethanolic extracts on *Enterococcus faecalis* and *Pseudomonas aeruginosa* - an in vitro study. (2021). *Research, Society and Development*, 10(1), e50710111949. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11949>
- dos Santos, L. G. P., Barbosa, L. L. D. S. S., da Silva Coutinho, G., de Oliveira Silva, E., de Oliveira Farias, J. C. R., dos Santos Cruz, G., ... & Pontual, E. V. (2025). An effective formulation from *Annona squamosa* L. Leaves against *Aedes aegypti*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 28(4), 102491. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2025.102491>
- Evans, W. C. (1996). *Trease and Evans' Pharmacognosy* (14th ed.). London: WB Saunders Company.
- Freitas Ferreira, F. R., Jales de Paula, B., Rocha Cavalcante, T., Paulino Albuquerque, V.R., & Costa Oliveira, M.S. (2020). Determinação do teor de flavonoides em extratos de folhas de três espécies de spondias por espectroscopia uv. In: PESSOA, D. L. R. *Farmácia na atenção e Assistência à saúde*. Ponta Grossa: Atena, 2020.



- Gomes, B. P. F. A., Aveiro, E., & Kishen, A. (2023). Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Brazilian dental journal*, 34(4), 1–33. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305577>
- Longhini, R., Raksa, S. M., Oliveira, A. C. P., Svidzinski, T. I., & Franco, S. L. (2007). Obtenção de extratos de própolis sob diferentes condições e avaliação de sua atividade antifúngica. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17, 388-395. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000300015>
- Machado, J. C. B., Ferreira, M. R. A., & Soares, L. A. L. (2021). Optimization of the drying process of standardized extracts from leaves of *Spondias mombin* L. using Box–Behnken design and response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(7). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15595>
- Miranda, G.S., Santana, G. S., Machado, B. B., Coelho, F. P., & Carvalho, C. A (2013). Atividade antibacteriana in vitro de quatro espécies vegetais em diferentes gradações alcoólicas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 15, 104-111. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000100015>
- Mohammadi, Z., Shalavi, S., Moeintaghavi, A., & Jafarzadeh, H. (2017). A Review Over Benefits and Drawbacks of Combining Sodium Hypochlorite with Other Endodontic Materials. *The open dentistry journal*, 11, 661–669. <https://doi.org/10.2174/1874210601711010661>
- Monteiro, J. M., de Albuquerque, U. P., Araújo, E. L., & de Amorim, E. L. C. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química nova*, 28, 892-896. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>
- Nóbrega, A. B. (2017). *Obtenção de um insumo farmacêutico ativo vegetal a partir de folhas de Eugenia Florida DC para o desenvolvimento de um antitumoral*. (Tese Doutorado) - Curso de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- Nogales, C. G., Ferreira, M. B., Montemor, A. F., Rodrigues, M. F., Lage-Marques, J. L., & Antoniazzi, J. H. (2016). Ozone therapy as an adjuvant for endodontic protocols: microbiological - ex vivo study and cytotoxicity analyses. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 24(6), 607–613. <https://doi.org/10.1590/1678-775720160029>
- Nunes, E. N., Rocha, A. P. T., de Araújo, G. T., de Paz, A. P., Rodrigues, L. M. D. S., Batista, R. S. D. A., & Melo, T. B. L. (2019). Characterization of yellow mombin biomass (*Spondias mombin* L.) for production of activated carbon. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 135, 3281–3288. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7545-8>
- Peng, K., Jin, L., Niu, Y. D., Huang, Q., McAllister, T. A., Yang, H. E., Denise, H., Xu, Z., Acharya, S., Wang, S., & Wang, Y. (2018). Condensed Tannins Affect Bacterial and Fungal Microbiomes and Mycotoxin Production during Ensiling and upon Aerobic Exposure. *Applied and environmental microbiology*, 84(5), e02274-17. <https://doi.org/10.1128/AEM.02274-17>
- Pell, S.K., Mitchell, J.D., Miller, A.J., & Lobova, T.A. (2010). Anacardiaceae. In *Flowering plants. Eudicots: sapindales, cucurbitales, myrtaceae* (pp. 7-50). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14397-7_3
- Pietrolungo, M., da Silva, A. R., Fuly, A. L., Sanchez, E. F., Lobão, A. Q., Valverde, A. L., & de Paivaa, S. R. (2021). Potencial de extratos aquosos dos frutos de *Clusia fluminensis* em neutralizar efeitos locais causados por veneno de Bothrops jararaca. *Rev Virtual Quím*, 13(2), 1-8. <https://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20210061>
- Prado, M., Silva, E. J., Duque, T. M., Zaia, A. A., Ferraz, C. C., Almeida, J. F., & Gomes, B. P. (2015). Antimicrobial and cytotoxic effects of phosphoric acid solution compared to other root canal irrigants. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 23(2), 158–163. <https://doi.org/10.1590/1678-775720130691>
- Rodrigues Filho, J. M. S. (2020). *Goma do cajueiro (Anacardium occidentale): caracterização, microencapsulamento do α -bisabolol e avaliação do efeito cicatrizante em camundongos*. (Dissertação Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Rocha, T. D. F., Cerqueira, J. D. M., & Carvalho, É. D. S. (2018). Persistent endodontic infections: Causes, diagnosis, and treatment. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, 17(1), 78–83.
- Saghiri, M. A., Delvarani, A., Mehrvarzfar, P., Nikoo, M., Lotfi, M., Karamifar, K., Asgar, K., & Dadvand, S. (2011). The impact of pH on cytotoxic effects of three root canal irrigants. *The Saudi dental journal*, 23(3), 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2011.03.002>
- Simões, C. M. O., Schenkel, E. P., Gosman, G., Palazzo De Mello, J. C., Mentz, L. A., & Petrovick, P. R. (2002). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 4a. ed. Porto Alegre / Florianópolis: Editora da Universidade UFRS / Editora da UFSC, 824 p
- Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBr). (2020). *Species: Spondias mombin (cajarana)*. Disponível em: <https://ala-bic.sibbr.gov.br/ala-bic/species/369904>

Souza, J. A. L. (2017). *Caracterização físico-química e cromatográfica de drogas vegetais de uso tradicional no Nordeste brasileiro*. (Dissertação Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.



DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.3>

How to Cite:

 Cardona Pulido, W.F. (2026). Lisan Wasi: El regreso del puma a la Amazonía Ecuatoriana. *Amazonia Investiga*, 15(87), 35-37.
<https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.3>

Lisan Wasi: El regreso del puma a la Amazonía Ecuatoriana

Written by:

William Felipe Cardona Pulido¹


Figura 1. Comunidad Lisan Wasi.

Nota. Elaboración propia.

Cuando el puma llora, la selva entera lo acompaña en su lamento. Basta un mínimo sollozo del felino para que todo quede inmóvil: los insectos interrumpen su canto, las hojas suspenden su caída. Las criaturas parecen apagarse para rendir tributo a su desdicha.

Leodan Vargas, líder de la comunidad Lisan Wasi, figura entre los escasos testigos de este acontecimiento. Cuenta que, tras escuchar unos alaridos que le helaron la sangre, la selva se sumió en un silencio tan hondo que pudo sentir los latidos de la tierra bajo sus pies. No todos acceden a este privilegio: oír al puma es inusual. Generaciones enteras de la Amazonia ecuatoriana vivieron y murieron sin percibir las agudas tribulaciones de la bestia. Por eso, cuando ocurre, los sabios dicen que no es un animal quien llama, sino la selva misma.

Cuentan los abuelos que el felino pertenece al Amo de la Amazonía, una presencia que mora en la montaña donde la existencia humana es apenas un rumor. Dicen que es un guardián del equilibrio y protege a las criaturas más preciadas en cavernas subterráneas, lejos de los apetitos desmedidos del hombre.

Durante años, los clamores del puma dejaron de escucharse y su presencia se volvió un mito desdibujado en la memoria de los ancianos. La bestia permaneció confinada mientras la selva enfrentaba la piel dura de los forasteros, quienes, con papeles de membrete, botas relucientes y rifles cruzados al pecho, intentaron borrar del mapa todo aquello cuyo nombre no sabían pronunciar.

¹ Periodista de la Universidad Externado de Colombia, Colombia. Email: Felipecardona1986@gmail.com

Fueron los tiempos de los terratenientes entre finales de los ochenta y la primera década de este siglo. La selva padeció ultrajes imborrables y los pueblos indígenas, seducidos por promesas de abundancia fácil, olvidaron los consejos ancestrales que los ligaban a la tierra. Leodan Vargas confiesa que él y muchos miembros de su comunidad perdieron el rumbo y emigraron a la ciudad de Puyo en busca de un progreso que los alejaba de su verdadera naturaleza.

Pero en este extravío -en esa malversación de la existencia- hubo alguien que recordó la voz del abuelo Pedro, el último chamán de Lisan Wasi. A finales de los años noventa, presintiendo su muerte, el sabio realizó un gesto destinado a sostener el legado de los antiguos. Fue Luz Vargas, hermana de Leodan, quien mantuvo vivos los actos y las palabras del anciano.

En la antesala de la muerte, cuando el aire se le volvía espeso, Pedro reunió nueve variedades de ají y creó un potaje ardiente. Mandó traer a sus nietos y tomó en brazos a uno de los más pequeños. En la mirada del niño descubrió una humildad antigua, una modestia capaz de soportar potencias invisibles. Entonces lo recostó y vertió el brebaje en sus ojos abiertos. El llanto del niño fue absorbido por la algarabía de la comunidad: Pedro había elegido al futuro chamán de Lisan Wasi. Luz, que entonces era una niña, fue testigo de cómo su hermano Leodan quedaba vinculado para siempre con la selva y sus ancestros.

El abuelo no se equivocó. La naturaleza traza planes que escapan al capricho humano. Corría el año 2012 cuando la selva, agobiada por su largo cautiverio, lanzó un llamado de liberación y sus hijos fueron llegando, uno por uno, dispuestos a jugarse la piel para recuperar el paraíso arrebatado.

La primera fue Luz. Llegó al caserío con el paso firme de quien ha transitado entornos hostiles. Tras años en las aulas- entre códigos, expedientes y signos ajenos a la selva- aprendió que las armas legales, pueden ser, a veces, más implacables que la fuerza bruta. Emprendió una batalla contra los ganaderos que la llevó al límite de su paciencia y logró que los tribunales restituyeran ochenta hectáreas de tierra. Ese espacio recuperado se convirtió en el cimiento de una nueva generación que dejaba atrás las fracturas de identidad y restauraba, con dignidad, su condición indígena.

Como Luz, mujeres de comunidades vecinas también alzaron el puño y se embarcaron en la defensa del territorio: los pueblos Sarayaku y Waorani lograron lo impensable: la Corte Interamericana de Derechos Humanos reconoció la potestad sobre sus territorios, marcando un claro límite a la voracidad de las multinacionales. No sólo fue un triunfo jurídico, sino una gesta de esperanza en medio del despojo.

Luego fue el turno de Leodan. No regresó solo: volvió impulsado por la voz de su hermana Luz, una voz que sembró en su corazón el anhelo de liderar a su pueblo. El retorno no fue sencillo. Cada paso, cada palabra fueron prendas arrebatadas a la incertidumbre. Había crecido mancillado por la estrechez mental de la ciudad, donde su vida se reducía a bajar la cabeza y secundar sueños ajenos.

Poco a poco la memoria regresó, el cauce extraviado encontró su río. Sin prisa, pero con una potencia inevitable, Leodan se acopló al ritmo de la selva. Volvieron las madrugadas consagradas a descifrar los sueños bajo el amparo de la Guayusa, la bebida ceremonial que aclara el pensamiento y otorga vigor para el día naciente. Volvieron también las manos llenas de tabaco, limpieza y protección; los rostros pintados con achiote, rojo inmortal de la tierra, símbolo de una identidad que se elige, se habita y se defiende.

Su padre lo encaminó también en la medicina ancestral. Le presentó la ayahuasca, liana sagrada que no trepa, sino que desciende a la tierra, raíz que sumerge a los seres en la vastedad de la conciencia para enfrentar los miedos enquistados en lo profundo. Fueron noches de inmersión total, vigiliadas que escapaban al tiempo. Leodan se habituó a los seres de otros planos que le susurraban ícaros antiguos -cantos de curación- capaces de alterar el curso del pensamiento y de la vida.

Una noche supo que el tiempo de aprendiz había terminado. La revelación llegó mientras guiaba una toma de ayahuasca junto a una mujer que se declaraba escéptica de sus plegarias. Tras beber la medicina, Leodan sintió un estremecimiento que le encendió la espina dorsal. Una fuerza salió de su cuerpo y tomó forma. En la visión se contempló a sí mismo en el plano espiritual. Era como verse en un espejo; sus facciones eran las mismas, pero su doble llevaba un tocado de plumas digno de la realeza prehispánica; en la mano, un bastón de madera tallado con esmero; en el cuello, collares cuyo destello competía con el de los astros. No hubo duda ni sobresalto. Fue la confirmación de una sospecha que siempre lo acompañó.

Desde entonces, Leodan junto a Luz, su hermano Inti y un puñado de jóvenes animados por el mismo ardor, rasgó la tierra para plagarla de árboles, abrió cauces de agua cristalina donde el cielo pudiera contemplarse y levantó un bohío para resguardar los maderos que hasta el día de hoy avivan una llama inextinguible. Sin miedo a perderse abrieron la selva a quienes llegaban desde tierras remotas y hablaban lenguas extrañas. La premisa ya no fue la reverencia sino la hermandad: el intercambio de saberes bajo el manto de las prácticas ancestrales.

Faltaba una última señal.

Llegó cuando Luz y otras mujeres preparaban la chicha en una choza internada en la espesura. Mordían el maíz y lo escupían en bateas de madera para macerarlo. Estaban solas: la tradición lo exige. Ningún hombre puede participar. Entonces ocurrió: Desde las ramas una figura se deslizó hacia ellas. Un ruido seco, unas pisadas ágiles. Era el puma. Las mujeres treparon a la parte alta del refugio. Luz se quedó abajo. Apretó el pilón y lo convirtió en una lanza improvisada. Alzó la mirada y sostuvo los ojos de la criatura. No retrocedió. El animal quedó inmóvil unos instantes y luego se internó en la maleza.

Los hombres llegaron alertados por los gritos, con carabinas en las manos. Luz los detuvo. A pesar del miedo, la señal era inequívoca: El puma había descendido de la montaña para anunciar su regreso. El pueblo Lisan Wasi ya no estaba sólo.

En el plano espiritual Leodan también recibió el aval de la selva. En las tomas de ayahuasca y San Pedro - otra medicina sagrada heredada de los incas- la presencia del felino se volvió recurrente. Comprendió entonces que el puma era su animal de poder, su tótem. Desde ese momento el joven chamán se presenta como "el puma" frente a todos aquellos que vienen a conocerlo.

Nunca sabremos si su mirada es la misma que conmovió al abuelo Pedro. Pero sus ojos transmiten un sosiego que repara el alma. Basta compartir unos instantes con él para comprender el vínculo que lo une al felino. Para los kichwa, el puma no gobierna: custodia. Así camina Leodan por la selva. Cada vez que llega a un lugar, lo hace sin alboroto, sin que nadie lo advierta. Se integra en las conversaciones con discreción y dice solo lo necesario. Es tímido, de pocas palabras. Su liderazgo no empuja: es una presencia sin apuros. Como el puma aprendió a custodiar el mundo desde la calma, con pasos que no alertan, pero con la firmeza inamovible de quien conoce los caminos de la selva.

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.4>

How to Cite:

Madrigal Redondo, G., Sandí Flores, J., Carranza Varela, M., & Carazo Berrocal, G. (2026). Phytochemical profile and physicochemical characterization of the endemic vine *Tynanthus croatianus* (Bignoniaceae) in Costa Rica. *Amazonia Investiga*, 15(87), 38-47. <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.4>

Phytochemical profile and physicochemical characterization of the endemic vine *Tynanthus croatianus* (Bignoniaceae) in Costa Rica

Perfil fitoquímico y caracterización fisicoquímica de la planta trepadora endémica *Tynanthus croatianus* (Bignoniaceae) en Costa Rica

Received: December 9, 2025

Accepted: February 26, 2026

Written by:

German Madrigal Redondo¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9856-4044>

Jeniffer Sandí Flores²

 <https://orcid.org/0009-0009-4495-9671>

Maynor Carranza Varela³

 <https://orcid.org/0009-0001-8861-6322>

Gustavo Carazo Berrocal⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-1778-5559>

Abstract

Traditional medicine utilizes species of the *Bignoniaceae* family to treat diabetes, malaria, and leishmaniasis. However, *Tynanthus croatianus*, an endemic vine from Costa Rica, lacks comprehensive phytochemical studies validating its potential therapeutic use. **Objective:** This study aimed to characterize the secondary metabolites in *T. croatianus* stems using solvents of varying polarity and to determine the physicochemical properties of the aqueous extract. **Methods:** Stem samples were collected in Puntarenas, Costa Rica. Extracts were prepared via maceration using distilled water, ethanol (96%), methanol, and chloroform. Qualitative phytochemical screening (Dragendorff, Shinoda, etc.) and physicochemical analyses (pH, specific gravity, UV-Vis spectroscopy) were performed. **Results:** Phytochemical screening revealed the presence of flavonoids, terpenes, gallic tannins, catechins, and steroids across all extracts. Notably, alkaloids were detected in ethanolic and methanolic phases but were absent in aqueous extracts. The aqueous solution exhibited an acidic

Resumen

La medicina tradicional utiliza especies de la familia *Bignoniaceae* para tratar la diabetes, la malaria y la leishmaniasis. Sin embargo, *Tynanthus croatianus*, una planta trepadora endémica de Costa Rica, carece de estudios fitoquímicos exhaustivos que respalden su potencial uso terapéutico. **Objetivo:** Caracterizar los metabolitos secundarios en los tallos de *T. croatianus* mediante solventes de polaridad variable y determinar las propiedades fisicoquímicas del extracto acuoso. **Métodos:** Se recolectaron muestras de tallos en Puntarenas, Costa Rica. Los extractos se prepararon mediante maceración con agua destilada, etanol (96%), metanol y cloroformo. Se realizó un cribado fitoquímico cualitativo (Dragendorff, Shinoda, etc.) y análisis fisicoquímicos (pH, gravedad específica, espectroscopía UV-Vis). **Resultados:** El cribado fitoquímico reveló la presencia de flavonoides, terpenos, taninos gálicos, catequinas y esteroides en todos los extractos. Cabe destacar que se detectaron alcaloides en las fases etanólica y metanólica, pero no en los extractos acuosos. La solución acuosa presentó un pH ácido (5,61) y una densidad de

¹ Master's degree in Quality Control of Medicines and Master's degree in Intellectual Property, Pharmaceutical Research Institute (INIFAR), Pharmacy School, University of Costa Rica, San José, Costa Rica. Email: generacionlcr96@gmail.com

² Bachelor's degree in Pharmacy, Pharmaceutical Research Institute (INIFAR), Pharmacy School, University of Costa Rica, San José, Costa Rica. Corresponding author. Email: jeniffer.sandi@ucr.ac.cr

³ Master's Degree in Natural Resource Management and Production Technologies, Pharmaceutical Research Institute (INIFAR), Pharmacy School, University of Costa Rica, San José, Costa Rica. Email: maynor.carranza.varela@una.cr

⁴ Master's degree in Analysis and Quality Control of Medicines, Pharmaceutical Research Institute (INIFAR), Pharmacy School, University of Costa Rica, San José, Costa Rica. Email: gustavo.carazo@ucr.ac.cr



pH (5.61) and a specific gravity of 0.9977. UV-Vis analysis indicated the presence of low-molecular-weight compounds, likely sugars and terpenes. **Conclusion:** *T. croatianus* possesses a diverse metabolic profile rich in antioxidant and antimicrobial candidates. These findings provide a scientific baseline supporting its ethnopharmacological potential and justifying future *in vitro* and *in vivo* bioactivity assays.

Keywords: *T. croatianus*, phytochemical profile, secondary metabolites, extracts, therapeutic potential.

0,9977. El análisis UV-Vis sugirió la presencia de compuestos de bajo peso molecular, probablemente azúcares y terpenos. **Conclusión:** *T. croatianus* posee un perfil metabólico diverso, con un rico contenido de candidatos antioxidantes y antimicrobianos. Estos hallazgos proporcionan una base científica que respalda su potencial etnofarmacológico y justifica futuros ensayos de bioactividad *in vitro* e *in vivo*.

Palabras clave: *T. croatianus*, perfil fitoquímico, metabolitos secundarios, extractos, potencial terapéutico.

Introduction

Traditional medicine, or ethnobotany, has been used to treat diseases since ancient times and has shown clear benefits for communities that continue to preserve and use medicinal plants (Zambrano Intriago et al., 2015). Among the important medicinal plants is the *Bignoniaceae* family, which includes species with active compounds used to treat diseases such as cancer, diabetes, syphilis, malaria, hepatitis, rabies, and even (Gargiullo et al., 2004). Some examples of these species belong to the genus *Tynanthus miers*, such as *Tynanthus guatemalensis*, *Tynanthus panurensis*, *Tynanthus micranthus*, and *Tynanthus croatianus*.

The genus *Tynanthus miers* comprises approximately 15 species (Medeiros & Lohmann, 2015), and is characterized mainly by lianas and some small trees. The small white flowers are a distinctive characteristic of the genus within the family, as is the intense clove aroma present in many of its species, as well as its fruits with wide margins. (Lohmann, 2006; Cortés, 1897).

Tynanthus guatemalensis is one of the most important species, its use in Mayan culture being linked to treating the symptoms of diabetes. According to a study conducted in conjunction with healers from this population, promising results were obtained when using the plant to treat this disease, identifying verbascoside as the main secondary metabolite associated with the plant's significant anti-glycation activity (Ferrier et al., 2018). On the other hand, in Peru, *Tynanthus panurensis*, known as "clavo huasca," is traditionally used for its aphrodisiac, energizing, and analgesic properties, as well as for the treatment of diabetes and rheumatism. A study identified the presence of phenylpropanoid glycosides, including verbascoside, isoverbascoside, and leucosceptoside, in this plant. These compounds exhibit analgesic, antioxidant, and antimicrobial pharmacological activity (Plaza et al., 2005; Jiménez & Riguera, 1994).

Tynanthus micranthus is used in natural medicine. It is often brewed as a tea to help relieve colds. The clove-flavored species has been studied for its eugenol content a compound used as an analgesic and disinfectant. Researchers were able to extract this compound and evaluate its antimicrobial activity against fungi, bacteria, and yeasts (Custódio et al., 2010).

In Costa Rica, the species *Tynanthus croatianus* (Figure 1) is found in the La Amistad Pacifico Conservation Area, Puntarenas province. It is characterized as a liana whose fruit is capsule-shaped and grows in limestone-derived soils, typically at altitudes below 300 m above sea level. It is worth noting that this species is also found in Panama (Cortés, 1897).



Figure 1. *Tynanthus croatianus* La Amistad Pacifico Conservation Area in the province of Puntarenas.
Source: Original photograph

Tynanthus croatianus is prized for its medicinal and aphrodisiac properties. Its limited habitat puts it at risk of extinction, making it significant for this article. In Costa Rica, it is called the cinnamon vine or clove vine, but the species remains relatively unknown.



Figure 2. Flowers of *Tynanthus croatianus*, Gallardo, Los Dos Brazos del Rio Tigre, La Palma de Puerto Jimenez, province of Puntarenas.
Source: Original photograph

Given the limited research on this regionally endemic species, the primary objective of this study is to identify the presence of secondary metabolites in *Tynanthus croatianus* and assess their potential pharmacological effects.

Materials and methods

• Sample *Tynanthus croatianus*

The plant *Tynanthus croatianus* A. H. Gentry was collected between February 2021 and March 2022, directly from the canton of Puerto Jimenez, Gallardo, along the Tigre River riverbed, in the district of La Palma, Puntarenas province, Costa Rica (coordinates: N: 08°32.399, W 083°21.865' and N:08°32.397', W: 083°21.866'). A total of 2 kg of plant material was collected on each date. A test specimen was deposited in the herbarium of the National Museum of Costa Rica and the University of Costa Rica under the card numbers 08 36 39 Lat and 83 21 55 Long.

• Chemicals and reagents

The following reagents were used for the phytochemical screening: hydrochloric acid 0.01 M and 20% bismuth nitrate Merck (Germany), potassium iodide Merck (Germany), mercuric chloride Sigma-Aldrich (Germany), sublimate iodine Merck (Germany), 1%, 5%, 10% and 2M sodium hydroxide PCC ROKITA (Poland), acetic anhydrous of VWR Chemicals BDH (EE.UU), concentrated sulphuric acid of PQM Fermont (Mexico), ammonium molybdate Chemicals BDH (EE.UU), perchloric acid Merck (Germany), bromine Merck (Germany), glacial acetic acid Fisher Scientific (EE.UU), potassium bromide Sigma-Aldrich (Germany), sodium hypochlorite Merck (Germany), metallic zinc Sigma-Aldrich (Germany), trichloroacetic acid concentrate Sigma-Aldrich (Germany), gelatin, salt, ferric chloride JT BAKER SIGMA (EE.UU), formaldehyde Merck (Germany), ninhydrin Merck (Germany), vanillin, alpha naphthol or beta naphthol Merck (Germany), sodium carbonate Fisher Scientific (EE.UU), sodium citrate Merck (Germany), cupric sulfate pentahydrate JT BAKER SIGMA (EE.UU), sodium Merck (Germany), potassium Merck (Germany), potassium tartrate JT BAKER SIGMA (EE.UU), silver nitrate SPECTRUM (EE.UU), ammonium hydroxide concentrate Fisher Scientific (EE.UU), hydroxylamine 2% Merck (Germany), Sudan III Merck (Germany), picric acid and ammonium trichloride Merck (Germany).

The following were used as control reagents for the phytochemical profile: quinine, Sigma-Aldrich (Germany); naphthoquinone, Merck (Germany); cholesterol; orange peel; strawberry or blackberry extract; tannins; aloe; hydrolyzed collagen; glucose; aerial parts of *Montanoa hibiscifolia*, oil; and seeds of *Passiflora denopoa*, annatto.

The equipment used for the physicochemical tests was: Hanna® pH meter (HI5522-01) (Poland), Kimble® pycnometer (Mexico), and Thermo Electron Corporation Model 334610 refractometer (EE.UU.).

• Phytochemical profile

For the phytochemical profile, the stem of *Thynanthus croatianus* was first cut on a wooden board with a sharp knife. It was then placed in a laboratory blade mill to reduce its size and facilitate dispersion. Five to ten grams of this plant material were weighed into a glass container using a macrobalance, and solvent was added in a ratio of 1 part *Thynanthus croatianus* to 2 parts solvent (1:2). The solvents used were distilled water, 96% ethanol (Merck, Germany), 99.8% methanol, and 99.8% chloroform. The mixture was stirred in the glass container, allowed to macerate for 7 days, and finally filtered through a cloth filter. The total amount of extract obtained was weighed on a macrobalance, the container was sealed and labeled, and the extract was finally stored in a freezer (aqueous at -20 °C and other solvents at 5 °C) during testing.

Subsequently, the following tests were performed to identify metabolites from the liquid and dry extract stored in the previous phase, according to laboratory procedures: Dragendorff (alkaloids), Mayer (alkaloids), Wagner (alkaloids), Tollens (carbohydrates), Molish (carbohydrates), Fehling (reducing carbohydrates), Benedict (reducing carbohydrates), Shinoda (flavonoids), Pews (flavonoids), Carr-Price (carotenes), Perchloric acid (terpenes), Ammonium molybdate IV (terpenes), Tortelli-Jaffe (terpenes), Sudan (fats), Kedde (cardiotonic glycosides), Guignard (cyanogenic glycosides), Cooling (mucilages), Rosenthaler (saponins), Foam (saponins), Bornträger-Kraus (quinones), Nihydrin (amino acids), Hydrochloric acid-formaldehyde (condensed tannins), Salkowski (terpenes), Gelatin-Salt (tannins), Ferric Chloride III (gallic acid and catechin tannins), Lieberman-Burchard (steroids), Rosenheim (anthocyanins), ferric hydroxamate (sesquiterpene lactones).

Physico-chemical analysis

Specific gravity: The measurement was carried out in triplicate using a Kimble® pycnometer (Mexico) and a RADWAG® Model AS 220 X2 analytical balance (Poland). The mass of the empty pycnometer (clean, dry, and with the lid on) and the mass of the sample (dry and with the lid on) were determined on the same analytical balance. The mass of the sample was then determined by difference, and the same procedure was repeated with distilled water. The data were averaged, and the relative standard deviation (RSD) was calculated. The calculation of the specific gravity was carried out using the following equation:

$$DR = \rho_{\text{substance}} / \rho_{\text{reference}} \text{ (equation 1)}$$

pH: The measurement was carried out in triplicate with the aid of a Hanna Instruments pH meter (HI5522-01) (Poland). An aliquot of about 20 mL of the sample was transferred to a 50 mL beaker, and the electrode was properly washed and dried, avoiding contact with the beaker walls. The pH values indicated on the pH meter were recorded after the measurement stabilized. The data were averaged, and the relative standard deviation (RSD) was calculated.

Conductivity: The measurement was carried out in triplicate using a Hanna Instruments pH meter (HI5522-01) (Poland). The pH measurement procedure was repeated, switching the pH meter to conductivity mode. The data were averaged, and the relative standard deviation (RSD) was calculated.

Brix degrees: The measurement was carried out in triplicate with a Thermo Electron Corporation Model 334610 refractometer (EE.UU.). A dropper was loaded with a small amount of sample, the prism cover was removed, and two to four drops of sample were placed in the prism. The sample was checked for distribution, and the prism cover was placed on the prism. The sample was then focused, and the Brix degrees were determined using the refractometer scale. The data were averaged, and the relative standard deviation (RSD) was calculated.

UV-Visible Spectroscopy

Equipment: Thermo Scientific Orion AquaMate 8000 UV-Visible Spectrophotometer (UV-Vis).

An aqueous extract of *T. croatianus* stems was prepared at 10% w/w in the same manner as described in this section. 5 mL of the filtered extract was placed in a 1 cm x 1 cm quartz cell, and a scan was performed from 200 nm to 700 nm at 5 nm intervals. The data were graphed in Microsoft Excel.

Results

Phytochemical profile

The phytochemical profile of the plant sample in different solvents is presented in **Table 1** below. In general, the results showed a remarkable difference between the solvents used.

Table 1.

Phytochemical analysis of aqueous, ethanolic, methanolic, and chloroformic extracts using Tynanthus croatianus stem. Nomenclature: (NA) Not applicable, (-) Negative test, (+) Positive test.

Tests	Metabolite	Aqueous phase	Ethanolic phase	Methanolic phase	Chloroformic phase
Dragendorff	Alkaloids	-	+	+	-
Wagner	Alkaloids	-	-	+	-
Tollens	Carbohydrates	-	+	-	+
Molish	Carbohydrates	-	+	-	+
Fehling	Reducing carbohydrates	+	+	+	NA
Benedict	Reducing carbohydrates	-	+	+	-
Shinoda	Flavonoids	+	+	+	+
Liebermann-Burchard	Terpenes	+	+	+	+
Ammonium Molybdate IV	Terpenes	+	+	+	+
Salkowski	Terpenes	+	+	+	+
Guignard	Cyanogenic glycosides	-	-	-	+
Ferricyanide	Cyanide	NA	NA	NA	NA
Cooling	Mucilages	-	-	-	-
Rosenthaler	Saponins	-	+	+	-
Foaming	Saponins	+	-	-	-
Bornträger- Kraus	Quinones	-	+	+	-
FeCl ₃	Gallic and catechinic tannins	+	+	+	+
Lieberman- Burchard	Steroids	+	+	+	+
Rosenheim	Anthocyanins	+	+	+	-
Ferric hydroxamate	Sesquiterpene lactones	+	+	+	-

Physico-chemical analysis

Table 2.

Physico-chemical analysis of aqueous extracts of plant material of *Tynanthus croatianus*.

Sample	Specific gravity	pH	Conductivity (mV)	Brix degrees
1	0.9992	5.61	60.9	15
2	0.9957	5.61	61.4	17
3	0.9982	5.61	61.4	17
Average $\pm$ Standard Deviation	0.9977 $\pm$ 0.0018	5.61 $\pm$ 0	61.2 $\pm$ 0.29	16.3 $\pm$ 1.15

3,3 UV-Visible Spectroscopy

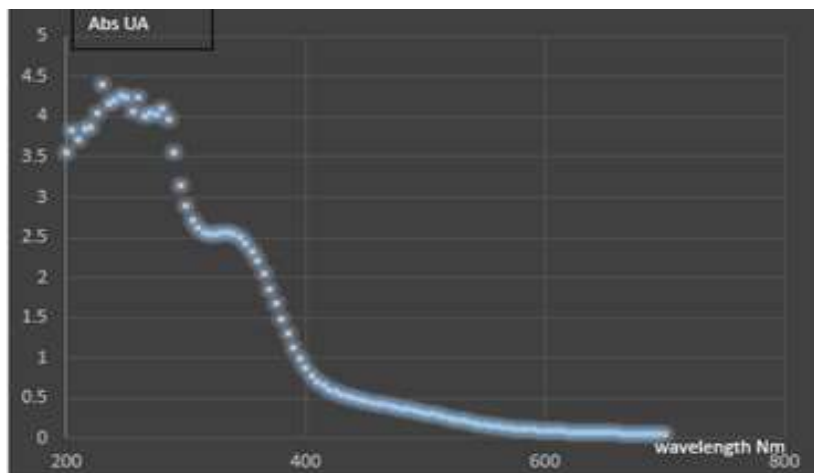


Figure 3. UV-visible spectrum from 200 nm to 700 nm, 10% m/m aqueous extract of the stem of *Tynanthus croatianus*.

Source: Original photograph.

Discussion

Plants synthesize primary metabolites for essential functions and also generate a large number of secondary metabolites for survival under adverse environmental conditions, including enzymatic activity, signaling, and defense (Yadav et al., 2021), so it is important to analyze the presence of these through qualitative phytochemical screening tests, which, although qualitative tests, function to provide a first glimpse of a possible overview of the potential pharmacological properties of the plant under study. In this way, preliminary phytochemical studies are very useful for estimating plant constituents and potential biological activities and, therefore, are used as a preliminary assessment of bioactive compounds in plants (Davoodi et al., 2021).

In the present study, the plant material tested negative for Mayer, Pews, Carr-Prince, Perchloric Acid, Tortelli-Jaffe, Sudan, Kedde, Cooling, Nihydrin, Formaldehyde-HCl, Gelatin, and Salt, so the positive results obtained in at least one test are shown in Table 1.

The positive results in the 4 phases analyzed denoted the presence of flavonoids, terpenes, gallic tannins, catechins, and steroids. This is of great value, as flavonoids have extensive and varied pharmacological actions, being well known for their properties against capillary fragility and coronary dilatation, as well as their spasmolytic, anti-hepatotoxic, estrogenic, and diuretic properties, among others. It also has antimicrobial and fungitoxic properties (de Melo et al., 2023).

On the other hand, the presence of terpenes is considered of utmost importance, as they have been reported to possess antioxidant, antimicrobial, antifungal, antiviral, and nutritional properties (de Melo et al., 2023).



Figure 4. Aqueous extract of the stem of *Tynanthus croatianus*.
Source: Original photograph.

An essential characteristic of tannins is their astringent capacity, as well as their ROS (reactive oxygen species)-reducing, antimutagenic, antiviral, and antimicrobial properties; however, most plants that synthesize tannins produce a mixture of procyanidins and prodelphinidins, which makes their isolation difficult (de Melo et al., 2023).

In addition, steroid compounds have been linked to anti-inflammatory properties due to their inhibitory effects on phospholipase A2, which is critical to their production. Moreover, the literature indicates that steroids can affect gene expression, translation, and enzyme activity, thereby altering physiological processes via multiple biochemical pathways (Ericson-Neilsen & Kaye, 2014).

As for the differences shown in the phytochemical profile of the different phases, after showing a positive result, the following stand out: firstly, in the aqueous phase, a positive response was obtained for reducing carbohydrates, saponins, anthocyanins, sesquiterpene lactones, while for the ethanolic phase it was for alkaloids, reducing carbohydrates, saponins, quinones, catechins, anthocyanins, sesquiterpene lactones.

Besides that, the methanolic phase showed positive results for alkaloids, reducing carbohydrates, saponins, quinones, catechins, anthocyanins, and sesquiterpene lactones; the chloroformic phase indicated the presence of gallic tannins and catechins.

Because this is a preliminary investigation of the plant and recognizing that the tests performed are qualitative, the positive result for alkaloids, not being a specific test, can produce false positives with compounds that present the presence of nitrogenous compounds in the extract, which is a complex matrix (Barrera et al., 2014), so in subsequent studies it is recommended to carry out confirmatory tests such as resolution or thin layer chromatography.

It can also be noted that the polar extracts (aqueous, ethanolic, and methanolic) have the highest number of positive results for metabolite extraction in general, compared to the less polar extracts (chloroformic). Of the four extracts tested, the ethanolic extract has the highest yield based on these positive results; however, it cannot be concluded that this is the best extract from this study alone, as qualitative, and not quantitative, tests cannot determine in quantity which extract has the highest presence of metabolites of interest.

It should also be noted that this analysis of extracts in different media is necessary to verify the affinity of the metabolites, which may function as future active metabolites of interest in studies; however, to continue this analysis in *in vivo* or *ex vivo* models, it is important to consider that chloroform is capable of generating toxicity, thus causing carryover errors in the results of this type of test.

On the other hand, it was necessary to document the physicochemical properties of the plant in question, as this was the first characterization, which facilitates future reproduction and the determination of compatibility with other excipients for use in dermo-cosmetic formulations. **Table 2** shows the physicochemical analysis of the aqueous extract, with a pH of 5.61, indicating its acidic character in

solution. As for the specific gravity, a value of 0.9977 ± 0.0018 is reported, which is very similar to that of water at 25°C. Conductivity is 61.2 ± 0.29 mV.

Metabolites found in other *Thynanthus* species have been associated with aphrodisiac and sensory-stimulation effects, including increased heart rate. However, these compounds have also been associated with a completely different effect in traditional use, such as relaxation and treatment of stomach problems, including stomach pain and diarrhea, according to user reports.

This difference lies primarily in the preparation method. The stimulating action is reported in hydroalcoholic extracts, while the relaxing action is seen in hot aqueous extraction. This difference may be due to the fact that no alkaloids appear in the aqueous phase, while they do in the ethanolic phase. It is known that alkaloids, in some cases, are also usually inactivated when heated, as is the case, for example, with *Phaseolus* species (Barrera et al., 2014; Maia Ladeira et al., 2025; Suruí, 2025).

Additionally, Table 2 shows how the amount of solids in the aqueous extract is relatively low due to the low conductivity (61.2 ± 0.29 mV) and a specific gravity (0.9977 ± 0.0018), close to that of water. Furthermore, the extract's acidic pH, close to 5.6, is unfavorable for the alkaloids, as they are predominantly present in their acid salt form (Maia Ladeira et al., 2025; Suruí, 2025).

As shown in Figure 4, the extracts tend to darken upon exposure to air, indicating an oxidation mechanism. It is postulated that the oxidized compounds are terpenes, which are abundant across all extraction phases (see Table 1). These metabolites have very diverse biological functions, but one of the most interesting is that they probably contain terpene derivatives: eugenol, cinnamaldehyde, cinnamic acid, and vanillin. These compounds would explain the common name popularly given to cinnamon vine (bejuco de canela) and clove (clavo), which are associated with relaxing, anxiolytic, and aphrodisiac actions. They would also explain the color change of the extracts from pale yellow to dark brown due to oxidation of the double bonds, greater conjugation, and the displacement of the visible spectrum by the pi of the double bonds (Suruí, 2025).

Figure 3 shows the UV - visible spectrum of the 10% m/m aqueous extract of *T. croatianus* stems, it can be concluded from the results that there is a great absorption in the ultraviolet range, discarding the UV-C spectrum range in which water can also absorb part of the radiation, the UV-B and UV-A ranges have a much higher absorbance than in the visible range beyond 400 Nm, this implies that most substances do not have extensive conjugation systems, that is, they should not be large molecules, nor with broad conjugation systems that allow greater absorption of the electromagnetic spectrum between 400 Nm to 700 Nm, this leads to believe that there must be sugars, and low molecular weight terpenes as the main metabolites, which coincides with the results in Table 1 where the presence of this type of compounds is determined, these types of compounds are usually photosensitive and react in the presence of ultraviolet radiation (Suruí, 2025). It is important to clarify that, for more structural information on the molecules present in the plant, a chromatographic analysis should be carried out in a second stage.

Finally, as shown in table 2, the aqueous extract contains a high content of degrees Brix, approximately 16.3 ± 1.15 , which is easily correlated with what the table shows, since it shows the presence of sugars, despite the low concentration of solids, this implies a high content of sugars and, or derived compounds such as aldehydes and ketones, which, in addition to coinciding with the presence of terpenoid metabolites, allows them to be associated with the descriptions given by the informants who consume this plant, who refer to a sweet taste in both the aqueous and ethanolic extract. scribes the dissolved solids, reports a value of $16.3^\circ \pm 1.15^\circ$ (Maia Ladeira et al., 2025; Suruí, 2025).

Conclusion

The study of the medicinal use of different plants was initially approached through the development of phytochemical profiles, which provided an overview of the presence of compounds of interest described in the literature with potential antioxidant and anti-inflammatory activity or with a possible adjuvant effect in pathologies such as diabetes. The results obtained showed the presence of flavonoids and terpenes in the evaluated phases. However, further studies are required to confirm the structural identity of the compounds preliminarily detected and to experimentally evaluate their biological activity in appropriate models.

Studies on *Tynanthus croatianus* are limited, limiting the availability of information and direct comparison with previous research.

The collaboration of a professional in biology, botany, or forestry is essential during fieldwork because it helps avoid confusion with other species and facilitates the efficient location of the plant.

This research constitutes the first study of *Tynanthus croatianus* and provides useful preliminary information on its phytochemical profile and physicochemical properties. These findings provide a foundation for future research focused on the biological and pharmacological characterization of the species.

Along with similar studies supporting the presence of secondary metabolites in species of the *Bignoniaceae* family, the development of in vitro and in vivo assays is recommended to systematically evaluate the plant's efficacy and safety.

Therefore, it is important to continue research on this species, given reports of other species in the genus, and to pursue a progressive approach to the scientific validation of its pharmacological value.

Declaration of competing interests

The authors have no material financial or non-financial interests to disclose.

Expression of Gratitude

This research was carried out during the first semester of 2023 and the second semester of 2024 as part of the research project at INIFAR, University of Costa Rica.

Author's statement

Jeniffer Sandí, German Madrigal, Brayan Murillo, and Gustavo Carazo participated in the study design, discussion of the results, and final writing of the manuscript. Alexander Altukhov carried out the experimental part and participated in the discussion. Jorge Rojas and Noelia Arce participated in the experimental phase and the discussion of the results.

Bibliographic references

- Barrera, C. A. C., Parra, J., & Suárez, L. E. C. (2014). Caracterización química del aceite esencial e identificación preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la especie *Raphia heptaphylla* (Rutaceae). *Elementos*, 4(4), 31-39. <https://doi.org/10.15765/e.v4i4.513>
- Cortés, S. (1897). *Flora de Colombia: Comprende la flora terapéutica, la industrial, el catálogo de los nombres vulgares de las plantas y una introducción geológica* (Vol. 1). Bogotá, Colombia: Matiz. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.159935>
- Custódio, D. L., Burgo, R. P., Moriel, B., Barbosa, A. D. M., Rezende, M. I., Daniel, J. F. D. S., ... & Faria, T. D. J. (2010). Antimicrobial activity of essential oils from *Pimenta pseudocaryophyllus* and *Tynanthus micranthus*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53, 1363–1369. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000600013>
- Davoodi, A., Azadbakht, M., Hosseini-mehr, S. J., Emami, S., & Azadbakht, M. (2021). Phytochemical profiles, physicochemical analysis, and biological activity of three *Colchicum* species. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 16(2). <https://doi.org/10.5812/jjnpp.98868>
- de Melo, L. F. M., de Queiroz Aquino-Martins, V. G., da Silva, A. P., Rocha, H. A. O., & Scortecchi, K. C. (2023). Biological and pharmacological aspects of tannins and potential biotechnological applications. *Food Chemistry*, 414, 135645. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135645>
- Ericson-Neilsen, W., & Kaye, A. D. (2014). Steroids: Pharmacology, complications, and practice delivery issues. *Ochsner Journal*, 14(2), 203–207. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4052587/>

- Ferrier, J., Saleem, A., Ramirez, A. C., Liu, R., Chen, E., Pesek, T., ... & Arnason, J. T. (2018). Traditional medicines used by Q'eqchi' Maya to treat diabetic symptoms and their antiglycation potential. *Journal of Ethnopharmacology*, 224, 504–511. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.06.031>
- Gargiullo, M. B., Smith, N., Mori, S. A., Henderson, A., Stevenson, D. W., & Heald, S. V. (2004). Flowering plants of the Neotropics. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 131(4), 420. <https://doi.org/10.2307/4126945>
- Jiménez, C., & Riguera, R. (1994). Phenylethanoid glycosides in plants: Structure and biological activity. *Natural Product Reports*, 11(6), 591–606. <https://doi.org/10.1039/NP9941100591>
- Lohmann, L. G. (2006). Untangling the phylogeny of neotropical lianas (Bignoniaceae, Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 93(2), 304–318. <https://doi.org/10.3732/ajb.93.2.304>
- Maia Ladeira, L. C., Damasceno, E. M., de Melo, A. L. D. A. B., da Silva, J., Maldonado, I. R. D. S. C., & da Matta, S. L. P. (2025). Anti-adiposity effect of cipó-cravo (*Tynanthus fasciculatus*), a vine from the Brazilian Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 27, e2025001. <https://hdl.handle.net/2268/336716>
- Medeiros, M. C. M. P. D., & Lohmann, L. G. (2015). Phylogeny and biogeography of *Tynanthus* Miers (Bignoniaceae, Bignoniaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 85, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.01.010>
- Plaza, A., Montoro, P., Benavides, A., Pizza, C., & Piacente, S. (2005). Phenylpropanoid glycosides from *Tynanthus panurensis*: Characterization and LC-MS quantitative analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8), 2853–2858. <https://doi.org/10.1021/jf0479867>
- Suruí, W. L. (2025). *Estudio fitoquímico de la planta indígena Paxameh Korah en la Aldeia Gap Ey Paiter Suruí*. Fundação Universidade Federal de Rondônia. <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/6194>
- Yadav, B., Jogawat, A., Rahman, M. S., & Narayan, O. P. (2021). Secondary metabolites in the drought stress tolerance of crop plants: A review. *Gene Reports*, 23, 101040. <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2021.101040>
- Zambrano Intriago, L., Buenaño Allauca, M., Mancera Rodríguez, N., & Jiménez Romero, E. (2015). Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas por los habitantes del área rural de la Parroquia San Carlos, en Quevedo, Ecuador. *Universidad y Salud*, 17(1), 97–111. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v17n1/v17n1a09.pdf>

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.5>

How to Cite:

Ehirim, U.G. (2026). Navigating the investment and securities Act 2025: A comparative legal framework for cryptocurrency regulation in Nigeria. *Amazonia Investiga*, 15(87), 48-66. <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.5>

Navigating the investment and securities Act 2025: A comparative legal framework for cryptocurrency regulation in Nigeria

Navegando la Ley de Inversiones y Valores de 2025: un marco jurídico comparativo para la regulación de las criptomonedas en Nigeria.

Received: April 15, 2026

Accepted: May 30, 2026

Written by:

Ugochukwu Godspower Ehirim¹
<https://orcid.org/0009-0001-0540-4907>

Abstract

The growing popularity of cryptocurrencies across the globe has generated concerns. The phenomenon has challenged existing financial regulatory frameworks prompting countries to consider partial or absolute recognition of the medium as tradable securities, for exchange or settlement of accounts, after the manner of fiat currency, but parallel to it. Fundamentally, the aim of this paper is to ascertain whether cryptocurrencies may lawfully be used, and to what extent in Nigeria. The study engages the doctrinal (conceptual) methodology for legal research which is basically library based, leveraging primary and secondary source materials for the rigorous analysis. With particular focus on the Investment and Securities Act 2025 the paper makes a structured analysis and review of relevant regulations on securities and currencies in Nigeria to determine: i). whether all manifestations of cryptocurrencies were within the contemplation of statute, and ii). the effect of the new law on the legality or otherwise of virtual assets in Nigeria. The result reveals at first, that the debate on legal assessment of cryptocurrencies persists and issues are still not fully resolved; second, the status and nature of digital currency presents it as a specie of electronic promissory note capable of creating legal obligations and values enforceable by judicial process if properly harnessed. In concluding, the paper asserts that cryptocurrency could be traded on the stock market and licensed *bureau de change* platforms like other foreign currencies with the right statutory atmosphere and such trades would enrich Nigeria's tax economy as it is the case with Canada.

Resumen

La creciente popularidad de las criptomonedas en todo el mundo ha generado preocupaciones. Este fenómeno ha desafiado los marcos regulatorios financieros existentes, llevando a los países a considerar el reconocimiento parcial o absoluto de este medio como valores negociables, para el intercambio o la liquidación de cuentas, de manera similar a la moneda fiduciaria, aunque de forma paralela a ella. Fundamentalmente, el objetivo de este artículo es determinar si las criptomonedas pueden utilizarse legalmente y hasta qué punto en Nigeria. El estudio emplea una metodología doctrinal (conceptual) para la investigación jurídica, basada principalmente en la revisión bibliográfica, aprovechando fuentes primarias y secundarias para un análisis riguroso. Con especial atención a la Ley de Inversiones y Valores de 2025, el artículo realiza un análisis estructurado y una revisión de las regulaciones relevantes sobre valores y monedas en Nigeria con el fin de determinar: i) si todas las manifestaciones de las criptomonedas estaban contempladas dentro del marco legal, y ii) el efecto de la nueva ley sobre la legalidad o ilegalidad de los activos virtuales en Nigeria. Los resultados revelan, en primer lugar, que el debate sobre la evaluación jurídica de las criptomonedas persiste y que las cuestiones relacionadas aún no han sido completamente resueltas; en segundo lugar, que el estatus y la naturaleza de la moneda digital la presentan como una especie de pagaré electrónico capaz de generar obligaciones y valores jurídicos exigibles mediante procesos judiciales si se aprovecha adecuadamente. Como conclusión, el artículo sostiene que las criptomonedas podrían negociarse en el mercado

¹ Department of Private Law, Delta State University Abraka (Oleh Campus) Nigeria. E-mail: chirim.ug@delsu.edu.ng



Keywords: Cryptocurrency, Financial Technology (FinTech), Medium of Payments, Legal Regulation, Securities.

de valores y en plataformas autorizadas de casas de cambio, al igual que otras monedas extranjeras, bajo un entorno normativo adecuado; además, estas transacciones podrían enriquecer la economía tributaria de Nigeria, como ocurre en el caso de Canadá.

Palabras clave: Criptomoneda, Tecnología Financiera (FinTech), Medio de Pago, Regulación Jurídica, Valores.

Introduction

Digital technologies have become sustainable instruments for meeting the various needs of diverse sectors of the society, particularly the healthcare, justice delivery (Ehirim, 2025a, pp. 47–71; Ehirim, 2025b, pp. 1334) and more importantly the finance sector. The development is a predictable outcome of intentional configuration choices that has transformed global economy and birthed the FinTech industry. Novel methods for collating, processing, recording, transmitting and evaluating information are made available in the financial sector. This is reflected in the presence of a retinue of emerging drivers of nations' digital economies described as big data, digital start-ups, robotics, tokenization, blockchain, various internet systems, neural networks, artificial intelligence, and so on. Traditional settlement mechanisms have been stretched by emergent technologies, particularly virtual assets and digital money which have enabled various mechanisms for making financial transactions. These mechanisms include internet payment systems powered by FinTech, otherwise known as mobile money, and cryptocurrency exchanges. In Nigeria, the leading providers of FinTech services are Firstmonie, Opay, PayPal, Palmpay, Moniepoint, and Kuda which share similar features with M-PESA (Ndung'u, 2021, pp. 5–11). The FinTech phenomenon operates in similar ways under different identities from one country to another. It is, therefore, the same case with Mobile Money (MoMo) services in South Africa (Ehirim, 2026, pp. 1–29) as well as DeFi, PayTech, P2P Crediting in Ukraine (Volkova et al., 2024, pp. 179). These rather novel business platforms demand appropriate enquiries to ascertain their effectiveness to operate within the digital money market bearing in mind the need for consumer protection and sovereignty of states in the digital era (Buchan & Ungor, 2026, pp. 1–21).

The purpose of this article is to interrogate the legal status of virtual assets as tradeable instruments, particularly on Nigeria's stock market. In order to achieve this purpose, the paper views digital currencies through the lens of value and the securities inherent in them. The secondary aim of this paper is to ascertain whether cryptocurrencies may lawfully be used for payments or trade in Nigeria. It has been observed that the attitude of regulators to the idea of virtual asset emanates from the definition attaching the entire notion. The study demonstrates immense scientific novelty as it is informed by the obvious changes in statutory regime (Federal Republic of Nigeria, 2025a) and the evolving digital monetary economy. The relevance of the paper, therefore is to identify the definition assigned to crypto assets under the law which invariably defines their utilities in Nigeria's economic index. These issues are dealt with under relevant headings in the paper.

Literature Review

A good number of scientific studies and publications abound on diverse aspects of FinTech impact on the law and economics which are relevant to this study. Nevertheless, the concept of statutory governance of digital finance has remained at the fragmentary, nursery stage of development, without systematic features. To this end, it is necessary to define trends in the emerging sphere for the purpose of evolving financial jurisprudence. The approach may involve classification and definition which would clarify content and directions of statutory governance of social enterprises pertaining to digital finance, particularly in public finance. Attempts at legal definitions implicate generalization which creates challenges of regulation or exclusion capable of birthing such subcategories like asset-referenced tokens, e-money tokens, and utility tokens, including algorithmic crypto-assets which digitally power the monetary economy of states (Coelho, 2026; Vondrackova & Hobza, 2024, pp. 172). Previous studies on the FinTech enterprise cover such spectrum as scientific, professional, academic and methodological fields of learning. Available results of various scientific studies are debatable and pluralistic. Thus, no coherent theory or precept of legal administration of FinTech exists in the sphere of public finance. The

labyrinth of legal challenges in digitalization of financial relations is extensive. The scope of this paper does not accommodate the minutest overview of the prominent categories. The article concentrates on digital currencies in all manifestations and references to FinTech are only necessary as vehicles for the mobility of digital assets.

Most recently, efforts have been made to define ‘payment-systems’ and its specialized legal regulation. In an attempt to define, several authors would either leave the problem unaddressed or simply reproduce relevant sections of regulatory statutes. The approach presents a serious flaw in the research process. The flaw is evident in the work of Ahmed et al. (2021). He rightly outlines the paths for modernization of India’s legal regime of payment services without revealing his views or opinion on the payment system enterprise. The work was rather suggestive with respect to the Indian economic space and did not explore the delicate environment of investments and securities in Nigeria. Geva (2020) succinctly highlights his vision of regulatory regimes relating to digital payments. However, he proffers no definitions when outlining special structure of regulatory agencies and some aspects regarding statutory regulation of digital payment services in countries like Australia, Canada, the United States of America (US), as well as the Community Europe, though the author used the ‘payment system’ nomenclature severally in his research. The author does not intentionally identify the concept of payment system within the context of guaranteeing monetary circulation in a stabilizing digital economy. Resolving the problem may require the study of statutory administration of other branches of law. Consequently, Vlasenko studied legal and administrative or financial regulation of payment systems (Vlasenko, 2022). The author’s work, however, is useful for background knowledge as it does not reflect the position of the law by July 2021 when the extant regulation on digital finance in Ukraine became effective (Verkhovna Rada of Ukraine, 2021). Volkova et al. (2024) studied the crypto market experience, particularly with respect to the regulatory challenges in modern conditions. The study aligns more with the present research in particular respects. It merely extended the work of Vlasenko with a focus on Ukraine under the extant law, thereby falling short of examining the Nigerian crypto market space which enjoys the latest development of law on the subject matter, going by the Investment and Securities Act which came into force in March 2025. The work of Volkova et. (2024), al therefore leaves a gap. Ukwueze (2021) studied the legal status and regulatory challenges of cryptocurrencies in Nigeria while conducting a comparative analysis of the operations of Fintech in Nigeria and South Africa. He regrets the absence of legislative framework on such a subject as important as virtual assets and disagreed with the Central Bank of Nigeria (CBN) on the absolute ban on cryptocurrencies in Nigeria. But the law has evolved from the time and space of the author’s work thereby raising the need to bring research up to speed with recent legal developments. There is therefore a gap in the work of Ukwueze which makes the present work very imperative. This research bridges the gaps in the works of Volkova et al. (2024) and Ukwueze (2021).

The operations of payment systems extensively associate with the use of digital money in form of virtual asset (van der & Shirazi, 2023, pp. 5; Volkova, 2025). Thus, much ink has gone into conceptualizing the position of the law on cryptocurrencies. The answer is not linear as it depends largely on individual jurisdiction as well as the multiple dimensions of each conceptual apparatus. The legal status of virtual asset has remained unresolved, even in the USA (Purdue Global Law School, 2025). However, Europe has shown leadership in the administration of digital tokens through the instrument of Market in Crypto-Asset Regulation (MiCA) which harmonizes other regulations, including the European Securities and Markets Authority (ESMA) regulation on the use of cryptocurrency as security within the European Union, fully effective 1 July 2026. MiCA (European Parliament & Council of the European Union, 2023; Conlon et al., 2024) becomes the flagship instrument for comprehensive crypto-asset regulation across the globe, notwithstanding the bespoke legal frameworks for crypto-assets among some EU member states (Buttiyieg & Cuyle, 2020, pp. 639; Dragomir & Dumitru 2023). A peep into the EU regulations may throw some light on the constitution and operations of cryptocurrency. Article 3 (1) no. 2 of MiCA (European Parliament & Council of the European Union, 2023; Tomczak, 2022) constructs crypto-asset as follows:

A digital representation of a value or a right that uses Cryptography for security and is in form of a coin or a token or any other digital medium which may be transferred and stored electronically, using distributed ledger technology or similar technology.

Similarly, the ESMA interprets crypto-asset as a type of private asset that depends primarily on cryptography and Distributed Ledger Technology or similar technology as part of their perceived or inherent value (ESMA, 2019, pp. 5). The definition put out by ESMA is not without some concerns. It leverages the

functional and economic attributes of crypto-asset over and above its scientific configuration. ESMA draws the legal description of crypto-asset more from the intrinsic values of the digital token, including its tradability as security in the stock exchange market rather than its isolated alignment with the blockchain infrastructure. Consequently, where the digital coin is tradable, forming part of a category of securities, and bequeaths entitlements which generally connect with customary securities such as bonds or shares, it could be classified as security (European Parliament & Council of the European Union, 2014; Teng et al., 2026). As broad as MiCA's definition appears, Tomczak (2022) posits that the instrument failed to define 'stable token' which resonates with e-money and asset-referenced tokens. The author states that asset-referenced tokens may fail the attribute of 'stable' under MiCA. Consequently, MiCA excludes e-money (Art. 2 (1)(b), European Parliament & Council of the European Union, 2023) and financial instruments (Art. 2 (2) (a), Regulation (EU) 2023/1114) from its operations (Burilov, 2019, pp. 146).

It therefore follows that the nearest viable search for a doctrinal definition of the legal regime for digital token as enabled by the FinTech phenomenon will point to the conception of the monetary status of the taxonomy of digital tokens such as cryptocurrency, and electronic money with regard to their acceptability for settlement of financial needs of the public. This approach would highlight the importance of enhancing emerging technological solutions on public finance as well as showcase understanding of the dangers associated with the evolving financial landscape such as the propensity for economic crimes like money laundering and tax evasion for which reason the state should regulate the use of the evolving technology.

Methods

The doctrinal, theoretical, methodology of legal research is adopted in this study. It engages a structured, dialectical analysis in reviewing primary and secondary legal sources, particularly the extant regulations and legislations as well as scholarly publications bearing on FinTech operations, currencies and securities in Nigeria to align their bearing on digital currencies and virtual assets. 100 material literature were collated, including law and internet sources. A rigorous data-content analysis was carried out, one step after another, to allow for sifting and segmentation of materials into laws, books, book chapters, articles and internet sources (Asgarov, 2024, pp. 93). It proceeds to compare the present legal framework on the subject matter with some select countries, particularly Ukraine and the community Europe. References to other jurisdictions such as the United States of America (US), Uganda, and El Salvador are intentionally made for comparative studies and clarification of concepts and operations of the law with regards to virtual assets. The countries referenced were obtained from a thematic coding systematically engaged to countries, regulations, and concepts related or divergent to the Nigerian experience to deepen the discourse. The selection process is not dependent on similarity of legal tradition – civil or common law. EU Regulations and case laws were selected because of their pilot impact on global jurisprudence, particularly the emerging digital switch whereas Ukraine was given attention because of the seeming relationship between its extant statute on cryptocurrencies and the Nigerian experience, after considering the utilities of crypto-assets to the country at the earliest years of the Russian invasion. Consequently, cognitive method comprising general scientific approaches which include comparative method which afforded the possibility of comparing the result of this study with other scientific findings, interpretative approach which was deployed to construct documents and statutes, and deductive, inductive, analytical techniques resulting in the synthesis of ideas, is used (Nnawulezi & Magashi, 2022).

The paper is developed in a graduated manner under four main parts/sections for proper appreciation of the discourse. The foremost section introduces the discourse, reviewing the literature and highlighting the aim and relevance of the study. The current section identifies the method adopted, as well as the processes engaged in analyzing data, resulting in a coherent result. The next section is dedicated to discussing the result of findings of the study. It has been properly headed to enhance easy flow of thought. This section covers two broad headings numbered as 3 and 4. Efforts are made to select less-complex, less-scientific, self-explanatory figures (see figures 1, 2 & 3) for the interpretation or demonstration of relevant data or facts. Figure 1 shows the penetration of electronic money, cryptocurrency, FinTech on markets in eight foreign countries; Figure 2 demonstrates Nigeria's critical position on the global crypto adoption index at the end of 2024; and Figure 3 explains the trajectory of regulation of digital tokens and cryptocurrencies in Nigeria. The chronology started with 2020, denoting strategic legal developments in different colors. The year 2024 is presented in the darkest color because the law stood still that year but 2025 is colored with green showing a remarkable, commendable legal development. Table 1 itemizes the advantages and disadvantages of cryptocurrencies over fiat currency, in a generic sense, which engenders the inevitability of regulation for a better economy. In the last part or conclusion, the paper offers constructive suggestions

that would make for beneficial adoption of cryptocurrencies. It also canvasses for streamlined statutory regime, particularly for the purpose of ensuring synergy between the SEC and the CBN, the twin agencies with critical oversight on crypto transactions in Nigeria.

Discussion of Results

The legal and conceptual basis for digital money, cryptocurrency, and FinTech payment system

The governance of digital finance services within the legal system has received significant boost in most recent times. The truth is that the law does not compete with technology in terms of speed. The legal system admits reforms at snail speed because of the peculiarities of justice delivery (McIntyre et al., 2020). The conservative nature of law explains why the abundance of scientific studies and publications on FinTech has not yielded model statutory framework for the protection of consumers of the product and the general political-economy. An evaluation of attempts to liberalize digital finance technologies results in unavoidable legal quandary due to irreconcilable features in the direction and content of normative legal instruments and innovative methods. Consequently, one of the multiple challenges presently confronting financial regulations is the determination of the competence of digital mode of settling accounts. The resolution of this challenge in real time is imperative as it reasonably impacts critical changes in global economy. This is so because world economies run on accelerated digitalization and informatization (Paulin, 2018, pp. 251-261). The current state of affairs in digital finance magnifies the need for comprehensive appraisal and consciousness of extant trends in the financial market. There is the concern for particularization of critical actors in the money circulation arrangement which should be subjected to surgical restructuring in the generic description of FinTech sector of the banking industry. This would impact other entities engaged with the obligation to render legitimate financial services (Leheza et al., 2023a).

The theoretical basis for the emergence of digital currencies and mobile money payment system aligns with established economic models which sustain the growing popularity within the financial matrix in Nigeria. These models include, Theory of Planned Behavior (TPB), the Technology Acceptance Model (TAM), the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT), and Decomposed Theory of Planned Behavior (DTPB). Giovanis et al. (2019) argue in favor of the DTPB as the model which offers the best explanation for the acceptability of digital currencies and mobile payment system globally. This is because the model comprises the perceived risk (PR) as well as the three rationally evaluated elements of compatibility, usefulness and ease of doing business. The foregoing argument becomes relevant since the TAM is constrained in application because it only incorporates the twain attributes of perceived utility (PU) and perceived ease of use (PEOU), excluding external factors characterizing the behaviors of consumers of digital money services (Asongu et al., 2024). Conversely, Badiang & Nkwei disagree with the foregoing position, positing that UTAUT model takes credit for the extensive acceptability of digital financial transactions in South Africa (Badiang & Nkwei, 2024). The truth is that the UTAUT, more than any other model, accommodates African values of status peddling through its inherent matrix of social influence, performance and effort expectancy, and facilitating conditions, hence its natural popularity in Nigeria. Notwithstanding prevalent economic theories, it is suggested that the utilitarian legal theory more than any legal theories explains the popularity of digital money such as cryptocurrencies and associated payment systems in Nigeria. The theory explains why younger persons in Nigeria, for fear of security profiling, patronize the emerging digital currencies and payment systems more than the middle-aged and aged persons. The long queues and hours invested in basic transactions in structured banks in Nigeria and the resultant frustrations, particularly the attempt to regulate cash circulation, endears electronic banking and cryptocurrencies to the average person. In Nigeria, consumers are amenable to ease of doing business which punctuates domestic consumer cultures despite the fact that the necessary infrastructure, such as the internet which is required to enable such culture, is at the nursery stage. The utilitarian legal theory applies to e-financial services and digital currencies resulting in risk-management, trust, security, and privacy of customers, especially affecting such outcomes as speed or time-management, cost-benefit, accessibility, and cognitive offload (Rouse et al., 2025).

Crypto assets are generally acceptable to Nigerians having shown potential as an alternative payment system with a promise of higher profit margin or quick wealth. Such profit-making drive when weighed on the global scale of cryptocurrency patronage suffices to attract statutory regulations that would harness the opportunities for improved national economy through taxation and other administrative charges. However, effective regulation of the asset would depend largely on understanding the values which attract its retailers'

patronage and uses, rather than by the suppression of its uses. Value generally identifies with the functional and inherent quality of crypto-asset which sustains its potential to satisfy users' needs to solve designated problems. On the surface, cryptocurrency has no intrinsic value unlike silver, diamond and gold but its scarcity affirms its pseudo-intrinsic worth and relevance. Consequently, retail users of the product engage with it for specific but diverse reasons not limited to profit-making. Another effect of value attachment with cryptocurrency transactions is the result of accommodating the young population -tech-savvy-generation-within the financial net. This financial inclusion has helped emerging economies through socio-economic instabilities by means of continued remittances routed via crypto channels. To this end, the Nigerian state's recognition of digital tokens such as cryptocurrency as property is commendable for guaranteeing better protection for retail users of the product as well as enhancing compliance obligations to national monetary policy, with respect to the capital market.

In Nigeria, the earliest response to digital tokens was skepticism and covert rejection, by the conservative bureaucracy. Consequently, the country's securities and financial markets regulators, the Securities and Exchange Commission (SEC) and the CBN advised capital market operators and financial institutions against transacting in the digital tokens. The utilization of Bitcoins to salvage the near collapse of the money circulation system during COVID-19 pandemic presented the opportunity to the regulators to give critical considerations to the emerging digital tokens and the enabling FinTech. To this end, whereas the CBN sticks with its skeptical posture, SEC's attitude is tacitly shifting towards the recognition of cryptocurrencies as assets. It is evident that the current state of the law has streamlined the functions of both regulatory financial agencies. While the CBN exercise its powers over legal tenders in Nigeria, the SEC takes control of securities. Cryptocurrency is not a legal tender in Nigeria because the CBN has not approved it to be so used liberally but its use is no longer unlawful in Nigeria, particularly within the operations of the capital market. The ISA 2025 transforms retail users of crypto product from players in gray-market environment operating in obscurity to transparently regulated market landscape in which taxes on the product and its transactions become enforceable, ownership and inheritance of crypto as a property becomes litigable and greater recourse to settlement on investment issues is afforded parties to a crypto transaction. Currently, available literature reveals that Nigerians have great attraction to digital currencies, being rated among the largest private users of cryptocurrencies in the universe (Balarabe et al., 2024). Following online search, Google Trends rated Lagos as a frontline city on the usage of digital tokens worldwide in 2019 (Agama, 2021).

Nigeria is not isolated in its earliest reaction to the disruptive digital currencies. At the beginning, the National Bank of Ukraine (NBU) (Kostenko et al., 2021) described cryptocurrency as 'a monetary surrogate' prohibited for use within the country under Part 2 of Article 32 of the Law of Ukraine 1999 (Kostenko et al, 2021, pp. 53-64). Progressively, the Ukrainian position adjusted to one of tolerance as demonstrated in the tremendous crypto donations in support of its defense budget upon Russian invasion of the country (Thomas Reuters, 2022). The statement jointly issued by the country's financial gate-keepers considers cryptocurrency as a specie of decentralized virtual currencies. The approach aligns with the complex legal status of digital currencies which inhibits their identification with the elementary monetary theories such as fiat currency, currency value, electronic cash, legal tender, monetary surrogate, securities and so on. Put differently, the statement highlighted the imperativeness to identify cryptocurrencies as novel token of legal relations as well as the difficulty in applying the matrix of juristic analogy to the concept of digital currencies. This implicates the practicality of developing new models, schemes and regimes of statutory governance of financial relations that would serve the needs of the country's economy (Volobuieva et al, 2023). A comprehensive legislation which would harmonize all bureaucratic and economic extremes in Ukraine on virtual assets is yet to come into force (Verkhovna Rada of Ukraine, 2022). Notwithstanding the prevailing legal position, the status of cryptocurrencies at law is yet entirely unresolved. Clause 7, Article 4 of the Law of Ukraine —On Virtual Assets (Nihreieva, 2022, pp. 170-176) stipulates that digital currency does not constitute instrument of settlement of accounts in matters of exchange of goods and services. In one breadth, the law considers virtual assets to be an object of civil rights and in another breadth, it divests them of the power to function as negotiable instrument (Pogribnyy, 2018). This is rather ambivalent. This is true with a community reading of paragraph 1(3) of Article 34, and Clauses 2, 5 of Article 3 of the Law of Ukraine — On Payment Services effective on August 1, 2022 (Lysenko, 2022) regarding the viability of using digital currency and electronic money for economic transactions in an equivalent manner as cash.

The legal concept of money may distinguish official money from private currencies. Using crypto assets in civil transaction as a decentralized private means of settlement of account may require distinct evaluation from its use within the public legal circle. Put differently, it is a fundamental monetary

theory that alternative means of payment to official public currency can only gain and retain economic relevance and value as a token capable of conferring civil rights where the state permits the use for formal transactions (Martino, 2024). The basic legal and economic value of every state's official value of exchange for its economy lies with the designation of such means of exchange as legal tender. This is the context in which official or public money functions for express fulfillment of obligations. It is a legal duty for everyone to accept them as representing their ascribed value for all economic transactions (Leheza et al., 2023b, pp. 340-359). The absolute right of the state to endorse financial settlements by legal tenders is particularly important to underline such state's sovereignty (Georgieva, 2025). However, the strength of the state monopoly over legal tenders has been tested by the emergence of virtual assets. The digital currency trend has become so forceful and formidable that state regulatory authorities would either run with it or be overtaken by it. Indicative of the development is the idea of allowing entities external to the National Bank of Ukraine to design money in digital form, denominated in hryvnia. Hryhorash et al. (2018) contend that the notion of the practicability of such design raises potential issues of constitutional conflict with the innovation and so requires critical assessment. The foregoing appears to be a catch-up measure by national banks across the globe to remain relevant. South Africa and Nigeria are leading Africa in the innovative digital currency switch by the countries' central banks. Ehirim (2026) conceives that the digital switch would work a synergy between the countries as well as engender seamless transnational relations within the region, extending also to intercontinental partners according to the African Union (AU)'s Agenda 2063 (Ehirim, 2026, pp. 1).

Critical to the functioning of digital money market is the concerns for adaptation of FinTech operations for other financial, fiscal and legal obligations. This is rather controversial because by its design, digital currency is a form of virtual asset with a secured binding nature (Leheza, 2022). By simple economics, cryptocurrency is an electronic debt document, not money in its actual connotation. The problem of proper regulation begins with adequate definition. The definition of cryptocurrency has defied uniformity, becoming a formidable bases for challenging regulatory instruments (Dogan Kaya, 2025, pp. 166-68). In *Silver Kayondo v Bank of Uganda* (2023), applicant challenged the ban for exchange of crypto with Uganda Shillings contending that crypto is a legitimate digital asset tradeable in digital economy which transcends sovereign geographical boundaries. It may be conceived as an electronic specie of promissory note, though lacking in the formal characteristics of such economic security. Such designation may indeed be dubious from legal rationality, economic expediency, as well as practical realities. This is because digital currency has inherent features similar to different kinds of assets, inclusive of monetary surrogates. To this end, relevant statutes could be amended to enable payment of taxes and other official remittances by the use of virtual currencies (Verkhovna Rada of Ukraine, 2023). Recent legislative enactments in Ukraine show the drift towards using fiat finances as distinct investment resource but not as medium of payment for statutory fees and taxes. The extant regulation results in depletion of civil confidence in virtual assets as well as reputational deficit on the state (Leheza et al., 2019). Consequently, a controversy may arise in a situation where digital currency is permitted as payment instrument in non-public transactions within the bounds of legal payment media, and could as well be considered taxable objects within the taxation index because they initiate distinct value chain in economic relations, yet considered untenable for payment of statutory fees and taxes. The suggested rationale for the apparent double standard is the fact that digital currencies can assume the nature of junk securities or soap bubbles. The genuine fears of the state in the foregoing development can be contained by evolution of state-backed crypto, instead of completely shutting out the use of crypto for official remittances. Sweden evolved the first 'fiat' cryptocurrency within community Europe, envisaging a future Europe where fiat money would not be needful. The Central Bank of Sweden (the Riksbanken) issued E-Krona which has made digital remittances a seamless exercise (Thomas Reuters, 2022, pp. 21). A further illustration could be seen in the Ohio experiment in the USA. OhioCrypto.com became the first state platform to enable official use of cryptocurrency for legitimate payments in 2018. The portal accepted BitCoin though the state did not directly receive the BitCoin. Payers of statutory fees paid BitCoin into the portal which was converted into U. S. Dollar by an inbuilt processor which ensures that the state got accurate value of settlement. It is posited in the interim that only fiat currency is apposite for paying statutory fees and taxes. Fiat currency in this sense includes the evolving electronic currencies by the CBN, NBU or other such banks backed by state securities and political priorities for adequate guarantees of value.

Recognition of cryptocurrency as means of settlement of account: Lessons from other jurisdictions

It is a truism that whoever wants to control the world must first control money, particularly its circulation. The evolution of cryptocurrencies which offers alternative settlement units (ASUs) poses tremendous threats to state sovereignty or economic dominance through its fiat money. This is so because the crypto market has capacity to by-pass all known regulatory checks, from configuration through transmission to destination. The highhandedness of governments in wealth distribution, particularly of countries of the global South is most difficult and improbable with the Public Distributed Ledger approach, traditional to cryptocurrencies. Crypto market leverages a block-chain arrangement that captures transactions between parties in an efficient, verifiable, and concrete manner (Boada & Muslera, 2024). Joseph and Paul conceive block-chain as a database of a network of fixed-length blocks that includes 1 to N transactions, where each transaction added to a new block is validated and then inserted and updated as a new block. At the completion of the block, it is joined to the end of the existing chain blocks (Bambara & Allen, 2018). The trending block-chain technology which is evident in cryptocurrency is visible in Nigeria with diverse brand names which include Bitcoin, Ethereum, QDX, XRP, Altcoins and others (Abdullahi, 2024, pp. 28-30). Todd suggests that the number of independent virtual currencies across the globe exceed 16,000 with an estimated value of more than 3 trillion USD (Todd & Hammond, 2022). There are currently about 32 top cryptocurrency companies and startups in Nigeria with Binance and Quidax taking the lead. Nigeria has more than 430 FinTech operators at the end of February 2025 evidencing more than 70% growth out of 255 firms recorded at the end of January 2024 (Udo & Jacob, 2025, pp. 22-34). Globally, the FinTech sector has advanced from the early stage which placed startups at the controlling heights. Currently, the business is dominated by professional companies which are capable of enhancing and upholding best industry standards for consumers of their diverse products.

The incremental consideration of consumers' interests in the business of emerging FinTech accounts for the growth in the speed with which penetration of these services are sustained around the world. The average degree of penetration of FinTech markets as recorded in 27 countries in a study conducted in 2022 was 16% with an improvement up to 33% in 2023 (Volkova, 2025). The result of the study reveals impressive outcome of 87% for India and China, South Africa and Russia level at 82%. Peru, Colombia, Ireland, the Netherlands, United Kingdom and Mexico exceed 70% rating. The United States of America (US), Japan, France, and the duo of Luxembourg and Belgium demonstrated low levels of FinTech penetration with 46%, 34%, 35%, and 42% respectively. See, (Fig. 1) below.

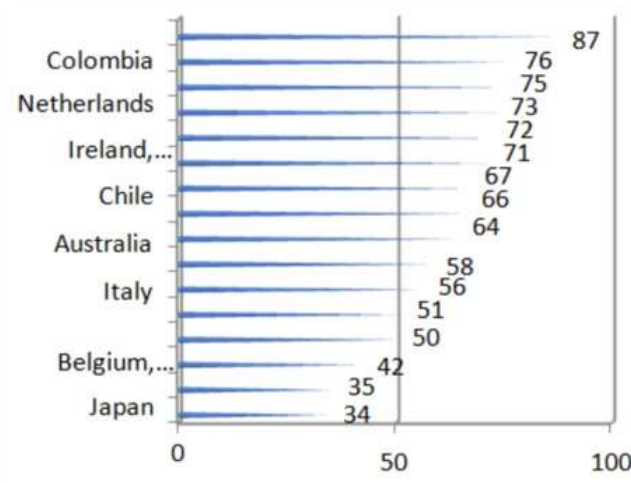


Fig. 1. Electronic money, cryptocurrency, FinTech on markets in foreign countries, %.

Source: Volkova et al. (2024). Crypto Market Experience: Navigating Regulatory Challenges in Modern Conditions. *Al-Risalah Forum Kajian Hukum dan Sosial Kemasyarakatan*

Thus, FinTech became a somewhat soft destination for new investors whose activities aid the neutralization state monetary monopoly, but not without palpable negative consequences on the legal system. Virtual currencies have challenged the machineries of governance much more in the area of crime control, particularly in Nigeria (Micali, 2024). Cryptocurrencies has gained notoriety as a suspected medium of fundraising by bandits and terrorists due to the unique feature of anonymity in contrast with fiat currencies transactions. Structured financial institutions, when enabling fiat money transactions, are under obligation to report and restrict suspicious transactions which may relate to money laundering, tax evasion, corruption, terrorism and certain high-profile offences (Chitimira & Oyesola, 2023). Every country has institutional

mechanisms for monitoring and compelling regulatory compliance by structured financial institutions (Kornniinko et al., 2023). This could take the double form of Know Your Customer (KYC) guidelines directed by regulators and the Anti Money Laundering (AML) laws in force in such country. Manullang et al. (2025) conceive that the Binance case has justified implementation of safeguards and regulations in the crypto market, though effectiveness of the outcome would be determined by professionalism in law enforcement and industry compliance. Lack of standard in assessing the degree of bureaucratic control of currency circulation, in the circumstances, inhibits free market economy and makes victims of individual political opponents of the ruling oligarchy in countries with weak institutions, like Nigeria.

The potential hazards caused by digital currencies and their enabling or associated, alternative payment account settlement engines also raise genuine concerns for regional and transnational peace and security having been identified as suitable vehicles for financing weapons and arms deals, human trafficking, narcotics peddling, cross-border terrorism, and others serious unlawful activities (Akhiero, 2024). How the downsides of virtual currencies affect a country account for the peculiar responses of individual national jurisdictions to the legitimate use of virtual assets as alternative to fiat money. This is the case with partial prohibition, legalization and absolute ban on transactions routed through electronic currencies. But the attempts by countries to outrightly ban, rather than regulate crypto assets end up in practical contradictions. Such is the case with China whereby despite the prohibition on official use of cryptocurrencies for transactions by the People's Bank of China, the country remains the foremost leader in crypto asset mining globally (Fei, 2023; Christodorescu et al., 2021). Same is the case with Ukraine and Nigeria, where government's stance on the legal designation of virtual currencies is undergoing remarkable transformation owing to practical realities. Most countries of Europe are beginning to accord crypto assets a coordinate status with fiat currency. Attempt by Sweden to strictly regulate cryptocurrencies was resisted by majority of its population which attempted a sweeping abandonment of cash in 2015. Consequently, in *David Hedqvist v. Sweden* (Case C-264/14), the Court of Justice of the European Union (CJEU) recognized Bitcoin as a competent means of settlement of accounts between parties who contract to transact with it. The Japanese Government endorsed amendments to the statutory instrument regulating banking operations when it formally approved Wiisoip as a legal medium of economic settlement of accounts in 2017 (Volkova et al., 2024). The German Government has taken further steps, not only to recognize Bitcoin as medium of exchange but as private money or asset. About February 2018, the Government of Germany, through its Federal Ministry of Finance, stated that cryptocurrencies are legal tender between parties who accept it. In the circumstances, they are alternative means of payment by autonomous contract between parties. The Government of Switzerland equates cryptocurrency with forex which are taxed as property but exempt from Value Added Tax (VAT). In the same vein, Finland recognizes cryptocurrency as a financial instrument for private transactions which enjoys exemption from VAT.

The major challenge with the use of virtual currencies is official designation which has in some cases resulted in absurdities in legal construction. In *United States v. Ulbricht* (2017), transactions in narcotics were settled with cryptocurrency. The court had to construe the legal status of cryptocurrencies, particularly whether they were property or money for the purpose of establishing the ingredients of the offence, to wit: 'buying' the product with money. The prosecution failed to discharge the burden of proof as the law at the time conceived cryptocurrency as property instead of money. Various states in the USA have shown commitment in recognizing cryptocurrencies as instrument of settlement in commercial transactions (Hughes, 2017). In August 2017, Alabama made the Alabama Monetary Transmission Act. According to the law, 'monetary value' is defined as "[a] medium of exchange, including virtual or fiat currencies, whether or not redeemable in money." The Alabama's Securities Commission has remarkably been credited as a foremost vibrant agency that tracks fraud in the crypto market (Alekseenko, 2023). In Alaska, the 2017 Monetary Bill conceives cryptocurrencies to comprise "digital units of exchange that have a centralized repository" as well as "decentralized, distributive, open-source, math-based, peer-to-peer virtual currency with no central administrative authority and no central monitoring or oversight (Livingstone & Shipkevich, 2023). Similarly, the Colorado Digital Token Act (Colorado General Assembly, 2019) applicable to the State of Colorado as codified under section 11-51-308.7 of the Colorado Revised Statutes, defines a Digital Token as a digital unit with specified characteristics, secured through a decentralized ledger or database, exchangeable for goods or services, and capable of being traded or transferred between persons without an intermediary or custodian of value. Although the foregoing Act has been replaced by the Colorado Digital Act 2024, the definition afforded by the repealed Act weighs considerably on the legal recognition of digital tokens in their manifestations.

Generally, the courts in USA construe cryptocurrency as money or other kind of money. In *Securities and Exchange Commission v. Trendon T. Shavers and Bitcoin Savings and Trust* (Civil Action No. 4:13-CV-416), Judge Mazant of the court of Eastern District of Texas construed Bitcoin as a currency since it could be applied for purchase of goods, payment for services as well as exchange with fiat currencies like Yuan, Dollar, Euro, Yen, and others. The case resolved virtual currencies by applying the current law to transactions, holding that it is money or a form of currency. Similarly, based on the Unification of Monetary Services Law (Uniform Law Commission, 2017), the USA state of Washington considers virtual currency as constituting object of money circulation. The federal configuration of governance in the USA has not provided for uniformity in court decisions except where there is a pronouncement by the apex court, for example in the case of sexual minorities' rights (Ehirim, 2025c, pp. 49). Consequently, the same set of facts may be viewed differently to presents a different outcome. Thus, in *State of Florida v. Michell Espinoza* (2019), the District Court of Florida dismissed the charge against the defendant who was indicted for the offence of obtaining income by criminal means, though he had pleaded guilty. The trial court was of the view that virtual currencies are no monies as to constitute income under the statute (Brandon, 2017). The court held as follows:

This court is unwilling to punish a man for selling his property to another, when his actions fall under a statute that is so vaguely written that even legal professionals have difficulty finding a singular meaning

Canada has gone a step further by confirming the taxable status of virtual assets. The Canada Revenue Agency (CRA) considers digital currency as property with taxable profits under the income tax regime, that is, profits from cryptocurrencies are regarded either as capital gains or business income. The question of taxation of profits in the circumstances is germane. The starting point is to determine whether profits from cryptocurrency transaction could be situated within the business or the capital dichotomies of tax operations. This is because the law provides for a 100% taxation of business income and taxation only on 50% of the total capital gains. This guide is important as Canada, with its unique tax regime, makes no distinctions between long-term and short-term capital gains. To this end, businessmen who deal in buying and selling of virtual currencies have 100% of their total profits taxed whereas private investors on crypto assets are only taxed on 50% of their entire capital gains. The result is that every territory and province in Canada, with the exception of Quebec which exercises independent tax regime, implements a tax scheme that guarantees accurate calculation of general tax obligation, particularly with respect to crypto transactions (Jhatakia, 2024).

Southern American nations recognize crypto as legitimate asset which could be allowed to circulate without substituting fiat currencies. This implicates the denial of crypto as legal tender in the strict sense. However, in September 2021, El Salvador elevated crypto to the status of an alternative legal tender of the country (Parampathu, 2024). It is posited that the sustained experimentation with crypto in El Salvador will inform calibration of the digital asset for the purpose of certification across the South American continent because crypto at that level would have acquired the status of a foreign currency. Generally, most Asian countries consider crypto as an alternative medium of settlement of accounts for transactions in goods and services. This is evident in the bureaucratic, judicial and legislative dispositions of major Asian states. Nevertheless, the reality reveals that only a few countries, namely: South Korea, Japan, Thailand and Singapore display unequivocal stance towards upholding the status of digital currencies as objects capable of donating civil rights in economic matrix.

Table 1.
Advantages and disadvantages of using cryptocurrency

Advantages	Disadvantages
Use of Cryptocurrency code	No guarantees for the security and safety of digital wallets
Possibilities of limitless transactions	The possibilities of losing or misplacing the cryptocurrency key
Predictable days of inflation	The instability and unpredictability of the cryptocurrency exchange rate with fiat currency
Anonymity	Utility still dependent on the exchange rate of fiat on demand
Decentralization	Negative and overbearing actions by state regulators are possible.
Number of days of the commission	Hacker intervention
Equal term and bargaining power of use between users	Difficulty in returning or retraction in any event of wrongful transfer of currency
Freedom from control by power economies. Protection against external invasion of information	Users' distrust

Regulation of Cryptocurrencies in Nigeria

The foregoing advantages of cryptocurrencies over fiat currency is the same for all jurisdictions and positions the virtual currency as a phenomenon that has come to stay. The failed attempts by a cross section of countries to ban the uses in practical terms informs regulation, particularly in Nigeria. Nigeria has continued its patronage of virtual assets and currently ranks among the first three countries on the crypto index with India and Indonesia as shown in the figure 2 below (De Luna Martinez & Kale, 2025, pp. 2).

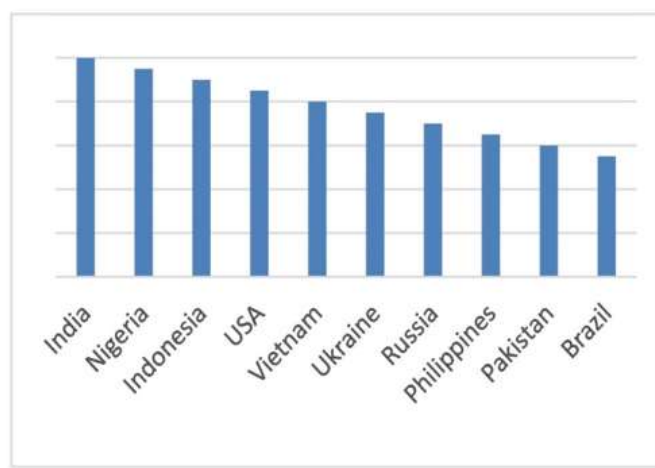


Fig. 2. Chainalysis' Global Crypto Adoption Index, 2024 (Top 10 countries) showing Nigeria's critical position on use of Crypto.

Source: The 2024 Geography of Crypto Report.

Statutory provisions for currency regulation in Nigeria bear solely on fiat currency as the legislator did not envision the disruption by digital currencies at the time. Without prejudice to the powers of the CBN to govern the nation's economic policies which includes currency circulation, the provisions of two major laws in Nigeria may be extended to digital currencies. The laws are the Foreign Exchange (Federal Republic of Nigeria, 2004) and the Investment and Securities Act (Federal Republic of Nigeria, 2025a; Oloworaran, 2023).

The Forex Act creates an independent or parallel market for forex. By the provisions of Section 2 of the Forex Act, 2004 activities in the market are enabled in convertible foreign currency and by the instrument of ordinary fiat money institutions, including coins and banknotes, bank drafts, telegraphic transfers, travelers' cheque, and any other instrument issued by foreign banks and acceptable to the CBN. The Act conceives foreign currency as any currency except the Naira although one could safely say that the law makers intended foreign currency to be fiat instrument. However, the provision for "any other money instruments" in Section 2 (2) (f) of the Forex Act, 2004 appears to have left an open end to accommodate the present-day cryptocurrencies. A reform to the extant law should take the evolving digital economy into account. A leaf could be borrowed from MiCA (European Parliament & Council of the European Union, 2023) which is explicit in its exclusions by mapping out the operations of 'electronic money' and 'financial

instruments' for purposes of enforcement (Art. 2 (1) (b) & Art. 2 (2) (a) of Regulation (EU) 2023/1114) (European Parliament & Council of the European Union, 2023). The accommodation is unfortunately at the behest of CBN (Federal Republic of Nigeria, 2007) which has statutory authority, in consultation with the Minister of Finance, to approve such instruments for transactions in the forex market.

Another provision exists which may be interpreted to cover cryptocurrencies under the ISA 2025. Section 357 of the Federal Republic of Nigeria, 2025 identifies securities as including:

Any other instrument deemed as securities which may be transferred by means of any electronic mode or which may be deposited, kept or stored with any depository or custodian.

It is noted that such electronic mode for transfer of the instrument should be such as approved by the Securities and Exchange Commission (SEC). By the foregoing, and for the purpose of regulation, securities in Nigeria includes stocks, bonds or debentures issued by corporate or statutory individual, as well as the options and rights created under them. It is the duty of SEC to license and approve digital assets as custodians or depositories. Thus, the activities of the SEC and the CBN in exercise of their regulatory powers, more than any other government agencies, jointly define the legality or otherwise of the use of cryptocurrencies in the absence of any specific law on digital currencies in Nigeria. The administration and recognition of cryptocurrencies in the country has come in stages. Figure 3 shows the trajectory of virtual currency regulation in Nigeria.

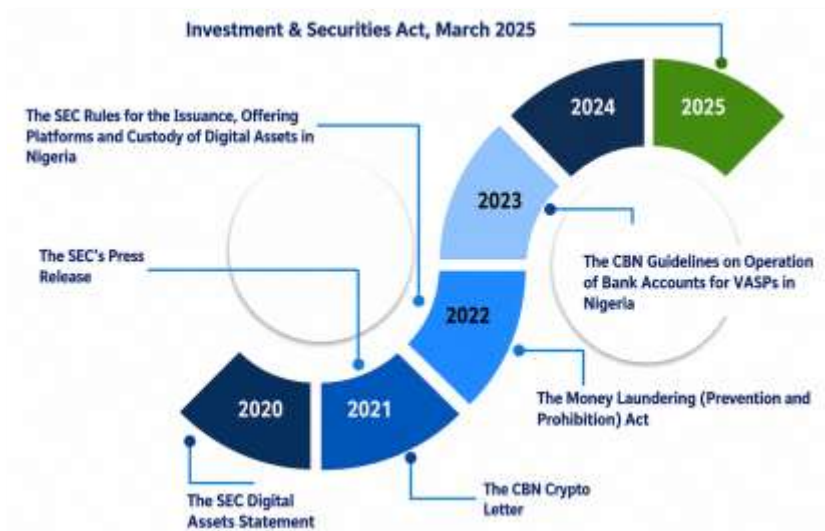


Fig. 3. The Trajectory of Regulation of Digital Tokens and Cryptocurrency in Nigeria.

Source: [Adaptation from] TEMPLARS ThoughtLab. (2024). Navigating the Regulatory Headwinds for Crypto Exchanges in Nigeria.

Regulatory Activities or Initiatives by the SEC on Digital Assets

In September 2020, the SEC made a statement which categorically classified and treated virtual assets in Nigeria as securities with the requirement for such digital assets to be registered after initial assessment forms have been filed. The CBN Letter of 5 February, 2021 (Nairametrics, 2021) directed financial institutions to desist from enabling payments anchored on crypto assets. The ban on the routing of cryptocurrencies through the structured banks in Nigeria in conflict with the recognition given to digital assets by the SEC created chaos within the market economy. In 2021, SEC made a statement showing preparedness to interface with the CBN to stabilize the forex market economy following the discomfiting statement released by the CBN. The Commission issued its guidelines or rules in 2022 for the governance of cryptocurrencies in the forex market. The SEC Digital Asset Rules prescribes mandatory registration of Virtual Asset Service Providers (VASPs) with the SEC. In the same year, the Money Laundering (Prevention and Prohibition) Act 2022 (Federal Republic of Nigeria, 2022) came into force. Section 30 of the AML Act (2022) included VASPs as well as funds in its extensive definition section in order to bring VASPs within the regulatory ambit of the Economic and Financial Crimes Commission (EFCC).

CBN and Recognition of Cryptocurrencies in Nigeria

Despite the recognition of virtual assets as securities by the SEC on September 11, 2020 (Oloworaran, 2023) and the subsequent evolution of guidelines for its operations in the forex market, the CBN has continued to de-market virtual assets in Nigeria. The law itself made recognition of currencies for the purpose of trading at the forex market subject to the CBN's approval. The December 2023 guidelines for the Operation of Bank Accounts by VASPs operating in Nigeria (Oloworaran, 2023) came as a relief as it reversed the 2021 total ban on cryptocurrencies (Osazuwa et al., 2024). By this development, banks may allow VASPs to operate accounts for the purpose of crypto transaction. The Guidelines imposed restrictions by way of prescribing limits on withdrawals, account usages, transaction as well as dormancy timelines. It also prescribes mandatory duties for banks enabling crypto transactions to ensure compliance with the AML Act (2022). Consequently, the banks are to engage risk mitigation and consumer protection measures by conducting due diligence (such as KYC mechanisms) as well as reporting suspicious transactions to the CBN. By and large, there exists no current substantive statutory framework for virtual/crypto assets in Nigeria, particularly in respect of the use of digital currencies for transactions other than securities.

Investment and Securities Act 2024 (Signed into law in March 2025)

In March 2025, a new law came into force in Nigeria. This is the first legislation countenancing cryptocurrencies in Nigeria (Sec 355 (1)(a) of Federal Republic of Nigeria, 2025a). The ISA 2025 officially recognizes cryptocurrencies and other virtual assets as securities. Consequently, a trader may deal in crypto the same way as forex trading but like forex platforms, all crypto trading platforms and intermediaries require mandatory registration with the SEC (Sec 3 (3) (o) of Federal Republic of Nigeria, 2025a). Section 123 of the ISA (2025) provides for mandatory Legal Entity Identifier (LEIs) in all transactions on securities. This aligns with global practices to build confidence in the securities and exchange hub. The law synergizes with the AML Act (2022) to track criminal activities by extending the powers of SEC over Pyramid and Ponzi schemes. Ukwueze (2021) argues that cryptocurrencies function in diverse ways which underpins their economic relevance and taxonomy. They are designed to function as follows: (i) Store of Value: These set of cryptocurrencies which include Bitcoin, Bitcoin cash and Litecoin are designed have three critical features including the quality of progressive preservation or increase in purchasing power in future, as well as ease in storage and liquidity. Their value is determined by market forces. (ii) Utility Tokens, identified as cryptocurrencies that could be utilized to settle accounts for commodities or services on customized platforms. These include Augur, Ethereum and Vechain with high volatility and requiring payment of specific fee for computational power on the platform. (iii) Digital Monies: These are the more cost-friendly cryptocurrencies designed for daily transactions and susceptible to inflationary tendencies of fiat currencies to which they are tied. They are most unsuitable for long-term investment purposes and may include Dash, Facebook Libra, ZCash and Monero. (iv) Security Tokens are conceived as electronic subterfuge of real – time or classic assets on the blockchain. This category of cryptocurrencies is also known as tokenized asset and amenable as subject of regulation as securities. They include Bcap (Blockchain Capital), C20, and Science Blockchain which are easily liquidated.

The extant financial reforms in Nigeria which has legalized the uses of crypto-asset balances the country's monetary sovereignty with innovative FinTech with a view to mitigating investment risks, bolstering the Naira, and combating capital flight. The monetary policy, through the extant legal instruments, seeks to achieve these goals, particularly by tightening regulatory oversight of the SEC on VASPs and by refusing a legal tender status to crypto products, thereby leaving the powers of the CBN intact (Oloworaran, 2023). Through taxation the reform would engender stronger wealth for creation both for private users of the crypto product and the public sector. Section 4 (1) (i) of the Nigeria Tax Administration Act (Federal Republic of Nigeria, 2025b), effective 1 January 2026 further recognizes cryptocurrency as digital asset, providing for 10% taxation on profits (Oke, 2026). The legal recognitions of crypto-asset by emerging legislations ensure that transactions become taxable events with corresponding liabilities in cases of exchange failures.

Albeit, the ISA is a commendable step, in practical terms it is difficult to see how the ISA applies to cryptocurrencies across board as it appears that the Act has only taken care of a peculiar manifestation of the virtual asset, that is, as securities leaving other aspects to conjectures. The recognition of crypto only as securities in Nigeria is quite narrow. The Ukrainian recognition of crypto as an instrument of civil transactions appears broader given the principles of contractual autonomy. The Act has, however, been criticized for establishing the Investments and Securities Tribunal (IST) without making provisions for alternative dispute resolution (ADR) mechanism (Budhijanto et al., 2025). The ADR mechanism, when

established, should be structured to accommodate issues bothering on brokerage arising between investors and their commissioned agents, investment advisors, registrars, and portfolio managers on the capital market. A suggested design should be double-layered comprising mandatory conciliation in the first instance, and arbitration with binding outcome where conciliation fails as contemplated under Section 57 of the Arbitration and Mediation Act (Federal Republic of Nigeria, 2023). The ADR infrastructure must leverage functional online proceeding capability which implicates lawful access to online transactions between parties, and functional facilities for virtual sitting. The Tribunal is like a regular Nigerian court and not an internet court which raises strong jurisdictional issues. This is most worrisome given the transactional uses of virtual assets and inevitability of conflict as well as the jurisdictional factors arising from blockchain transactions (Valcu, 2023).

Conclusion

The realities of the near impossibility of prohibitory regulation of cryptocurrencies in Nigeria instructs the evolution of a statutory framework to strengthen, rather than stifle the evolving crypto landscape. Due attention should be given to developments in recent years, particularly from 2020 which has impacted the licensing and regulatory regime and demonstrated the dangers of engaging reverse solicitation in service delivery in Nigeria. It is evident from the study that no country has yet evolved a perfect regulatory instrument for the ambivalent cryptocurrency market. However, Nigeria could borrow a leaf from Ukraine and harmonize it with case law from the USA. It is also suggested that policymakers understudy the provisions and workings of the MiCA which regulates crypto-transactions within the European Union with a view to identifying its adaptability to Nigeria. The law should at least provide for cryptocurrency as an object of civil obligation as in Ukraine which implicates the legality of transacting in cryptocurrencies beyond the floor of the stock exchange market. It also portends that cryptocurrency could be traded on licensed *bureau de change* platforms like other foreign currencies without the need for services of structured banks. The Canadian approach to taxation of crypto assets could be coveted by Nigeria as the continuous de-marketing of cryptocurrencies fritters away what should otherwise constitute official remittances, if properly managed. The Nigerian Tax Act which became effective on 1 January 2026 is yet to be tested. It is hoped that relevant authorities would evolve workable templates to achieve the intendment of the law.

The legislature should harmonize the roles of the CBN with the SEC for proper regulatory accountability without compromising inter-agency collaboration. The CBN Act should be amended or absolutely replaced for the purpose of accommodating virtual currencies and digital realities for regular market transactions and payment of statutory fees. Nigeria could borrow a leaf in this respect from the US. A statutory regime is more stable for investors than mere agency guidelines as currently obtains in Nigeria. The proposed CBN enabling statute or amended statute should provide for the following:

- i. Minimum capitalization for the entities or VASPs after the manner of micro finance banks
- ii. Agency control, by way of registration of private or corporate persons trading in cryptocurrencies
- iii. Mandatory record keeping by VASPs for routine audit purposes
- iv. Mandatory insurance cover for the activities/ transactions of all VASPs with the state-owned Deposit Insurance Corporation
- v. Taxation modalities for transactions routed through cryptocurrencies and
- vi. Consumer reporting mechanism
- vii. Proper ADR mechanism for dispute management.
- viii. Establish mechanism for international synergy for the purpose of tracking cross-border transactions.

Finally, this paper has demonstrated the expected impact of the financial reform introduced by the ISA to include the balancing between innovative financing and Nigeria's monetary sovereignty which has stabilized the Naira value, addressed issues of capital flight, and reduced investment risks in the capital market. The co-ordinate regime of the new Tax Act which establishes the taxability status of cryptocurrency transactions positions the digital token as a commercial instrument, a critical factor in the ongoing digital switch sweeping through the globe for which Nigeria is critically poised as a participant.

Bibliographic References

Abdullahi, A. (2024). Crypto-Exchanges in Nigeria: A Review of the Regulatory Framework. *ABUAD Law Journal*, 12(1), 28-40. <https://journals.abuad.edu.ng/index.php/alj/article/view/750>

- Agama, E. (2021). Investigating the Adoption and Usage of Cryptocurrencies in Nigeria. SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5091641>
- Ahmed, S., Batra, P., & Raman, A. (2021). *Modernizing the Law for Payment Services in India: Preparing for the Future of Retail Payments*. Vidhi Centre for Legal Policy. <https://vidhilegalpolicy.in/research/modernising-the-law-for-payment-services-in-india-preparing-for-the-future-of-retail-payments/>
- Akhihiero, G. (2024). Cryptocurrency and Cybersecurity in Nigeria: Assessing Nigeria's Regulatory Response to Emerging Technologies and Financial Crimes. *International Journal for Blockchain Technology*, 2(2), 110-117. <https://doi.org/10.18178/IJBTA.2024.2.2.110-117>
- Alekseenko, A. P. (2023). Model Framework for Consumer Protection and Crypto-Exchanges Regulation. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(7), 305. <https://doi.org/10.3390/jrfm16070305>
- Asgarov, B. M. (2024). Legal Regulation of Operational-search Activities: Comparative Analysis. *Amazonia Investiga*, 13(82), 91-99. <https://doi.org/10.34069/AI/2024.82.10.7>
- Asongu, S. A., Agyemang-Mintah, P., Nnanna, J., & Yolande, E. N. (2024). Mobile Money Innovations, Income Inequality and Gender Inclusion in Sub-Saharan Africa. *Financial Innovation*, 10(11), 11. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00553-8>
- Badiang, M. A., & Nkwei, E. S. (2024). Mobile Banking Adoption, Its Antecedents and Post-Adoption Effects: The Role of Consumers' Status Orientation in an African Context. *Cogent Business & Management*, 11(1), 844-845. <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2321787>
- Balarabe, A., Abdullah, M. F., & Rahman, A. (2024). Cryptocurrency in Nigeria: A Review from Contemporary Islamic Scholars' Perspective. *Jurnal Syariah*, 32(3), 466-486. <https://doi.org/10.22452/syariah.vol31no3.5>
- Bambara, J. J., & Allen, P. R. (2018). Block-chain: A Practical Guide to Developing Business. In: *Law and Technology Solutions*, (1st ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Boada, J. M., & Muslera, R. J. R. (2024). Legal Protection of Blockchain: An Analysis of Its Functionality and Legal Nature according to the Spanish Legal System. *Chilean Journal of Law and Technology*, 13(e73869), 1-19. <https://doi.org/10.5354/0719-2584.2024.73869>
- Brandon, M. P. (2017). The Value of Cryptocurrencies: How Bitcoin Fares in the Pockets of Federal and State Courts. *University of Miami Business Law Review*, 26(1), 191. <https://repository.law.miami.edu/umblr/vol26/iss1/9>
- Buchan, J., & Ungor, M. (2026). Monetary Sovereignty in the Digital Age: The Role of Central Bank Digital Currencies. *International Journal of Political Economy*, 55(1), 88-108. <https://doi.org/10.1080/08911916.2026.2624900>
- Budhijanto, D., Amalia, P., & Shiddiq, N. A. (2025). Blockchain Arbitration: Roadmap to Recognition and Enforcement of Arbitral Award. *Cogent Social Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2536726>
- Burilov, V. (2019). Regulation of Crypto Tokens and Initial Coin Offerings in EU. *European journal of comparative law and governance*, 6(2) 146-186. <https://doi.org/10.1163/22134514-00602003>
- Buttiyieg, C., & Cuyle, S. (2020). A Comparative Analysis of EU Homegrown Crypto-Asset Regulatory Frameworks. *European Law Review*, 45(5), 639-659. <https://search.informit.org/doi/10.3316/agispt.20230111081751>
- Chitimira, H., & Oyesola, A. (2023). The Adequacy of the Legal Framework for Combating Money Laundering and Terrorist Financing in Nigeria. *Journal of Money Laundering Control*, 26(7), 110-126. <https://doi.org/10.1108/JMLC-12-2022-0171>
- Christodorescu, M., English, E., Gu, W. C., Kreissman, D., ... & Zamani, M. (2021). *Universal Payment Channels: An Interoperability Platform for Digital Currencies*. arXiv preprint. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.12194>
- Coelho, D. P. (2026). Legal definition and categorization of crypto-assets under MiCAR. In D. Salampasis & P. Schueffel (Eds.), *Research handbook on FinTech* (pp. 29-46). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781035321421.00013>
- Colorado General Assembly. (2019). *Colorado Digital Token Act, S. 19-023, 72nd General Assembly*. Denver, CO: Author. Recuperado de https://leg.colorado.gov/sites/default/files/2019a_023_signed.pdf
- Conlon, T., Corbet, S., & Oxley, L. (2024). The Influence of European MiCA Regulation on Cryptocurrencies. *Global Finance Journal*, 63, 101035. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2024.101040>
- De Luna Martinez, J., & Kale, D. (2025). *Regulating the crypto market in Nigeria* (Selected Issues Paper No. SIP/2025/096). Washington, DC: International Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9798229018555.018>



- Dogan Kaya, H. U. (2025). The Qualification of Crypto-Assets as Securities under Turkish Law: A Comparative Analysis. *The Bogazici Law Review (BLR)*, 3(2), 166-189. <https://doi.org/10.69800/blr.1838778>
- Dragomir, V. D., & Dumitru, V. F. (2023). Recognition and Measurement of Crypto-Assets from the Perspective of Retail Holders. *Fintech*, 2(3), 543-559. <https://doi.org/10.3390/fintech2030031>
- Ehirim, U. G. (2026). Regulating the Emerging Mobile Money Services and National Digital Currencies in Nigeria and South-Africa. *Masaryk University Journal of Law and Technology*, 20(1), 1-29. <https://doi.org/10.5817/MUJLT2026-40380>
- Ehirim, U. G. (2025a). Artificial Intelligence and Healthcare Delivery in Nigeria: Legal and Ethical Dimensions of Patient's Rights to Safety. *The Indonesian Journal of Sharia and Socio-Legal Studies*, 1(1), 47-71. <https://doi.org/10.24260/ijssls.1.1.10>
- Ehirim, U. G. (2025b). Ethical Legal Practice and the Integration of AI into Legal Profession: Striking the Balance. *Open Journal for Legal Studies (OJLS)*, 8(1), 1334. <https://doi.org/10.32591/coas.ojls.0801.02013e>
- Ehirim, U. G. (2025c). Public Morality and Constitutionalism in Restricting LGBTQ+ Rights: A Legal Analysis of Nigeria, Ghana, and Uganda. *International Journal of Constitutional and Administrative Law*, 1(1), 42-68. <https://ijcal.profesionallegal.com/index.php/ijcal/article/view/3/4>
- ESMA. (2019). *ADVICE – Initial Coin Offerings and Crypto-Assets*. ESMA 50-157-1391: 5. <https://www.esma.europa.eu/document/advice-initial-coin-offerings-and-crypto-assets>
- European Parliament & Council of the European Union. (2023). *Regulation (EU) 2023/1114 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on markets in crypto-assets (MiCA), and amending Regulations (EU) No. 1093/2010 and (EU) No. 1095/2010 and Directive 2013/36/EU and (EU) 2019/1937. Official Journal of the European Union, L150, 40–205*. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1114/oj/eng>
- European Parliament & Council of the European Union. (2014). *Directive (EU) 2014/65 of the European Parliament and of the Council of 15 May 2014 on markets in financial instruments and amending Directive 2002/92/EC and Directive 2011/61/EU. Official Journal of the European Union, L173, 349–496*. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2014/65/oj/eng>
- Federal Republic of Nigeria. (2023). *Arbitration and Mediation Act, 2023. Federal Republic of Nigeria Official Gazette, 110(91)*. Recuperado de <https://sabilaw.org/wp-content/uploads/2023/06/Arbitration-and-Mediation-Act-1.pdf>
- Federal Republic of Nigeria. (2004). *Foreign Exchange (Monitoring and Miscellaneous Provisions) Act Cap F34 Laws of the Federation of Nigeria 2004 (Forex Act)*. Abuja, Nigeria. Recuperado de <https://acortar.link/NRfdGu>
- Federal Republic of Nigeria. (2007). *Investment and Securities Act, No. 29 of 2007*. Laws of the Federation of Nigeria. Abuja, Nigeria: Author. Recuperado de https://home.sec.gov.ng/documents/6/THE-INVESTMENT-AND-SECURITIES-ACT-2007_NIGERIA.pdf
- Federal Republic of Nigeria. (2022). *Money Laundering (Prevention and Prohibition) Act, No. 14 of 2022. Federal Republic of Nigeria Official Gazette, 109(38)*. Abuja, Nigeria.
- Federal Republic of Nigeria. (2025a). *Investment and Securities Act, No. 2 of 2025. Federal Republic of Nigeria Official Gazette, 112(29)*. Abuja, Nigeria: Securities and Exchange Commission Nigeria. Recuperado de https://sec.gov.ng/documents/1319/INVESTMENT-AND-SECURITIES-ACT-NIGERIA-2025_1.pdf
- Federal Republic of Nigeria. (2025b). *Nigeria Tax Administration Act, No. 5 of 2025 (NTAA, 2025). Federal Republic of Nigeria Official Gazette, 112(117)*. Abuja, Nigeria: Author. Recuperado de <https://media.premiumtimes.com/wp-content/files/2026/01/Approved-Copy-to-Print-NIGERIA-TAX-ADMINISTRATION-ACT-2025.pdf>
- Fei, L. (2023). Regulation under Administrative Guidance: The Case of China's Forcing Interoperability on Digital Platforms. *Computer Law and Security Review*, 48, 105786. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2022.105786>
- Geva, B. (2020). *Electronic Payments: Guide on Legal and Regulatory Reforms and Best Practices for Developing Countries*. Osgoode Hall Law School of York University https://digitalcommons.osgoode.yorku.ca/scholarly_works/2796/
- Georgieva, V. P. (2025). The Reaffirmation of Developing States' Sovereignty under International Law in the New International Economic Order. *Journal of International Trade Law and Policy*, 24(3), 267-289. <https://doi.org/10.1108/JITLP-02-2025-0011>
- Giovanis, A., Athanasopoulou, P., Assimakopoulos, C., & Sarmaniotis, C. (2019). Adoption of Mobile Banking Services: A Comparative Analysis of Four Competing Theoretical Models. *International Journal of Bank Marketing*, 37(5), 1116-1189. <https://doi.org/10.1108/IJBM-08-2018-0200>

- Hedqvist v. Sweden (Skatteverket v. David Hedqvist)*, Case C-264/14, ECLI:EU:C:2015:718 (Court of Justice of the European Union, Fifth Chamber, October 22, 2015). Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:62014CJ0264>
- Hryhorash, O., Korneyev, M., Leheza, Y., Zolotukhina, L., & Hryhorash, T. (2018). The Development of Small Business as a Source of Formation of Local Budget Revenues in Ukraine. *Investment, Management and Financial Innovations*, 15(1), 132-140. [https://doi.org/10.21511/imfi.15\(1\).2018.12](https://doi.org/10.21511/imfi.15(1).2018.12)
- Hughes, S. D. (2017). Cryptocurrency Regulations and Enforcement in the U. S. *Western State Law Review*, 45(1), 1-28.
- Jhatakia, N. (2024). *Income Tax Implications on Staking of Cryptocurrency in Canada*. Ontario Bar Association. <https://www.oba.org/income-tax-implications-on-staking-of-cryptocurrency-in-canada/>
- Kornniinko, M., Desyatnik, A., Didkivska, G., Leheza, Y., & Titarenko, O. (2023). Peculiarities of Investigating Criminal Offenses Related to Illegal Turnover of Narcotic Drugs, Psychotropic Substances, their Analogues or Precursors: Criminal Law Aspect. *Khazanah Hukum*, 5(3), 205-215. <https://doi.org/10.15575/kh.v5i3.31742>
- Kostenko, S.O., Strilchuk, V.A., Chernysh, R.f., Buchynska, A.J., & Fedoronchuk, A.V. (2021). Legal aspects of the cryptoassets market and its possible threats to the national security of Ukraine and Poland. *Amazonia Investiga*, 10(41), 53-64. <https://doi.org/10.34069/AI/2021.41.05.5>
- Leheza, Y. O., Viktor, F., Varava, V., Halunko, V., & Dmytr, K. (2019). Scientific and Practical Analysis of Administrative Jurisdiction in the Light of Adoption of the New Code of Administrative Procedure of Ukraine. *Journal of Legal, Ethical and Regulatory Issues*, 22(5), 1-8.
- Leheza, Y., Pisotska, K., Dubenko, O., Dakhno, O., & Sotskyi, A. (2022). The Essence of the Principles of Ukrainian Law in Modern Jurisprudence. *Revista Juridica Portucalense*, 342-363. [https://doi.org/10.34625/issn.2183-2705\(32\)2022.ic-15](https://doi.org/10.34625/issn.2183-2705(32)2022.ic-15)
- Leheza, Y., Shcherbyna, B., Leheza, Y., Pushkina, O., & Marchenko, O. (2023a). Features of Applying the Right to Suspension or Complete/ Partial Refusal to Fulfill a Duty in Case of Non-Fulfilment of the Counter Duty by the Other Party According to the Civil Legislation of Ukraine. *Revista Juridica Portucalense*, 340-359. <https://revistas.rcaap.pt/juridica/article/view/29662>
- Leheza, Y., Yerofieienko, L., & Komashko, V. (2023b). Peculiarities of Legal Regulation of Intellectual Property Protection in Ukraine under Martial Law: Administrative and Civil Aspects. *Revista Justica Do Direito*, 37(3), 157-172. <https://doi.org/10.5335/rjd.v37i3.15233>
- Livingstone, J., & Shipkevich, F. (2023). *2023 Statutory Update to Alaska and Florida Virtual Currency and Money Transmission Laws*. JD Supra. <https://www.jdsupra.com/legalnews/2023-statutory-update-to-alaska-and-8840005/>
- Lysenko, N. (2022). Legal Regulation of Payment Services in Ukraine. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv Legal Studies*, 124(5), 10. <https://doi.org/10.17721/1728-2195/2022/5.124-10>
- Manullang, H., Fernando, Z. J., & Nur, A. I. (2025). Blockchain and Corporate Criminal Liability: Law Reform and the Technological Revolution in Corporate Accountability. *Journal of Law & Legal Reform*, 6(3), 1426. <https://doi.org/10.15294/jllr.v6i3.22472>
- Martino, E. D. (2024). Monetary Sovereignty in the Digital Era: The Law and Macroeconomics of Digital Private Money. *Computer Law and Security Review*, 52, 105909. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2023.105909>
- McIntyre, J., Olijnyk, A., & Pender, K. (2020). Civil Courts and COVID-19: Challenges and Opportunities in Australia. *Alternative Law Journal*, 45(3), 195-201. <https://doi.org/10.1177/1037969X20956787>
- Micali, G. C. (2024). When Organized Crime Turns to Cryptocurrency: The Compatibility of Italian Patrimonial Preventive Measures with Cryptocurrency. *European Journal of Law and Technology*, 15(3). <https://ejlt.org/index.php/ejlt/article/view/980/1095>
- Nairametrics. (2021). *Central Bank of Nigeria BSD/DIR/GEN/LAB/14/001: Letter to All Deposit Money Banks*. <https://nairametrics.com/wp-content/uploads/2021/02/CBN-Press-Release-Crypto-07022021-1.pdf>
- Ndung'u, N. S. (2021). *A Digital Financing Services Revolution in Kenya: The M-Pesa Case Study*. Nairobi, Kenya: African Economic Research Consortium.
- Nnawulezi, U., & Magashi, S. B. (2022). Evolving Roles of International Institutions in the Implementation Mechanisms of the Rules of International Humanitarian Law. *Kutafin Law Review*, 9(4), 684-712. <https://doi.org/10.17803/2313-5395.2022.4.22.684-712>
- Nihreieva, O. (2022). The Law of Ukraine on Virtual Assets in the Context of the FATF Standards National Implementation. *Law of Ukraine: Legal Journal*, 8(1), 170-176. <https://doi.org/10.18524/2411-2054.2023.50.280276>



- Oke, B. (2026). *How Nigeria Tax Administration Act 2025 Clarifies Digital Assets within Tax System. Business Day*. <https://businessday.ng/life/article/how-nigeria-tax-administration-act-2025-clarifies-digital-assets-within-tax-system/>
- Oloworaran, U. E. (2023). An Examination of the Regulatory Framework for Digital Assets in Nigeria. *Kampala International University Law Journal*, 5(1), 79-99. <https://doi.org/10.59568/KIULJ-2023-5-1-05>
- Osazuwa, T., Akinmodun, P., Popoola, M., & Agunbiade, M. (2024). *Overview of Nigeria's dynamic cryptocurrency regulatory landscape*. International Bar Association Chancery House. <https://www.ibanet.org/overview-of-cryptocurrency-regulatory-landscape-nigeria>
- Parampathu, J. (2024). From Securities to Currencies: The Regulatory Consequences of Adopting Cryptocurrencies as Legal Tender. *Transnational Legal Theory*, 15(2), 288-339. <https://doi.org/10.1080/20414005.2024.2366140>
- Paulin, A. (2018). Digitalization vs. Informatization: Different Approaches to Governance Transformation. *Central and Eastern European eDem and eGov Days*, 331, 251-261. <https://doi.org/10.24989/ocg.v33i1.21>
- Pogribnyy, D. I. (2018). Prospects for Determining the Legal Status of Cryptocurrencies in Ukraine (Economic and Legal Aspects). *Journal of V. N. Karazin, Kharkiv National University Series Law*, (26), 104-107. <https://periodicals.karazin.ua/law/article/view/12687>
- Purdue Global Law School (2025). Crypto Regulation: How It's Governed in the U.S. and Abroad. <https://www.purduegloballawschool.edu/blog/news/crypto-regulation>
- Rouse, M., Batiz-Lazo, B., & Carbo-Valverde, S. (2025). Trust and Socio-Demographic Influences on Mobile Banking Adoption in South Africa: A Longitudinal Study. *International Journal of Bank Marketing*, 43(10), 2112-2135. <https://doi.org/10.1108/IJBM-08-2024-0458>
- Securities and Exchange Commission v. Trendon T. Shavers and Bitcoin Savings and Trust*, 4:13-CV-416 (E.D. Tex. 2014). Recuperado de <https://law.justia.com/cases/federal/district-courts/texas/txedce/4:2013cv00416/146063/88/>
- Silver Kayondo v. Bank of Uganda*, Miscellaneous Cause No. 109 of 2022, [2023] UGHCCD 113 (High Court of Uganda, Apr. 24, 2023). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/703629445/Kayondo-v-Bank-of-Uganda-Miscellaneous-Cause-No-109-of-2022-2023-UGHCCD-113-24-April-2023>
- State of Florida v. Espinoza*, 264 So. 3d 1055 (Fla. 3d DCA 2019). Recuperado de <https://law.justia.com/cases/florida/third-district-court-of-appeal/2019/3d16-1860.html>
- TEMPLARS ThoughtLab. (2024). Navigating the Regulatory Headwinds for Crypto Exchanges in Nigeria. *Templars Legal Brief*. <https://www.templars-law.com/app/uploads/2024/03/NAVIGATING-THE-REGULATORY-HEADWINDS-FOR-CRYPTO-EXCHANGES-IN-NIGERIA.pdf>
- Teng, H. W., Härdle, W. K., Osterrieder, J., Pele, D. T., Baals, L. J., Papavassiliou, V., ... & Xhumari, E. (2026). Digital assets: risks, regulations, mitigation. *Financial Innovation*, 12(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s40854-025-00848-y>
- Thomas Reuters (2022). *Cryptocurrency Regulations by Country*. <https://www.thomsonreuters.com/en-us/posts/wp-content/uploads/sites/20/2022/04/Cryptos-Report-Compendium-2022.pdf>
- Todd, E., & Hammond, S. (2022). *Compendium: Cryptocurrency Regulations by Country*. Thomson Reuters. <https://www.acc.com/sites/default/files/resources/upload/TR1855208.pdf>
- Tomczak, T. (2022). Crypto-assets and Crypto-assets' Subcategories under MiCA Regulation. *Capital Markets Law Journal*, 17(3), 365-382. <https://doi.org/10.1093/cmlj/kmac008>
- Udo, U. U., & Jacob, A. (2025). Bridging the Gap: Exploring the Role of FinTech in Advancing Financial Inclusion in Nigeria. *World Journal of Management*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.26438/wajm/v13i1.2234>
- Ukwueze, F. O. (2021). Cryptocurrency: Towards Regulating the Unruly Enigma of Fintech in Nigeria and South Africa. *Potchefstroom Electronic Law Journal (PELJ)*, 24(1), 1-38. <https://doi.org/10.17159/1727-3781/2021/v24i0a10743>
- Uniform Law Commission. (2017). *Uniform Regulation of Virtual-Currency Businesses Act*. National Conference of Commissioners on Uniform State Laws. <https://www.uniformlaws.org/viewdocument/enactment-kit-45?CommunityKey=e104aaa8-c10f-45a7-a34a-0423c2106778>
- United States v. Ulbricht*, 858 F.3d 71 (2d Cir. 2017). Recuperado de <https://cases.justia.com/static/pdf-jis/web/?file=/federal/appellate-courts/ca2/15-1815/15-1815-2017-05-31.pdf?ts=1496241010>
- Valcu, E. N. (2023). Brief Consideration on the 'Behaviour' of Professional Traders and Consumers in the Context of the Shift from Brick-and-Mortar to E-Commerce: Union and Transposition Regulations. *International Investment Law Journal*, 3(1), 90-98. <https://ideas.repec.org/a/sja/journl/v3y2023i1p90-98.html>

- van der, L. T., & Shirazi, T. (2023). Markets in Crypto-assets Regulation: Does it Provide Legal Certainty and Increase Adoption of Crypto-Assets?. *Financial Innovation*, 9(22), 5. <http://doi.org/10.1186/s40854-022-00432-8>
- Verkhovna Rada of Ukraine. (2021). *Law of Ukraine No. 1591-IX dated 30 June 2021*. Kyiv, Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1591-20#Text>
- Verkhovna Rada of Ukraine. (2022). *Law of Ukraine No. 2074-IX dated February 17, 2022*. Kyiv, Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text>
- Verkhovna Rada of Ukraine. (2023). *Law of Ukraine No. 2888-IX dated January 12, 2023*. Kyiv, Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2888-20#Text>
- Vlasenko, V. V. (2022). Theoretical and Legal Aspects of the Functioning of the Financial System of Ukraine. *Yurinkom Inter*, 5, 27-32. [https://doi.org/10.37749/2308-9636-2021-5\(221\)-3](https://doi.org/10.37749/2308-9636-2021-5(221)-3)
- Volkova, O. N. (2025). Bitcoin, Altcoins, Digital Ruble: On the Economic Nature of Cryptocurrencies. *Finance: Theory and Practice*, 29(5), 21-33. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-5-21-33>
- Volkova, Y., Bon, B., Borysenko, A., Leheza, Y., & Leheza, Y. (2024). Crypto Market Experience: Navigating Regulatory Challenges in Modern Conditions. *Al-Risalah Forum Kajian Hukum dan Sosial Kemasyarakatan*, 24(2), 178. <https://doi.org/10.30631/alrisalah.v24i2.1625>
- Volobuieva, O., Leheza, Y., Pervii, V., Plokhuta, Y., & Pichko, R. (2023). Criminal and Administrative Legal Characteristics of Offenses in the Field of Countering Drug Trafficking: Insights from Ukraine. *Yustisia Jurnal Hukum*, 12(3), 262. <https://doi.org/10.20961/yustisia.v12i3.79443>
- Vondrackova, A., & Hobza, M. (2024). MICA Regulation under Scrutiny. *The Lawyer Quarterly*, 14(1), 91-100. <https://tlq.ilaw.cas.cz/index.php/tlq/article/view/584>



DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.6>

How to Cite:

Sarango Lapo, D.A., León Cueva, A.L., Vásquez Castañeda, A.I., Jácome Encalada, S.H., & López Fernández, R. (2026). Gamificación e innovación pedagógica: impacto en el aprendizaje del género lírico en entornos escolares. *Amazonia Investiga*, 15(87), 67-77. <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.6>

Gamificación e innovación pedagógica: impacto en el aprendizaje del género lírico en entornos escolares

Gamification and pedagogical innovation: impact on the learning of lyrical genre in school settings

Received: May 1, 2026

Accepted: February 26, 2026

Written by:

Doris Azucena Sarango Lapo¹ <https://orcid.org/0009-0009-4887-398X>**Ana Lucía León Cueva²** <https://orcid.org/0009-0006-5630-0434>**Ana Isabel Vásquez Castañeda³** <https://orcid.org/0009-0003-7293-0266>**Sofía Haydeé Jácome Encalada⁴** <https://orcid.org/0000-0002-5664-8151>**Raúl López Fernández⁵** <https://orcid.org/0000-0001-5316-2300>

Resumen

La enseñanza de Lengua y Literatura en la educación secundaria requiere marcos pedagógicos innovadores, alineados con los ecosistemas digitales, para potenciar la participación estudiantil. Este estudio evaluó el impacto de una estrategia pedagógica gamificada en el rendimiento académico de estudiantes de primer año de bachillerato ($N = 70$). Se empleó un diseño cuantitativo, cuasiexperimental y transversal, dividiendo a los participantes en un grupo experimental ($n = 35$) y un grupo de control ($n = 35$). La intervención, de cinco semanas de duración, integró un entorno de Google Sites con actividades interactivas en Educaplay y Kahoot. El análisis de datos mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney reveló mejoras académicas significativas en el grupo experimental ($p < 0,001$), con un tamaño del efecto notablemente grande ($r = 0,83$). Más allá de la optimización académica cuantitativa, el seguimiento cualitativo indicó un aumento sustancial en la motivación intrínseca, la participación proactiva y el compromiso conductual de los estudiantes con el análisis

Abstract

Secondary Language and Literature education requires innovative pedagogical frameworks aligned with digital ecosystems to enhance student engagement. This study evaluated the impact of a gamified pedagogical strategy on the academic performance of first-year high school students ($N = 70$). A quantitative, quasi-experimental, cross-sectional design was deployed, dividing participants into an experimental group ($n = 35$) and a control group ($n = 35$). The five-week intervention integrated a Google Sites environment powered by interactive activities on Educaplay and Kahoot. Data analysis via the non-parametric Mann-Whitney U test revealed significant academic improvements in the experimental group ($p < .001$), with a remarkably large effect size ($r = .83$). Beyond quantitative academic optimization, qualitative tracking indicated a substantial increase in students' intrinsic motivation, proactive participation, and behavioral commitment toward textual analysis and poetry comprehension. These outcomes demonstrate that systematic gamification effectively subverts traditional passive

¹ Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador. E-mail: dasarangol@ube.edu.ec

² Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador. E-mail: alleonc@ube.edu.ec

³ Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador. E-mail: aivasquezc@ube.edu.ec

⁴ Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: sofia.jacomee@ug.edu.ec

⁵ Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador. E-mail: rlopezf@ube.edu.ec

textual y la comprensión poética. Estos resultados demuestran que la gamificación sistemática subvierte eficazmente los paradigmas tradicionales de aprendizaje pasivo, ofreciendo un modelo de instrucción escalable para la educación secundaria.

Palabras clave: Gamificación, innovación pedagógica, género lírico, herramientas digitales, aprendizaje de la poesía.

learning paradigms, offering a scalable instructional model for secondary education.

Keywords: Gamification, Pedagogical innovation, Lyrical genre, Digital tools, Poetry learning.

Introducción

Durante las últimas décadas, la educación se ha adaptado a avances de nuevas tecnologías, que son una característica del siglo XXI. Esta realidad dio lugar a varios métodos nuevos y enfoques de enseñanza acordes con las exigencias de una sociedad cada vez más digital que se prepara para la Sociedad 5.0 (Julita, 2024; Thurairasu, 2022). Desde esta perspectiva, los recursos tecnológicos se han considerado un protagonista indispensable en los procesos de formación, generando en los alumnos expectativas de aprendizaje más dinámicas, participativas e interrelacionadas.

Un panorama general sobre el tema indica una evolución pedagógica que conduce a trabajar con los estudiantes como sujetos activos de su propio aprendizaje, implementando con urgencia nuevas estrategias metodológicas innovadoras de acuerdo con los perfiles de las generaciones actuales. Considerando desafíos que persisten en América Latina, como la brecha digital, la desigualdad en el acceso a una educación de calidad o la falta de motivación tanto en entornos rurales como urbanos, ha habido un interés significativo en la gamificación (Amén-Carrillo & Hermann-Acosta, 2025; Torres Sánchez, 2024). Se reconoce bien por su capacidad para mejorar la motivación, la participación y el compromiso de los estudiantes al integrar elementos de juego en escenarios educativos (Sousa-Vieira et al., 2023; Christopoulos & Mystakidis, 2023). En Ecuador, algunas iniciativas para fortalecer la calidad de la educación promovieron una mejora en el uso de recursos tecnológicos y metodologías activas durante los procesos de enseñanza-aprendizaje (Collantes et al., 2025). Sin embargo, persisten los desafíos en la formación de las habilidades comunicativas, especialmente la comprensión lectora y la producción escrita; por lo tanto, proponer estrategias pedagógicas más innovadoras para fortalecer la práctica es una necesidad dada la demanda de la educación actual. En este sentido, la implementación de herramientas digitales y metodologías activas es una opción para promover un aprendizaje significativo y, en consecuencia, mejorar el desempeño de los estudiantes.

Entre estas estrategias, la gamificación en el aula aumenta el interés y la motivación de los estudiantes por la comprensión lectora, el análisis de texto y la escritura. Sin embargo, algunas de las razones del bajo rendimiento académico se atribuyen a la falta de innovación por parte de los docentes con herramientas digitales. Muchos docentes conocen estos recursos; sin embargo, no los aplican adecuadamente (Blume, 2020; Garzón Artacho et al., 2020). Por esta razón, existe una necesidad inmediata de cambiar las metodologías en función de los desafíos educativos actuales, capacitando a los docentes en el uso de estas estrategias innovadoras.

En la Unidad Educativa Fiscomisional «Pacífico Cembranos» los métodos de enseñanza tradicionales no suelen estar alineados con estos avances tecnológicos, lo que produce alumnos pasivos y desmotivados. En otro ámbito, la falta de innovación pedagógica contribuye al desinterés por la lectura y la producción textual. Para Jiang et al. (2022) las diferencias en niveles y estilos de aprendizaje, junto con la poca práctica en el análisis de texto, la comprensión lectora y la escritura afectan negativamente el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de Lengua y Literatura.

En este sentido, el desarrollo de las habilidades lingüísticas (especialmente la comprensión lectora y la producción escrita) se ve muy potenciado cuando se integran recursos digitales para proporcionar acceso a los textos y su procesamiento. Como menciona De Brito Lima et al. (2021), las plataformas de aprendizaje virtual promueven el análisis crítico con textos multimedia combinados con actividades colaborativas. Cobos Sánchez et al. (2021) demuestran que la gamificación a través de plataformas virtuales no solo involucra activamente a los estudiantes, sino que también supera los desafíos en la comprensión y la producción de textos para fomentar la autonomía.

Con respecto a la población de interés, los estudiantes de primer año de secundaria constituyen un grupo destinatario excepcionalmente abierto para enfoques metodológicos innovadores: familiarizados con las tecnologías digitales y en busca de significado y relevancia en sus aprendizajes.

Impulsada por la problemática descrita, surge la pertinente pregunta de investigación de la siguiente manera: ¿Qué estrategias innovadoras pueden implementarse en la enseñanza-aprendizaje de Lengua y Literatura para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Pacífico Cembranos?

Ante este planteamiento, se establece como objetivo principal implementar una estrategia pedagógica basada en el uso de la gamificación en la Unidad Educativa Fiscomisional «Pacífico Cembranos».

La relevancia de este estudio radica en que permitirá generar una propuesta pedagógica basada en la gamificación para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Lengua y Literatura, contribuyendo al mejoramiento del rendimiento académico, la motivación estudiantil y el desarrollo de habilidades comunicativas acordes con las exigencias educativas actuales.

Desde estas perspectivas, la investigación está dirigida a implementar una estrategia pedagógica basada en el uso de la gamificación en la Unidad Educativa Fiscomisional «Pacífico Cembranos».

Para alcanzar el objetivo propuesto y aportar una perspectiva integral sobre el fenómeno estudiado, el presente manuscrito se ha estructurado en secciones diferenciadas. En el siguiente apartado, correspondiente a la *Revisión de la literatura*, se examinan los fundamentos teóricos de la gamificación y su vinculación específica con la didáctica de la Lengua y la Literatura. Posteriormente, la sección de *Metodología* detalla el diseño cuasiexperimental, las características de la muestra censal y la arquitectura de la intervención pedagógica implementada a través de entornos virtuales. En el apartado de *Resultados y discusión*, se exponen los análisis estadísticos inferenciales que contrastan el rendimiento académico de los grupos de estudio y se confrontan estos hallazgos con la evidencia científica previa. Finalmente, en las *Conclusiones*, se sintetizan las principales aportaciones de la investigación, se asumen sus limitaciones iniciales y se proponen recomendaciones metodológicas para futuras transferencias instruccionales en el ámbito del bachillerato.

Revisión de la literatura

Fundamentos teóricos de la gamificación

La gamificación constituye una estrategia pedagógica innovadora orientada a fortalecer la motivación, la participación y el compromiso de los estudiantes mediante la incorporación de recursos propios del juego en contextos educativos formales (Zeng et al., 2024). Desde un punto de vista, la gamificación es la integración de elementos de juego en escenarios no lúdicos con el objetivo de mejorar la participación, motivar a la acción y facilitar el aprendizaje (Sousa-Vieira et al., 2023). En palabras de Christopoulos & Mystakidis (2023) el término gamificación se define como la aplicación estratégica de principios, mecánicas y elementos de diseño de juegos, los cuales tienen un efecto positivo en el comportamiento y el desempeño escolar.

Por tanto, la gamificación transforma el aprendizaje en una experiencia única, en donde los estudiantes son los protagonistas. De igual manera, esta metodología surge como respuesta a la necesidad de una nueva enseñanza orientada a las nuevas generaciones, mediante aspectos lúdicos y digitales. De este modo, con la incorporación de elementos de juego se vuelve a dar valor al juego en el desarrollo integral de las personas. En consecuencia, este enfoque ha despertado un alto interés, con una considerable producción de estudios y publicaciones sobre su eficacia en diversos niveles educativos (González-Fernández et al., 2022). La gamificación en educación se sustenta en una serie de componentes esenciales que, al articularse de manera sistemática, contribuyen a fortalecer la motivación y el compromiso del estudiante (Paixão & Cordeiro, 2021). Werbach & Hunter (2012) indican que la gamificación se sostiene sobre una estructura jerárquica compuesta por tres niveles interrelacionados: i) las dinámicas, que incluyen elementos globales como la narrativa, la progresión o las emociones; ii) la mecánica, entendida como los procesos que movilizan la acción del participante como los desafíos, la retroalimentación, la cooperación o la competencia; y iii) los componentes básicos de la gamificación educativa que incluyen niveles,

recompensas, insignias digitales o premios simbólicos, retos y retroalimentación (Dichev & Dicheva, 2017; Kusuma et al., 2018).

En los espacios de aprendizaje virtual, la gamificación se convierte en una estrategia que promueve la autorregulación del aprendizaje, ya que brinda a los estudiantes la posibilidad de avanzar a su propio ritmo mediante el cumplimiento de retos y la obtención de reconocimientos que valoran su esfuerzo. Raju et al. (2021) señalan que las plataformas gamificadas favorecen una mayor implicación y perseverancia en las actividades académicas. De igual manera, la respuesta inmediata que ofrecen estos entornos permite a los estudiantes detectar y corregir errores oportunamente, fortaleciendo así la eficacia del proceso de aprendizaje (Bitrián et al., 2021).

Gamificación en la Enseñanza de la Lengua y la Literatura

La enseñanza de la Lengua y Literatura tiene como propósito desarrollar competencias comunicativas relacionadas con la comprensión, interpretación y producción de textos, así como el fortalecimiento del pensamiento crítico y la apreciación literaria. Dentro de su forma clásica, la didáctica de la Lengua y Literatura, se sustenta en la aplicación de diferentes métodos y recursos con el fin de facilitar el aprendizaje (Zine El Abidine et al., 2024). Según Adoumieh Coconas (2021), la didáctica de la lengua “es una disciplina de intervención que plantea entre sus objetivos, abordar los saberes lingüísticos y metodológicos. Desde la praxis pedagógica se ha evidenciado que a los estudiantes se les dificulta realizar la transposición didáctica de esos saberes” (p. 101).

Cabe destacar que la incorporación de equipos de tecnologías de la información y comunicación como instrumentos pedagógicos en el aula sugiere que, además de tener diferentes estrategias a su disposición, el docente debe contar con competencias digitales, lo que implica un cambio en su forma de enseñanza (Guachamín et al., 2022). Asimismo, Al-Fraihat et al. (2020), destacan que las plataformas digitales permiten adaptar los contenidos al estilo de aprendizaje y ritmo del alumno, reforzando así su participación y motivación. De este modo, las tecnologías educativas contribuyen a personalizar los procesos formativos y responder a las demandas de las nuevas generaciones de estudiantes.

La gamificación emerge como una de las estrategias innovadoras dentro de este contexto de transformación educativa, su aplicación en la enseñanza de la Lengua y Literatura busca incrementar el interés por la lectura, fortalecer la comprensión de textos y estimular la participación activa de los estudiantes mediante retos, recompensas, narrativas y dinámicas colaborativas. A fin de superar estas dificultades, las estrategias basadas en la gamificación, se han mostrado especialmente útiles para que los estudiantes comprendan mejor los textos y disfruten del aprendizaje (Azzouz & Gutiérrez, 2020). En efecto, estas herramientas dinamizan las clases, permitiendo la participación tanto presencial como virtual. De igual manera, la incorporación de recursos digitales en la enseñanza de Lengua y Literatura abren nuevas maneras de aprender y comunicarse (Choez-Quimiz et al., 2024).

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental de tipo transversal. Se trabajó con dos grupos: El grupo experimental participó en una estrategia didáctica cuyo núcleo integrador fue la plataforma Google Sites. Las actividades interactivas y competitivas se ejecutaron mediante Kahoot, Quizizz y Educaplay. Adicionalmente, el seguimiento procedimental y la recolección de entregables se gestionaron a través de fichas didácticas en Liveworksheets y cuestionarios en Google Forms, garantizando una experiencia de aprendizaje diversificada. Y el grupo de control que siguió el proceso de enseñanza-aprendizaje con los métodos tradicionales habituales. Para el análisis e interpretación de los resultados se utilizaron también métodos teóricos como el analítico-sintético y el inductivo-deductivo.

En el tratamiento estadístico se calcularon primero medidas de tendencia central y de dispersión. Posteriormente, se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, la cual reveló que los datos no seguían una distribución normal. Ante esto, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U para muestras independientes, procesando toda la información en el software estadístico Jamovi. De la misma manera, se garantizó la confidencialidad de la información que salió a la luz en el proceso de investigación, para hacer uso únicamente con fines académicos. Sin embargo, debemos señalar las limitaciones de este estudio, ya que algunas características pueden afectar la generalización de los

resultados, como las diferencias en el acceso a dispositivos y recursos tecnológicos entre estudiantes, e incluso su alcance temporal.

La población estuvo conformada por los 70 estudiantes de primer año de educación secundaria de la Unidad Educativa Fiscomisional “Pacífico Cembranos”, pertenecientes a dos secciones A y B; al tratarse de una población pequeña, se aplicó un estudio de tipo censo, de modo que participaran todos los estudiantes. Cada sección incluyó 35 participantes.

En el desarrollo de la intervención, ambos grupos se realizaron cuatro tareas y una evaluación final. En el grupo de control se trabajó con actividades tomadas del libro de texto de Lengua y Literatura de primer año de bachillerato, mientras que en el grupo experimental se empleó la plataforma Google Sites como eje articulador de las actividades gamificadas, cada actividad permitía la obtención de Orbes del conocimiento símbolo del progreso dentro de la narrativa pedagógica propuesta.

El diseño gamificado se construyó a partir de componentes narrativos, mecánicos, dinámicos y de recompensa. Inspirado en la película *Intensamente*, cada emoción recibió un nivel: Alegría (nivel 1), Tristeza (nivel 2), Envidia (nivel 3) y Nostalgia (nivel 4). Las dinámicas consistían en desafíos y actividades con Kahoot, Quizizz y Educaplay que permitían acumular puntuaciones entre grupos en un entorno competitivo, combinado con una colaboración y retroalimentación de bajo riesgo.

La intervención se realizó durante cinco semanas, en la Semana 1: se trabajó con una introducción preliminar, un clip emocional y una misión de trivia en Kahoot. La construcción se realizó por una lectura multimodal del poema y la “Búsqueda de elementos líricos”. La Semana 2: Se trabajó con el tema del hablante lírico, motivo y tono de Tristeza e Ira, lectura comparativa, “Duelo Emocional” y actividad de transformación poética.

Con respecto a la Semana 3: se exploró la voz poética y la intención comunicativa con Nostalgia, organizando versos en grupo, clasificando emociones, resaltando digitalmente y usando música en estaciones rotativas. La Semana 4: rima con envidia (estrofa y verso) (educaplay: laberinto de rimas y cuaderno-taller de métrica). Por último, la semana 5 se terminó con un estudio de recursos literarios y la emoción ansiedad, concluyendo con la escritura de un poema final que tuviera por lo menos 3 recursos literarios.

El desarrollo de la unidad se mantuvo alineado al plan curricular, se inició con una trivia en Kahoot para activar conocimientos previos sobre poesía, explorando luego la función expresiva del lenguaje. Esta propuesta pedagógica gamificada denominada “Taller de las poesías de las emociones”, se diseñó con el propósito de mejorar la participación y el rendimiento académico mediante actividades interactivas que combinaron principios lúdicos y estrategias de aprendizaje autónomo.

Finalmente, la plataforma Google Sites funcionó como un entorno integrador, esta plataforma actuó como repositorio principal, mostrando de una forma clara el avance del estudiante y los niveles alcanzados dentro del sistema de puntos y recompensas, tal como se evidencia en la Tabla 1 y Figura 1.

Resultados y discusión

Análisis descriptivo de las tareas

La Tabla 1 muestra las estadísticas descriptivas de las tareas del grupo de control (TC) versus el grupo experimental (TE). Considerando parámetros como la media, mediana, desviación estándar (DE), mínimo, máximo y el estadístico Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos.

Tabla 1.*Estadísticas descriptivas de las tareas de control versus experimentales*

Tarea	Grupo	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	Shapiro-Wilk Wp
Tarea 1	TC	5.26	5.00	1.12	3.00	7.00	0.869
Tarea 1	TE	8.76	9.00	1.08	7.00	10.00	0.864
Tarea 2	TC	5.67	6.00	0.85	3.50	7.50	0.878
Tarea 2	TE	8.96	9.00	1.01	7.00	10.00	0.852
Tarea 3	TC	5.52	6.00	1.39	2.00	9.00	0.916
Tarea 3	TE	9.27	9.50	0.86	7.00	10.00	0.803
Tarea 4	TC	5.79	5.75	1.73	2.00	10.00	0.952
Tarea 4	TE	8.83	9.00	1.06	7.00	10.00	0.860

Nota. TC = grupo de control; TE = grupo experimental; DE = desviación estándar. Fuente: base de datos.

La Figura 1 presenta el análisis descriptivo mediante las gráficas de violín, cajas y bigotes de las tareas de control versus experimental, permitiendo visualizar la distribución de las puntuaciones de ambos grupos.

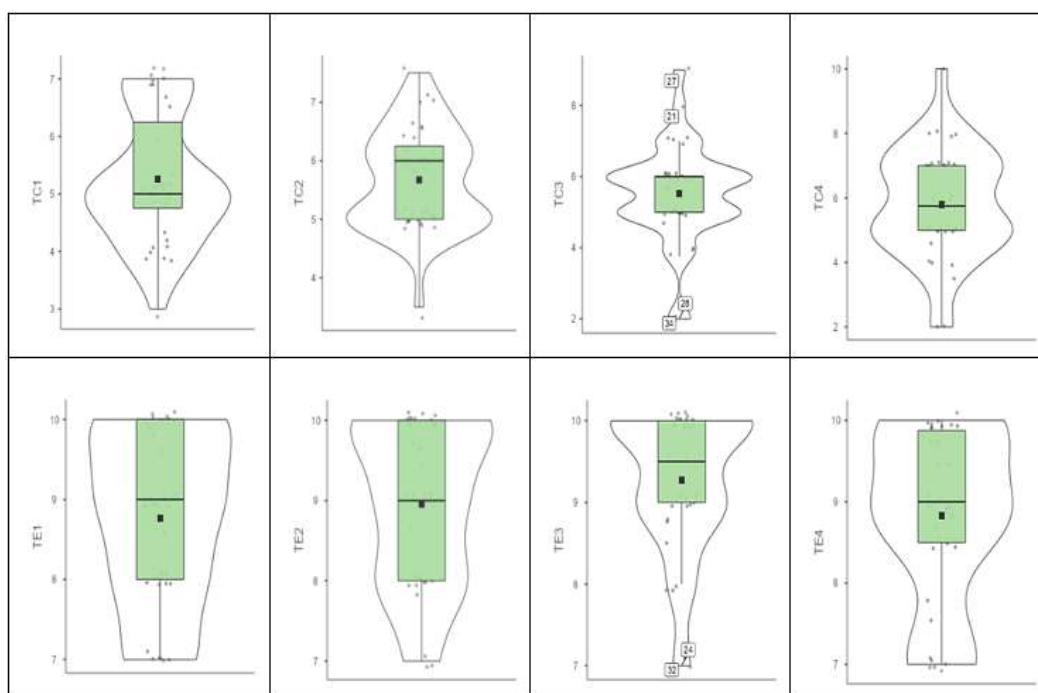


Figura 1. Análisis descriptivo mediante las gráficas de violín, cajas y bigotes de las tareas de control versus experimental.

Nota. Las gráficas evidencian que el grupo experimental consistentemente superó al grupo de control en todas las tareas evaluadas. Fuente: base de datos.

En general los resultados estadísticos evidencian que, los datos tienden a no distribuirse en forma normal, dado que el p-valor asociado a las tareas 1, 2 y 3 es menor a 0.05, lo que lleva a una decisión de rechazo de la hipótesis nula de normalidad. Sin embargo, en la Tarea 4 del TC, el p-valor es mayor que 0.05, lo que indicaría que estos datos podrían ajustarse a una distribución normal.

Los resultados obtenidos muestran que, en cada una de las tareas evaluadas, el grupo TE obtuvo un rendimiento académico superior al del grupo TC. En todas las actividades, el promedio de calificaciones del grupo experimental fue mayor que el del grupo control. Por ejemplo, el grupo TE obtuvo una media de 8.76 en la Tarea 1, mientras que el grupo TC obtuvo una media de 5.26.

Prueba de Mann-Whitney para las tareas

Con la finalidad de comprobar si las diferencias observadas entre los grupos respondían a un efecto estadísticamente significativo y no al azar, se empleó la prueba U de Mann-Whitney para contrastar las

distribuciones de las puntuaciones obtenidas en cada tarea. Para el análisis se consideraron las siguientes hipótesis:

- La hipótesis nula (H_0) planteó que no existían diferencias significativas con respecto a los grupos comparados, asumiendo que sus medias eran equivalentes.
- La hipótesis alternativa (H_1) indicó que sí existían diferencias significativas con respecto a las distribuciones de ambos grupos, lo que indicaría que las medias presentaban valores distintos.

Tabla 2.

Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

Tarea	Estadístico U	Valor p	Tamaño del efecto (r)	δ de Cliff	Interpretación
Tarea 1	21.03	8.7×10^{-12}	0.87	-0.966	Efecto muy grande
Tarea 2	7.51	1.24×10^{-12}	0.85	-0.988	Efecto muy grande
Tarea 3	19.53	3.41×10^{-12}	0.83	-0.968	Efecto muy grande
Tarea 4	89.58	8.39×10^{-10}	0.73	-0.854	Efecto muy grande

Nota. $n_1 = 35$, $n_2 = 35$. El tamaño del efecto se reporta como r y δ de Cliff. El signo negativo en δ indica que el grupo experimental obtuvo puntuaciones consistentemente más altas que el grupo de control.

Como se puede observar, los resultados de la prueba U de Mann-Whitney también confirmaron que las diferencias entre el grupo experimental y el grupo de control eran reales y no eventos aleatorios. Los tamaños del efecto altos y consistentes reflejados en los análisis estadísticos respaldan la solidez y la sostenibilidad de la mejora tras esta estrategia.

Los valores se calificaron en gran medida como mínimos (valor p entre 10^{-10} y 10^{-12}); fue suficiente para afirmar que el grupo que realizó un desempeño más adecuado en todas las actividades evaluadas fue el experimental en comparación con el grupo de control. Los tamaños del efecto derivados tanto del coeficiente r como del índice de Cliff's δ también indicaron un impacto muy grande, lo que sugiere que las diferencias encontradas son, al menos, moderadamente a altamente significativas en términos sustantivos, con un componente adicional de moderación. En particular, los valores de δ de Cliff fluctuaron entre -0.854 y -0.988 y los valores de r, situados entre 0.73 y 0.85.

Análisis de la evaluación final

Tabla 3.

Estadísticas descriptivas de las evaluaciones de control versus experimentales

Grupo	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	Shapiro-Wilk Wp
EV-C	6.83	7.00	0.90	5.00	10.00	0.863
EV-E	8.66	9.00	0.81	7.00	10.00	0.875

Nota. EV-C = grupo de control; EV-E = grupo experimental; DE = desviación estándar.

Como se puede observar en la Tabla 3, la media del grupo experimental fue significativamente mayor (8.66) en comparación con la del grupo control (6.83). De forma parecida, las desviaciones estándar (DE) fueron bajas en ambos grupos, lo cual indica que las puntuaciones no estaban muy alejadas unas de otras (homogeneidad). Por otra parte, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó valores $p < 0.001$ para ambos casos, confirmando que las variables analizadas no siguen una distribución normal.

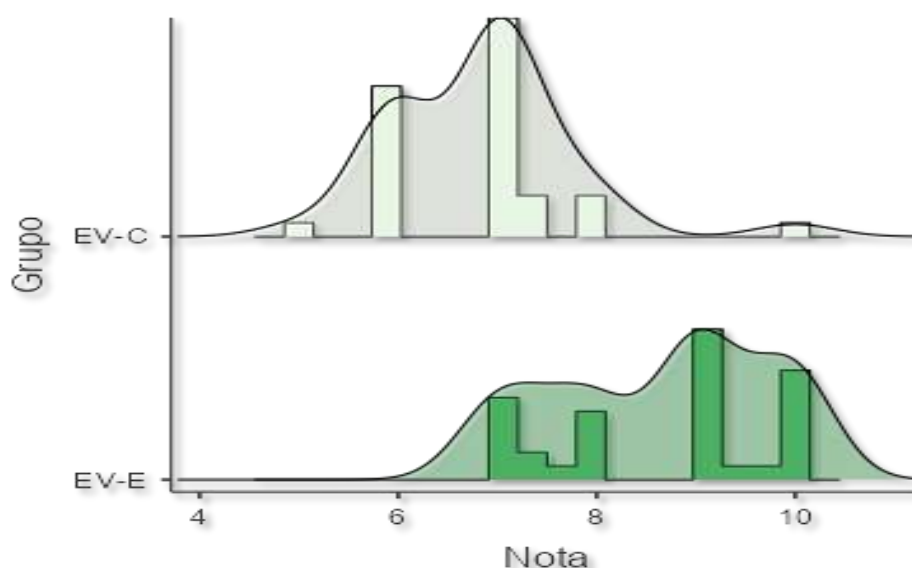


Figura 2. Grafica de distribución de los puntajes en los grupos de control (EV-C) y experimental (EV-E)

La Figura 2 muestra que las calificaciones del grupo control se agrupan principalmente en rangos intermedios, en el caso, del grupo experimental tiene una mayor concentración de resultados en los rangos cercanos a 9 y 10. Además, la distribución de los datos en ambos grupos no presenta las características de una distribución normal, coincidiendo con los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk reportada en la Tabla 3.

Prueba de Mann-Whitney para la evaluación final

La Tabla 4 presenta los resultados obtenidos tras aplicar la prueba U de Mann-Whitney a las calificaciones finales del grupo control y del grupo experimental.

Tabla 4.

Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

		Estadístico	p
Nota	U de Mann-Whitney	135	< .001
Nota. $H_1: \mu_{EV-C} \neq \mu_{EV-E}$			

Nota. La prueba U de Mann-Whitney reportó un estadístico U de 135 y un valor de p menor a 0.001.

Estos resultados confirman que las diferencias observadas entre las calificaciones de ambos grupos son estadísticamente significativas, lo que indica que el desempeño del grupo experimental fue notablemente diferente al del grupo control. El valor de significancia obtenido fue menor que 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Validación de la propuesta pedagógica

Se realizaron cuatro evaluaciones con el diseño educativo: su contenido fue revisado y validado por tres especialistas cuyas áreas de conocimiento se complementaban entre sí, una experta en formación para la enseñanza del idioma, una investigadora especializada en evaluación y una metodóloga con experiencia en tecnología aplicada a los procesos de enseñanza y aprendizaje.

También destacó la congruencia entre sus objetivos y las actividades diseñadas, ya que contribuyeron a desarrollar la creatividad y la reflexión entre el alumnado, comentó la especialista en didáctica. La investigadora de evaluación educativa analizó la rúbrica y recomendó realizar cambios en diversos criterios y descriptores para mayor claridad en varias ocasiones, así como garantizar una medición más precisa de las competencias. Por último, en cuanto a las estrategias de gamificación y los recursos tecnológicos, junto

con el uso de herramientas como Kahoot, Educaplay y Google Forms, fueron ideales para ayudar a respaldar la formación.

Después de la revisión, se procedió al cálculo del coeficiente V de Aiken como medida cuantitativa de validez. Los resultados mostraron una adecuada validez de contenido, con valores de 1.00 para la pertinencia, 0.83 para la representatividad y una validez global de 0.83. Sin embargo, la claridad registró un valor de 0.67, evidenciando aspectos susceptibles de mejora en la formulación de algunos ítems. Por esta razón, las observaciones emitidas por los expertos fueron incorporadas para optimizar la redacción, precisión y comprensión de la secuencia didáctica y de la rúbrica, fortaleciendo así la calidad del instrumento antes de su aplicación.

En consecuencia, los expertos que evaluaron los instrumentos y la comparación práctica realizada entre ambos grupos respaldaron esta propuesta, ya que realmente funcionaba. Lo más importante es que las diferencias que encontraron eran coherentes y sugieren que las intervenciones gamificadas tienen un impacto significativo en el rendimiento de los estudiantes.

Discusión

Como se observa en los resultados presentados en las Tablas 1 y 3, el grupo experimental obtuvo una media significativamente superior en comparación con el grupo control. Un estudio similar señala que la gamificación potencia la motivación y los logros académicos, aunque su eficacia está sujeta a una planificación adecuada y al apoyo sostenido de los profesores (Nieto-Escamez & Roldán-Tapia, 2021).

Por otra parte, en las Tablas 2 y 4 los resultados de la prueba U no paramétrica de Mann-Whitney, confirman una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos en las puntuaciones, con $p < 0,001$. Este hallazgo avala la hipótesis de intervención pedagógica de este estudio, es decir, que la estrategia gamificada incide de forma importante en el rendimiento de los estudiantes.

Las distribuciones de las calificaciones, representadas en las gráficas de violín, cajas y bigotes de la Figura 1 y la Figura 2, demuestran que el grupo experimental obtuvo mejores resultados. En palabras de Lino-Calle et al. (2023), esto demuestra “su capacidad para fomentar un aprendizaje más efectivo y un mayor dominio de los contenidos curriculares” (p. 2320).

Por otra parte, las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk indicaron que los datos no siguen una distribución normal, esto se justificó por medio de la prueba U de Mann-Whitney. A pesar de que las distribuciones no son simétricas, los resultados estadísticos sí respaldan que la gamificación ayudó a mejorar el rendimiento académico. Estos resultados se alinean con lo que menciona Palaniappan & Noor (2022), quienes sugieren que la retroalimentación inmediata, las recompensas y la competencia potencian el aprendizaje autónomo y profundo.

También, plataformas digitales tales como Google Sites, Kahoot y Educaplay promovieron entornos de enseñanza participativos e interactivos orientados hacia el aprendizaje autónomo. Estos recursos tecnológicos brindan oportunidades para la individualización de los procesos de aprendizaje, ya que permiten que los estudiantes realicen actividades acordes a sus necesidades y su grado de avance para hacerlos más partícipes de lo que se está enseñando (Maier & Klotz, 2022).

La articulación de los componentes narrativos, la mecánica del juego, las dinámicas colaborativas y los sistemas de recompensas fueron fundamentales para el logro de los resultados. Este enfoque de gamificación, que enfatiza la armonización sinérgica entre los propósitos lúdicos y formativos, está en consonancia con lo que proponen Paixão & Cordeiro (2021) y Dichev & Dicheva (2017). Su planteamiento es que una gamificación bien integrada mejora la motivación intrínseca, el aprendizaje participativo y el aprendizaje autorregulado.

La evaluación realizada por expertos permitió verificar la calidad y coherencia pedagógica de la propuesta antes de su implementación. Los resultados del coeficiente V de Aiken evidenciaron niveles adecuados de validez en los criterios de pertinencia (1,00) y representatividad (0,83), alcanzando una validez global de 0,83. Sin embargo, el criterio de claridad obtuvo un valor de 0,67, lo que reveló la necesidad de realizar ajustes en la redacción de algunos componentes de la secuencia didáctica y de la rúbrica. Esta situación constituyó una limitación inicial del proceso de validación; no obstante, las observaciones y

recomendaciones formuladas por los expertos fueron incorporadas antes de la aplicación de la intervención. Como resultado, se mejoró la precisión, comprensión y coherencia de los instrumentos, fortaleciendo su calidad metodológica y garantizando una mayor correspondencia con los objetivos de aprendizaje propuestos.

Conclusiones

- Los resultados obtenidos permiten afirmar que el objetivo de implementar una estrategia pedagógica basada en la gamificación en la Unidad Educativa Fiscomisional “Pacífico Cembranos” se logró con éxito. El trabajo sirve como una alternativa metodológica funcional para construir clases de Lengua y Literatura de manera activa, generando mayor participación por parte de los estudiantes y proporcionando el ambiente para que ocurra un aprendizaje significativo.
- El presente estudio enriquece el cuerpo de conocimiento existente acerca de la aplicación de la gamificación en contextos educativos de América Latina, particularmente en el área de la enseñanza de Lengua y Literatura. También, ofrece un modelo instruccional que se basa en el uso de recursos digitales gratuitos y accesibles. De igual forma, los resultados resaltan el valor de la evaluación por parte de expertos como un procedimiento esencial para garantizar la validez, coherencia y adecuación de las propuestas educativas.
- Se recomienda la realización de estudios de seguimiento a largo plazo que permitan analizar la permanencia de sus efectos sobre el rendimiento académico en diferentes períodos escolares. También sería interesante verter su uso a otras áreas del currículo. De igual modo, resulta conveniente transferir este modelo instruccional a otras áreas del currículo, como Matemáticas, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, para evaluar el alcance de sus beneficios en diversos contextos disciplinarios.

Referencias bibliográficas

- Amén-Carrillo, M. E., & Hermann-Acosta, A. (2025). Revisión sistemática: la gamificación como estrategia docente en la educación general básica en América del Sur. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 9(17), 1333–1350. <https://www.editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/798>
- Adoumieh Coconas, N. (2021). La didáctica de la lengua mediada por las TIC Storyjumper como propuesta innovadora en la creación de cuentos. *Revista Perspectivas*, 6(1), 101–113. <https://doi.org/10.22463/25909215.2928>
- Al-Fraihat, D., Joy, M., Masa'deh, R., & Sinclair, J. (2020). Evaluating E-learning systems success: An empirical study. *Computers in Human Behavior*, 102, 67–86. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.004>
- Azzouz, N., & Gutiérrez, M. (2020). Effect of gamification on students' motivation and learning achievement in second language acquisition within higher education: A literature review 2011-2019. *The EuroCALL Review*, 28(1), 40. <https://doi.org/10.4995/eurocall.2020.12974>
- Bitrián, P., Buil, I., & Catalán, S. (2021). Enhancing user engagement: The role of gamification in mobile apps. *Journal of Business Research*, 132, 170–185. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.028>
- Blume, C. (2020). German teachers' digital habitus and their pandemic pedagogy. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 879–905. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00174-9>
- Choez-Quimiz, L. M., Menéndez-Moreno, J. M., & Lino-Calle, V. A. (2024). Estrategia pedagógica para contribuir las habilidades docentes en la asignatura de lengua y literatura. *MQRInvestigar*, 8(2), 4305–4319. <https://doi.org/10.56048/MQR2025.8.2.2024.4305-4319>
- Christopoulos, A., & Mystakidis, S. (2023). Gamification in education. *Encyclopedia*, 3, 1223–1243. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3040089>
- Cobos Sánchez, A, Padial Suarez, JJ., & Berrocal de Luna, E. (2021). La gamificación a través de plataformas E-learning: Análisis cuantitativo de una pedagogía emergente implantada mediante las TIC. *ReiDoCrea: Revista Electrónica de Investigación Docencia Creativa*, 10(30), 1–20. Doi: 10.30827/Digibug.70897
- Collantes, M., Morán, M., Lino, V., & Orta, I. (2025). La percepción docente sobre la enseñanza tradicional frente a la integración de herramientas tecnológicas en educación inicial. *InnovaSciT*, 3(2). <https://doi.org/10.70577/innovascit.v3i2.99>
- De Brito Lima, F., Lautert, S. L., & Gomes, A. S. (2021). Contrasting levels of student engagement in blended and non-blended learning scenarios. *Computers and Education*, 172, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104241>

- Dichev, C., & Dicheva, D. (2017). Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 9. <https://doi.org/10.1186/S41239-017-0042-5>
- Garzón Artacho, E., Martínez, T. S., Ortega Martín, J. L., Marín Marín, J. A., & Gómez García, G. (2020). Teacher training in lifelong learning—The importance of digital competence in the encouragement of teaching innovation. *Sustainability*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/su12072852>
- González-Fernández, A., Revuelta-Domínguez, F. I., & Fernández-Sánchez, M. R. (2022). Models of instructional design in gamification: A systematic review of the literature. *Education Sciences*, 12(44), 1–13. <https://doi.org/10.3390/educsci12010044>
- Guachamín, K., Guijarro, J., & Ríos, T. (2022). Uso de Herramientas Tecnológicas TICSen el Aprendizaje Docente. *Vínculos*, 7(3), 45–58. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/vinculos/es/article/view/2405>
- Jiang, B., Gu, M., & Yin, C. (2022). Exploring students' backtracking behaviors in digital textbooks and its relationship to learning styles. *Preprint ArXiv:2205.14822*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.14822>
- Julita, R. (2024). The impact of gamification on EFL students' reading comprehension. *Journal of English as a Foreign Language Education*, 4(2), 136. <https://doi.org/10.26418/jeffe.v4i2.74901>
- Kusuma, G., Wigati, E. K., Utomo, Y., & Putera, L. (2018). Analysis of gamification models in education using MDA framework. *Procedia Computer Science*, 135, 385–392. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.187>
- Lino-Calle, V. A., Barberán-Delgado, J. A., López-Fernández, R., & Gómez-Rodríguez, V. G. (2023). Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de física. *Journal Scientific MQRInvestigar*, 7(3), 2297–2322. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2297-2322>
- Maier, U., & Klotz, C. (2022). Personalized feedback in digital learning environments: Classification framework and literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100080>
- Nieto-Escamez F.A., & Roldán-Tapia M.D. (2021). Gamification as online teaching strategy during COVID-19: A mini-review. *Frontiers in Psychology*, 12, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.648552>
- Paixão, W. B. da, & Cordeiro, I. J. D. e. (2021). Práticas de gamificação em turismo: uma análise a partir do modelo de Werbach & Hunter (2012). *Revista Brasileira De Pesquisa Em Turismo*, 15(3), 2067. <https://doi.org/10.7784/rbtur.v15i3.2067>
- Palaniappan, K., & Noor, N. (2022). Gamification strategy to support self-directed learning in an online learning environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(3), 104–116. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i03.27489>
- Raju, R., Bhat, S., Bhat, S., D'Souza, R., & Singh, A. B. (2021). Effective usage of gamification techniques to boost student engagement. *Journal of Engineering Education Transformations*, 34(Special Issue), 713–717. <https://doi.org/10.16920/jeet/2021/v34i0/157171>
- Sousa, M., López, J., Fernández, M., & Rodríguez, F. (2023). Study of the impact of social learning and gamification methodologies on learning results in higher education. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(1), 131–153. <https://doi.org/10.1002/cae.22575>
- Thurairasu, V. (2022). Gamification-based learning as the future of language learning: An overview. *European Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(6), 62–69. <https://doi.org/10.24018/ejsocial.2022.2.6.353>
- Torres Sánchez, A. Y. (2024). Gamification in Latin American secondary education: Impact on internal efficiency, challenges, and opportunities for improvement. *Pedagogical Constellations*, 3(1), 179–206. <https://doi.org/10.69821/constellations.v3i1.36>
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.
- Zeng, J., Sun, D., Looi, C. K., & Fan, A. C. W. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: A comprehensive meta-analysis of studies from the year 2008 to 2023. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2478–2502. <https://doi.org/10.1111/BJET.13471>
- Zine El Abidine, M., Nejari, A., & Khaldi, M. (2024). Literature and ICTE: Issues and Perspectives. *DIROSAT: Journal of Education, Social Sciences & Humanities*, 2(4), 286–296. <https://doi.org/10.58355/dirosat.v2i4.74>

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.7>

How to Cite:

Hernández Vargas, C.J., Medina Mata, I., & Cardona Castaño, J.C. (2026). Impacto de la digitalización en la competitividad de las MiPymes: Un estudio cualitativo con 486 actores del ecosistema empresarial mexicano. *Amazonia Investiga*, 15(87), 78-92. <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.7>

Impacto de la digitalización en la competitividad de las MiPymes: Un estudio cualitativo con 486 actores del ecosistema empresarial mexicano

Impact of digitization on the competitiveness of SMEs: A qualitative study with 486 actors in the Mexican business ecosystem

Received: April 5, 2026

Accepted: June 28, 2026

Written by:

Carlos Javier Hernández Vargas¹<https://orcid.org/0000-0003-2918-1178>Ivette Medina Mata²<https://orcid.org/0000-0003-3930-2586>Juan Camilo Cardona Castaño³<https://orcid.org/0000-0002-9631-9870>

Resumen

La digitalización representa un elemento estratégico para el desarrollo y fortalecimiento de la competitividad empresarial en entornos dinámicos y altamente cambiantes. Sin embargo, en México persiste una brecha digital que limita la adopción de herramientas tecnológicas en las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes), principalmente debido a restricciones de recursos económicos, tecnológicos y de capacitación. En este contexto, los estudios cualitativos orientados a comprender la percepción de los empresarios sobre la adopción tecnológica continúan siendo escasos en la literatura especializada. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo comprender cómo los empresarios perciben la digitalización como una estrategia que impulsa la competitividad en las MiPymes mexicanas. La investigación utiliza como método la teoría fundamentada, en el marco de la teoría de la visión basada en recursos y bajo un enfoque inductivo. A partir de una muestra de 486 entrevistas semiestructuradas aplicadas a empresarios, consultores, académicos, representantes de cámaras y funcionarios de gobierno, se identificaron las siguientes categorías

Abstract

Digitalization represents a strategic element for the development and strengthening of business competitiveness in dynamic and rapidly changing environments. However, a digital gap persists in Mexico, limiting the adoption of technological tools among micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs), mainly due to economic, technological, and training resource constraints. In this context, qualitative studies aimed at understanding entrepreneurs' perceptions of technological adoption remain scarce in the specialized literature. Therefore, the present study seeks to understand how entrepreneurs perceive digitalization as a strategy that enhances competitiveness in Mexican MSMEs. The research employs grounded theory as its methodological approach, framed within the resource-based view theory and developed under an inductive approach. Based on a sample of 486 semi-structured interviews conducted with entrepreneurs, consultants, academics, chamber representatives, and government officials, the following emerging categories were identified: competitiveness, digitalization, digital marketing, advantages, and barriers. The results suggest that digitalization is

¹ Profesor e investigador en la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México. Doctorado en Gestión de las Organizaciones por la Universidad Autónoma de Nayarit. Su línea de investigación: sostenibilidad de las MiPyMEs turísticas en el Caribe Mexicano. E-mail: cjavier.hernandez@uqroo.edu.mx

² Profesora e investigadora en la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo (UQROO), México. Maestría en Gestión Sustentable del Turismo por la propia UQROO y Candidata a doctora en Desarrollo Sustentable. Línea de investigación: administración hotelera. E-mail: jvetmedina@uqroo.edu.mx

³ Profesor e investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro, México. Doctor en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma de Guerrero. Línea de investigación, gestión ambiental comunitaria y el estudio de problemas socioambientales en ecosistemas rurales y costeros. E-mail: juan.cardona@uaq.mx



emergentes: competitividad, digitalización, marketing digital, ventajas y barreras. Los resultados sugieren que la digitalización es percibida como un recurso estratégico capaz de contribuir de manera sostenida al fortalecimiento de la competitividad empresarial.

Palabras clave: brecha digital, negocios digitales, sustentabilidad, transformación digital, visión basada en los recursos.

Introducción

La digitalización se puede concebir como el aprovechamiento de la tecnología para la transformación organizacional y la creación de nuevas fuentes de valor. Dado que el entorno actual se caracteriza por presentar situaciones caóticas, tales como crisis económicas, problemas ambientales, enfermedades globales y rápidos avances tecnológicos, es necesario que las empresas sean capaces de innovar y adoptar tecnología para sobrevivir, crecer y obtener rentabilidad. Autores como Santos-Jaén et al. (2023) señalan que la digitalización puede ser considerada un recurso estratégico, valioso, escaso, inimitable y no sustituible, capaz de generar ventajas competitivas sostenibles y valor para la empresa, tal como lo postula la teoría de la Visión Basada en Recursos (VBR) propuesta por Barney (1991). La transformación digital empresarial va más allá de la simple adopción de la tecnología en tareas específicas, ya que implica un cambio organizacional profundo que tiene por objetivo integrar las herramientas tecnológicas en todos los ámbitos de la empresa. Esta transformación permite modificar productos y procesos para adaptarse a nuevas condiciones de mercado y de los consumidores, con objeto de generar mejoras radicales (Martínez-Peláez et al., 2024).

De tal forma, La Visión Basada en Recursos (VBR) permite comprender que la digitalización en las MiPymes puede convertirse en un recurso tecnológico que contribuya al posicionamiento de las marcas y al fortalecimiento de las capacidades empresariales. De este modo, se configura como un recurso estratégico para la toma de decisiones y para consolidar a las MiPymes como actores clave dentro de la economía local y territorial (Oviedo Pino et al., 2024). En este sentido, la digitalización constituye una forma de gestión estratégica mediante la cual las empresas pueden adoptar ventajas y factores diferenciadores en la oferta de productos y servicios, incorporando además la dimensión ambiental como un eje de valor agregado (Barney 1991). Desde esta perspectiva, entender la digitalización implica reconocer su potencial para integrar la responsabilidad ambiental en los procesos empresariales, generando así un valor diferenciador en la gestión de productos y servicios. Esto contribuye a mejorar los niveles de competitividad en los mercados locales, los cuales son fundamentales para la generación de empleo, la reducción de desigualdades y la consolidación de la responsabilidad ambiental como un pilar estratégico según Santos-Jaén et al. (2023).

El presente estudio responde, la pregunta de investigación que surge de un proceso observacional y exploratorio en campo, orientado a comprender cómo la digitalización influye en la competitividad de las MiPymes en México. El objeto de estudio, centrado en la relación entre competitividad y digitalización, evidencia un aporte sustancial en términos de análisis cualitativo, apoyado en la teoría fundamentada.

Este enfoque permite desarrollar un análisis complejo en el que la competitividad no se entiende únicamente como una estrategia práctica para que las empresas se mantengan en el mercado, sino como un proceso amplio que involucra dimensiones estructurales y relacionales (economía y sociedad). Aunque existen estudios cuantitativos —como los de Solís-Lozano (2026; 2026b)— que abordan esta temática, la presente investigación propone una mirada distinta desde la teoría fundamentada, cuestionando hasta qué punto la digitalización puede consolidarse como un sistema articulado a la competitividad.

En este sentido, la digitalización se concibe como una forma operativa que permite a las organizaciones llevar estos procesos a la práctica, mientras que, a nivel teórico, se analiza cómo las MiPymes se adaptan a dinámicas de competitividad en contextos de complejidad económica y territorial. Así, el estudio aporta una visión integral en la que la competitividad no se limita a un enfoque meramente práctico, sino que se interpreta como un fenómeno cualitativo que se construye desde su significado y fundamentación epistémica. En este marco, autores como Barney (1991) resultan clave, al proponer una visión que

perceived as a strategic resource capable of contributing sustainably to the strengthening of business competitiveness.

Keywords: digital divide, digital business, sustainability, digital transformation, resource-based view.

trasciende el enfoque utilitarista y capitalista, incorporando la responsabilidad empresarial en términos ambientales, sociales y de contribución al desarrollo territorial y nacional.

La digitalización en MiPymes ha suscitado un interés académico cada vez mayor, estudios recientes lo han abordado con temas como el desempeño organizacional, atracción de inversiones, estrategias de mercadotecnia en línea o resiliencia empresarial en condiciones de crisis. No obstante, la mayor parte de estos se han centrado en metodologías cuantitativas en contextos organizacionales, por lo que se identifica evidencia limitada sobre cómo los empresarios interpretan y experimentan el proceso de adopción de tecnología. En este sentido, la presente investigación adopta un enfoque cualitativo que ha sido escasamente utilizado en trabajos previos, con el objetivo de identificar si la digitalización es un factor determinante para la competitividad en las MiPymes mexicanas. Para este propósito, se emplea como método la teoría fundamentada, y como eje la teoría de la visión basada en recursos propuesta por Barney (1991).

Con base en lo anterior, se parte del supuesto teórico de que la digitalización influye en la competitividad de las medianas y pequeñas empresas y representa una ventaja en términos del nicho de mercado. Las empresas que han adoptado alguna tecnología que les permite digitalizar procesos están sobresaliendo en su giro económico; sin embargo, esto depende del acceso a la tecnología, lo que permite que estas empresas y negocios destaquen dentro de su actividad económica.

La investigación se estructura de la siguiente manera, en la revisión de literatura se analizan los autores que han abordado a la digitalización desde la perspectiva de las MiPymes. En el apartado de metodología, se describe el método de teoría fundamentada con enfoque inductivo utilizado para conocer la percepción de actores empresariales mexicanos. En el cuarto apartado se presentan los resultados y se analizan cinco categorías emergentes: competitividad, digitalización, ventajas, desafíos y mercadotecnia digital. Finalmente, en las conclusiones se presentan los principales hallazgos sobre el estudio, así como la relación con la literatura existente.

Revisión de literatura

La economía digital ha acelerado la innovación en modelos de negocio de empresas a nivel global por medio de la integración de aspectos tales como plataformas digitales, redes sociales, macrodatos y servicios en línea (Abu Hasan et al., 2022). La literatura identifica que existen diferencias entre el impacto detectado en las MiPymes y las grandes empresas. La contradicción identificada entre Cataldo et al. (2019) y Zhang et al. (2022) sobre el impacto de la digitalización en empresas de menor tamaño. Aunque Cataldo et al. (2019) destacan mejoras significativas en el desempeño organizacional derivadas de la adopción tecnológica Zhang et al. (2022), sostienen que dichos efectos son limitados en pequeñas organizaciones. Esta divergencia evidencia la necesidad de desarrollar estudios que analicen factores como el sector económico, la capacidad de inversión, el nivel de madurez digital y las competencias del talento humano, con el fin de comprender bajo qué condiciones la digitalización genera beneficios reales en las pequeñas empresas.

Chege et al. (2019), establecen que las MiPymes tienen estructuras organizacionales que facilitan su adaptación al cambio y, suelen presentar un rezago en la adopción de tecnología. Ejemplos de esta situación que identificó que solamente el 27% de las PYMES han implementado herramientas digitales, Vavura (2022) sugiere que en México el 19.8% de las microempresas cuenta con equipo de cómputo, o bien identifica que los directores de empresas micro y pequeñas perciben dificultades para digitalizar sus operaciones.

Entre los factores internos que contribuyen a esta situación, se destaca la limitación de recursos financieros, técnicos y talento capacitado, gestión inadecuada, cultura organizacional débil o conservadora, además de modelos de negocios con diseños no compatibles con la digitalización.

Factores externos: la transformación digital enfrenta barreras externas como baja productividad, infraestructura tecnológica insuficiente, escasa formación laboral y entornos inciertos (Yupanqui Lima et al., 2024). Sin embargo, puede fortalecer el desempeño y la competitividad empresarial mediante estrategias digitales sostenibles alineadas con la cultura organizacional, los grupos de interés y la toma de decisiones estratégicas (Martínez-Peláez et al., 2024). Asimismo, requiere desarrollar capacidades internas, estructuras organizacionales y procesos alineados con la adopción tecnológica en áreas como la cadena de valor, procesos, productos y servicios (Kwarteng et al., 2024).

La literatura señala que la transformación digital implica una interacción sistémica entre tecnología, organización y talento humano, demandando recursos, métricas y objetivos claros (Santos-Jaén et al., 2023). En este contexto, la digitalización mejora la eficiencia, competitividad y adaptación al mercado, además de transformar la filosofía organizacional y generar ventajas competitivas sostenibles (Torres Garza et al., 2021; Gaviria-Marín et al., 2021). Entre los beneficios para las MiPymes destacan la innovación, automatización, reducción de costos, mercadotecnia digital, comercio electrónico, expansión internacional y optimización de la cadena de valor (Zahoor & Mir, 2021).

Igualmente, el uso innovador de las TIC favorece el desempeño empresarial, especialmente mediante software y páginas web orientadas a ventas (Fernández-Portillo et al., 2020). La digitalización también contribuye a mejorar la toma de decisiones, fortalecer la relación con usuarios y transformar modelos de negocio, permitiendo reconfigurar capacidades organizacionales para responder al entorno y fortalecer la sostenibilidad y competitividad (Garzoni et al., 2020). Por ello, la teoría de recursos y capacidades ha sido ampliamente utilizada para explicar la relación entre digitalización y desempeño empresarial (Barney et al., 2021; Teece, 2018).

Metodología

Este estudio forma parte de un macro investigación realizado en el año 2023 coordinado por la Fundación para el Análisis Estratégico y Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa (FAEDPYME). Por medio de un muestreo no probabilístico de tipo intencional, se establecieron como criterios de inclusión para los entrevistados ser propietarios o colaboradores responsables de un negocio, para el caso de los actores no empresarios, se requirió que tuvieran experiencia con empresas.

Participaron un total de 486 personas conformado en un 37 % por mujeres y en un 62.8 % por hombres, a quienes se les realizó una entrevista semiestructurada de manera directa en campo, generando un diálogo abierto y reflexivo con cada uno de ellos. Esta interacción permitió recopilar información sobre las percepciones, experiencias y estrategias vinculadas a la digitalización y la competitividad empresarial.

Para el levantamiento de campo, participaron investigadores de 19 universidades mexicanas, y la muestra tiene representación de 18 entidades federativas. Las unidades de análisis son empresarios (70.4%), representantes de asociaciones de cámaras gremiales (5.8 %), consultores especializados en MiPymes (9.5 %), servidores públicos (6.0 %) y académicos (7.2 %)¹, los cuales accedieron voluntariamente a participar en el estudio mediante la aplicación de una entrevista semiestructurada. Se les solicitó a los participantes enunciar los cinco factores que afectaban la competitividad de las MiPymes, y los cinco factores que podían contribuir a mejorar la competitividad. A partir de la información proporcionada el equipo de investigación realizó un primer filtrado en el que identificaron las respuestas que tuvieran relación con el fenómeno de digitalización, y estas fueron integradas para realizar el análisis del estudio.

Es un estudio de tipo cualitativo sustentado en la teoría fundamentada con un análisis inductivo a partir de los datos y de los supuestos teóricos que orientan el estudio. Con base en los planteamientos de competitividad propuestos por Barney (1986), se definió el marco teórico que orientó la construcción y posterior análisis de las categorías emergentes derivadas.

- a) Competitividad
- b) Digitalización
- c) Marketing digital
- d) Ventajas de la digitalización
- e) Barreras para la digitalización en las MiPymes

Además, se consideraron como referentes analíticos los fundamentos teóricos y el marco conceptual propuesto por Barney et al. (2011) en torno a la competitividad empresarial. Para garantizar la plausibilidad y la verosimilitud de los datos, se aplicaron dos procedimientos principales:

¹ Para 6 casos que representan el 1.2% de la muestra no se identificó el tipo de participante.

- ✓ *Contrastación teórica*, en el cual se buscó la relación de las respuestas de los entrevistados con los referentes conceptuales de la teoría de la visión basada en recursos, con el fin de determinar la coherencia entre las percepciones empíricas y el objeto de estudio.
- ✓ *Verificación de consistencia interna*, mediante el contraste de respuestas entre los participantes, evaluando la coincidencia de los datos hasta alcanzar la saturación teórica de la información.

El análisis del procesamiento de la información se realizó con apoyo del software ATLAS.ti. En una primera etapa, se efectuó una delimitación teórica sobre los conceptos de competitividad en relación con el objeto de estudio. Para ello, se aplicó el enfoque de la teoría fundamentada, tomando como principal referente los estudios de Barney & Wright (1998), cuyas aportaciones resultaron una guía para dotar de sentido deductivo a la investigación. En este tenor, se partió de un marco teórico general, a partir del cual se particularizaron y contextualizaron los datos empíricos, transitando de lo general a lo particular.

Antes de iniciar el proceso de codificación de la información en las entrevistas, se elaboró una nube de palabras con el propósito de visualizar la pertinencia y frecuencia de los términos más relevantes. La codificación se realizó mediante un proceso abierto, en el cual, a partir del análisis de los fragmentos de texto obtenidos en las entrevistas, se identificaron etiquetas de código iniciales. Posteriormente, estos códigos fueron agrupados en familias o grupos de códigos, permitiendo evidenciar la complejidad y los elementos centrales del fenómeno de estudio. Una vez consolidada esta agrupación, se desarrolló un análisis basado en la teoría fundamentada a partir del cual se seleccionaron los códigos más representativos, presentados en la Figura 1, los cuales constituyeron la base para la construcción de las categorías analíticas. Esta representación permitió identificar las palabras de mayor recurrencia e intensidad dentro del *corpus* analizado, tal como se observa en la Figura 1 y 2. Una vez organizada la información, se procedió a la etiquetación y codificación de los datos en ATLAS.ti.

Aspectos éticos: los 486 participantes diligenciaron un consentimiento informado en formato digital, en el que se explicó que su participación era voluntaria y que podían retirarse de la investigación en cualquier momento sin ninguna consecuencia. Asimismo, se informó que el estudio tenía fines exclusivamente académicos y sin ánimo de lucro. Se garantizó la confidencialidad y anonimización de la información, asegurando que ninguna respuesta sería presentada de manera individual, sino agrupada en categorías y resultados colectivos. El manejo de la información se realizó conforme a protocolos éticos internacionales aplicables a la investigación cualitativa, especialmente los principios establecidos en la Declaración de Helsinki, relacionados con el consentimiento informado, la confidencialidad y la protección de los datos de los participantes.

Resultados y Discusión

Los resultados de la investigación iniciaron con la exploración temática, la codificación y la agrupación de códigos; las cuales se transformaron en las categorías de análisis, fue relevante iniciar con una exploración conceptual y temática, cuyas entrevistas serían el insumo primario, de ahí aterrizar teóricamente en los postulados de la Visión Basada en Recursos. Esto reveló los conceptos señalados en la Figura 1, que se alinea con el objeto de investigación, la digitalización, y cómo esto constituyó un lineamiento para la toma de decisiones que facilitó la construcción de las categorías de análisis de tipo deductivo. La exploración dio como resultado: la frecuencia de repetición del concepto digitalización y su interacción en medio de otros conceptos que se repetían con frecuencia significativa, por ejemplo, servicios (373), tecnología (142), innovación (112), redes sociales (99), información (89), red (87), digitalización (75) y publicidad (67). De tal forma, este hallazgo mostró el camino conceptual y temático; los límites del fenómeno de investigación.

digitalización como parte de la identidad organizacional. De tal manera, la nube de conceptos, en este acercamiento teórico donde la digitalización forma parte de la innovación y genera un impacto en las empresas. A continuación, se describen los hallazgos de las entrevistas en cada una de las categorías identificadas.

a) Competitividad

La investigación evidenció que la competitividad en las MiPymes está estrechamente vinculada a la digitalización, considerada un elemento básico que fortalece el desempeño empresarial mediante el uso de herramientas como redes sociales y comercio digital, contribuyendo a reducir costos y aumentar ventas. No obstante, se identifica como reto la transición de las empresas más pequeñas hacia estos procesos y su posicionamiento en el mercado. Asimismo, las entrevistas destacan que la competitividad depende de la adopción de herramientas digitales en los procesos productivos, en línea con Hisyam & Fitriyah (2024), quienes la reconocen como una variable estratégica para el crecimiento empresarial. En este sentido, la competitividad no actúa de forma aislada, sino que se construye a partir de diversos factores que aportan autenticidad a la empresa, como se ilustra en la figura 3.

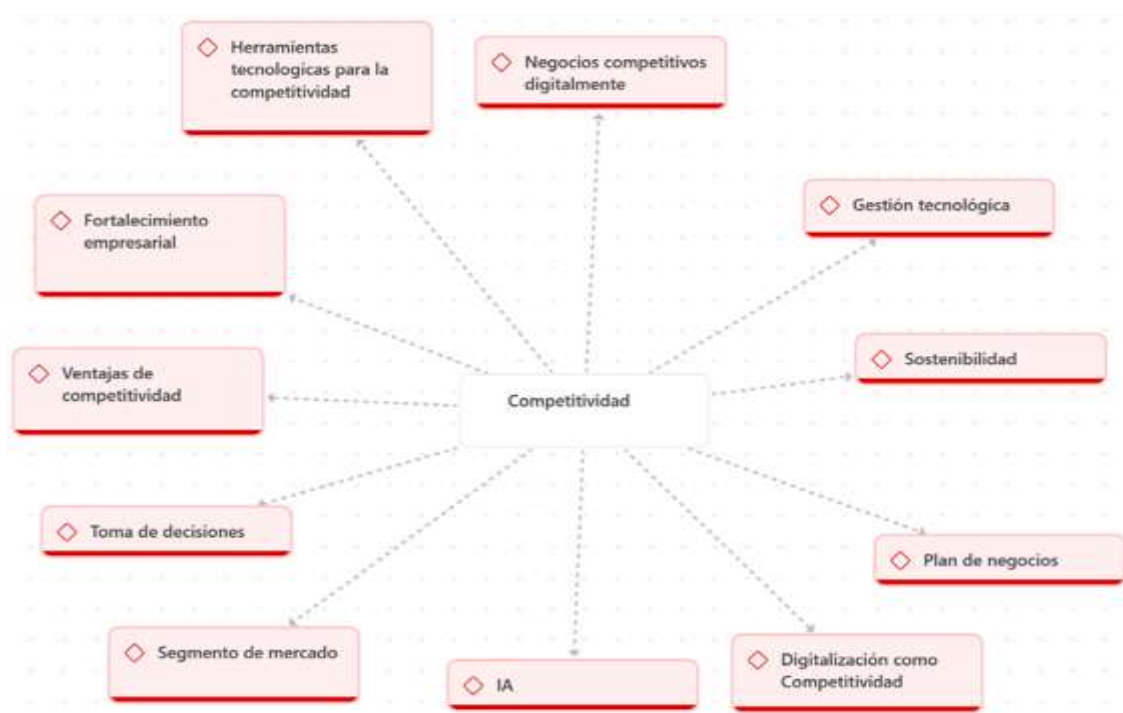


Figura 3. Red de semántica de la categoría de competitividad.

Fuente. Elaboración propia con datos de las entrevistas analizadas en el Software Atlas. Ti.

La red semántica evidenció que la competitividad empresarial se fortalece mediante estrategias de digitalización que impulsan ventajas en productos y servicios, permitiendo a las MiPymes posicionarse en sus mercados y responder a las necesidades del cliente, en concordancia con Li (2025). Asimismo, el uso de inteligencia artificial emerge como un apoyo clave para la toma de decisiones, el análisis de mercado y la organización, reforzando la competitividad. En este sentido, la competitividad se consolida como una categoría influida por la digitalización en entornos dinámicos, alineándose con lo planteado por Barney et al. (2011) sobre la adopción de estrategias para posicionar productos y marcas en el mercado.

De esta manera, la competitividad se configura como una categoría de análisis que articula los resultados en el contexto de la digitalización que pueden alcanzar las empresas. Es decir, la competitividad no es un eje estratégico que se desarrolle de forma aislada, sino que debe consolidarse a través de procesos de gestión y adopción tecnológica. En este sentido, la digitalización por sí sola no garantiza el fortalecimiento competitivo; requiere de la integración efectiva de herramientas tecnológicas y capacidades organizacionales. Actualmente el desarrollo de la competitividad, vinculado a enfoques de sostenibilidad ambiental, como lo plantean autores como Ramírez Cortés et al. (2025), en relación con los mercados

digitales, evidencia que en las MiPymes analizadas existe una intención de fortalecimiento competitivo. Sin embargo, este proceso se encuentra en una etapa incipiente, caracterizado más por prácticas intuitivas que por una integración estratégica. Esto también se explica a partir de modelos de competitividad basados en la experiencia, como los propuestos por Solís Lozano (2026b).

En este contexto, emerge la inteligencia artificial (IA) como un elemento clave, identificada en el discurso de diversos participantes. Su incorporación evidencia la necesidad de reorientar la competitividad de las MiPymes hacia enfoques basados en tecnologías avanzadas. Esto implica no solo adoptar la IA, sino integrarla en los procesos de toma de decisiones empresariales que favorezcan el crecimiento y posicionamiento en el mercado. Como lo señala Quincha Risco & Espinosa Galarza (2025), la inteligencia artificial puede ser utilizada estratégicamente por empresarios y emprendedores para fortalecer la competitividad de sus productos y servicios. En este sentido, la IA deja de ser un recurso emergente para convertirse en un componente estructural dentro del contexto competitivo. A nivel conceptual, los hallazgos de esta investigación sugieren que la competitividad debe articularse cada vez más con el uso de la IA, mediante la implementación de mecanismos como la planeación estratégica, el diseño de estructuras organizacionales, la identificación de nichos de mercado y la optimización de procesos. De esta manera, según Porras Sandoval et al. (2025), la IA se posiciona como una herramienta fundamental para el desarrollo competitivo de las MiPymes en entornos digitales, algo que identificó en la presente investigación.

b) Digitalización

Respecto a la digitalización se identifican las seis categorías emergentes que se asocian a este concepto que se presentan en la Figura 4 que son adopción de tecnología, herramientas para empresas, necesidad de apoyo, capacitación, universidades y gobierno.

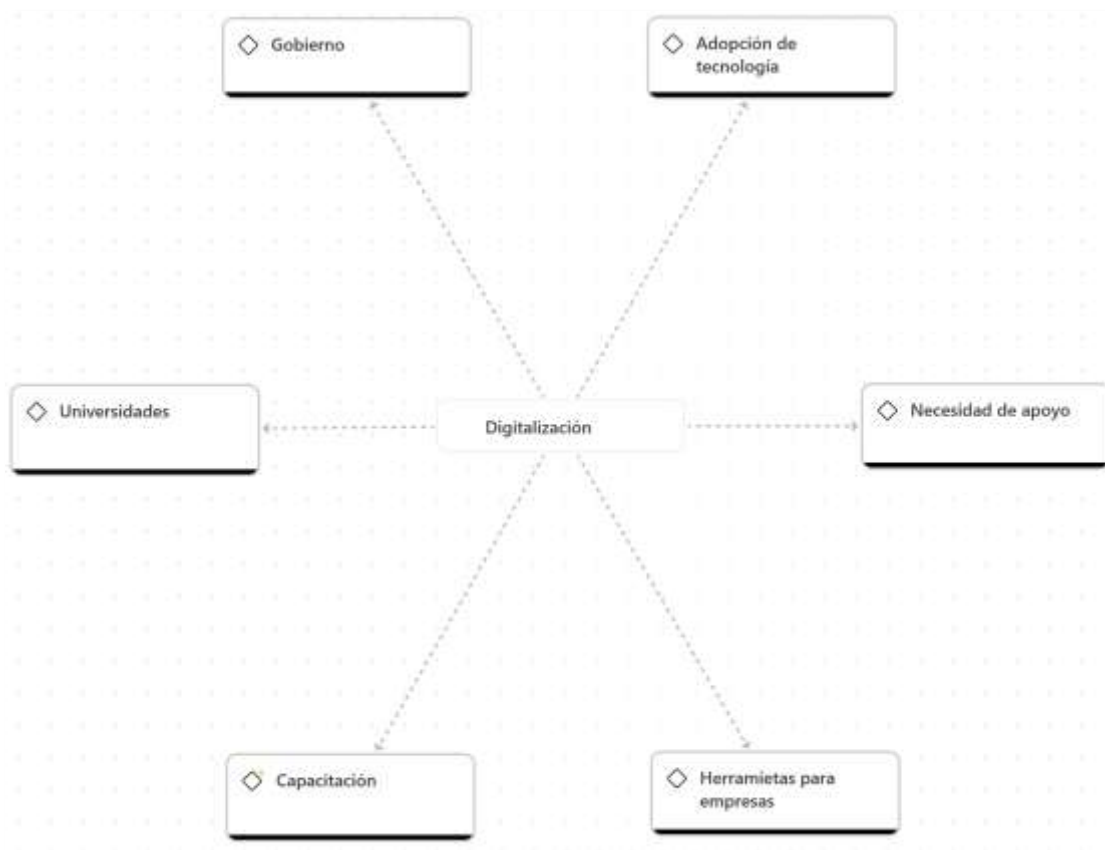


Figura 4. Red semántica de la categoría digitalización.

Fuente. Elaboración propia con datos de las entrevistas analizadas en el Software Atlas. Ti.

Los hallazgos evidencian que los empresarios reconocen la digitalización como un factor clave para la competitividad de las MiPymes, al favorecer la innovación, el desempeño empresarial y la ampliación de mercados, especialmente tras la aceleración provocada por la pandemia. Asimismo, se identifica su aporte en la eficiencia operativa mediante la automatización de procesos, la optimización de sistemas de gestión (ventas, inventarios, costos) y la reducción de costos, así como en la mejora de productos y la relación con los clientes a través de plataformas digitales. La digitalización también permite incrementar la visibilidad, facilitar la participación en mercados electrónicos y habilitar nuevas formas de comercialización, como las ventas móviles. Sin embargo, su aprovechamiento depende del acceso a infraestructura tecnológica, recursos e internet, así como de la capacitación constante en habilidades digitales y seguridad informática. En este contexto, se resalta la necesidad de formación empresarial, la incorporación de talento especializado y el apoyo de actores externos. Se destaca el papel del gobierno y las universidades como agentes clave para impulsar la transformación digital, mediante políticas, incentivos, programas de capacitación, generación de alianzas y transferencia de conocimiento que faciliten la adaptación de las MiPymes a los entornos digitales.

c) Marketing digital

La categoría de marketing digital evidenció avances en la formulación de estrategias de mercado, orientadas a la venta de productos y servicios y a la creación de espacios digitales en redes sociales para alcanzar al consumidor. Este fenómeno se relaciona con el creciente consumo en redes sociales, reconocido por los participantes como un elemento clave, en línea con Al-Shaer et al. (2023) y Rachmiani et al. (2025). Asimismo, se identificó que las redes sociales son un componente central del marketing digital, al facilitar la integración de ventas en línea y la construcción de plataformas estratégicas que amplían el alcance hacia distintos segmentos. Esto implica tanto beneficios como desafíos para las MiPymes, en su intento por adoptar herramientas digitales más avanzadas. En este sentido, la digitalización y el marketing digital están redefiniendo la gestión de mercados, tal como lo plantean Zein et al. (2025), lo cual se refleja en la red semántica presentada en la figura 5.

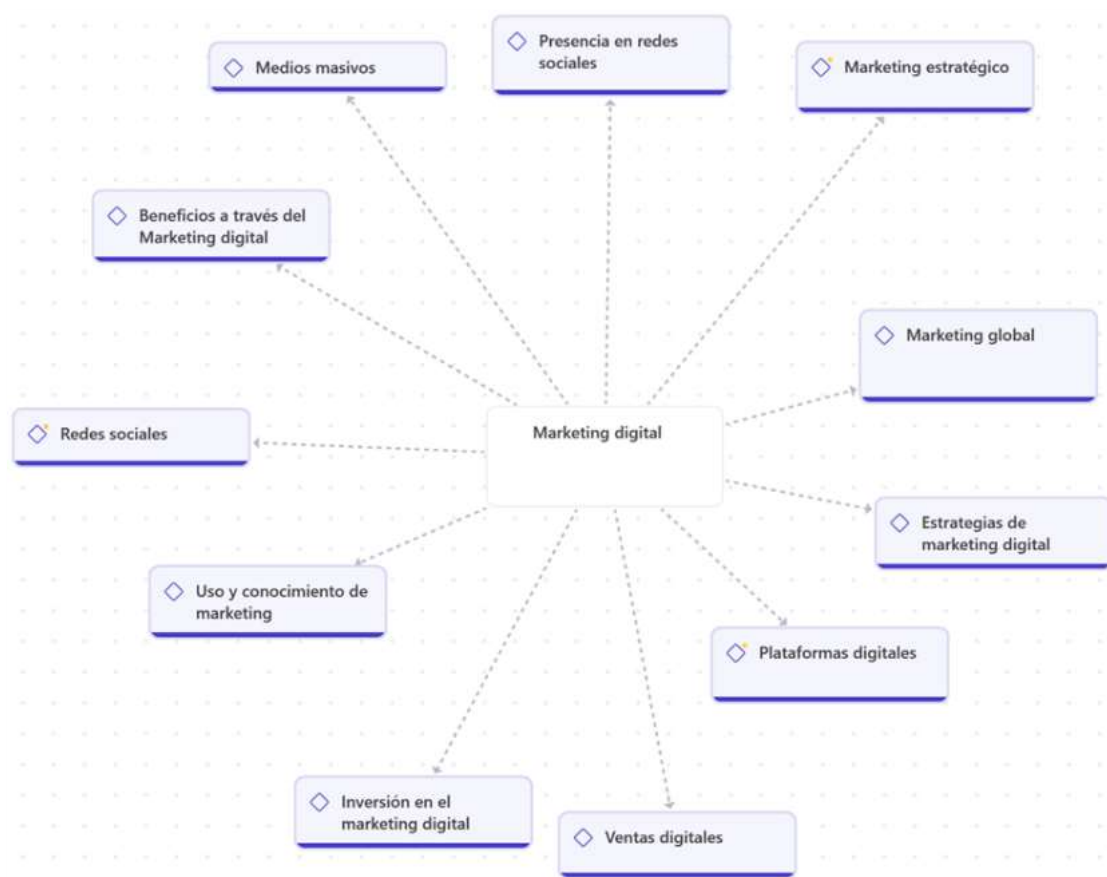


Figura 5. Red semántica de la categoría marketing digital.

Fuente. Elaboración propia con datos de las entrevistas analizadas en el Software Atlas. Ti.

En esta fase se reveló, la importancia del marketing digital, en primer lugar, está constituido por los medios masivos, que permiten a las empresas mantener activa en las redes sociales. Es decir, las acciones a través de las redes sociales que permiten el surgimiento de nuevos productos y servicios que se comercializan digitalmente, y escalan de la esfera local o regional o lo global y las dinámicas de comercio internacional, donde la digitalización juega un papel preponderante con el marketing estratégico, que se centra en la planificación de los beneficios para las empresas. De acuerdo con esta investigación y las propuestas de Cruz et al. (2025), esto tiene un impacto significativo, ya que puede funcionar, como plataforma digital para aumentar las ventas e impulsar el conocimiento de nuevos productos y servicios, es decir, ventas digitales que favorecería la competitividad de las MiPymes y el retorno económico por la inversión del marketing digital.

Los participantes identifican una relación de las MiPymes con el marketing digital como una oportunidad de transformación y aprovechamiento para impulsar marcas, nuevos negocios y digitalizar acciones en favor de la empresa. Esta postura, dentro de esta investigación, está enmarcada en la visión de Busenitz & Barney (1997), donde las empresas tienen que seguir los avances contemporáneos de la tecnología, que les ayuden a subsistir en el mercado.

d) Ventajas de la digitalización

Las ventajas de la digitalización es una categoría emergente que describe los beneficios obtenidos por la MiPymes al implementar herramientas tecnológicas. En la red semántica se observan las 10 códigos identificadas por los encuestados como ventajas de la digitalización: innovación tecnológica, sistemas de información financiera, posicionamiento de marca, ventas digitales, servicio al cliente, eficiencia, mejoramiento de la gestión, valor agregado, globalización y competitividad, las cuales se puede observar en la figura 6.

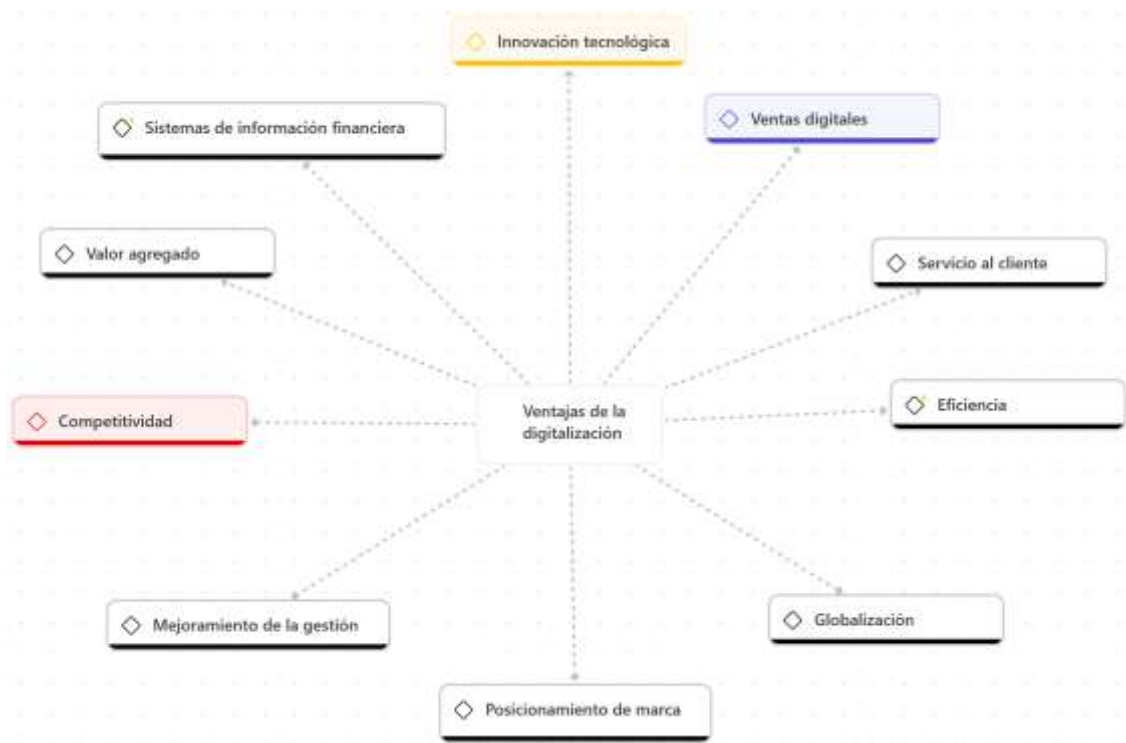


Figura 6. Red semántica de la categoría ventajas de la digitalización

Fuente. Elaboración propia con datos de las entrevistas analizadas en el Software Atlas. Ti.

Como señalan Garzoni et al. (2020), la digitalización aporta diversos beneficios a las MiPymes, destacándose las innovaciones tecnológicas. En este sentido, los entrevistados indican que, a partir de la pandemia, las herramientas digitales se han vuelto fundamentales para mejorar procesos y productos, mediante el uso de plataformas digitales, páginas web, bases de datos, sistemas de información y software, lo que ha impulsado el desarrollo de nuevas habilidades y la competitividad organizacional. Asimismo, se

identifican beneficios en áreas como el servicio al cliente y el marketing, reflejados en el incremento de ventas, el posicionamiento y la visibilidad de la marca, así como en la expansión hacia mercados globales, en concordancia con lo planteado por Al-Shaer et al. (2023). Los resultados coinciden con la revisión teórica al reconocer las plataformas digitales como herramientas accesibles que favorecen la eficiencia, el crecimiento y la captación de nuevos clientes sin requerir grandes inversiones en capacitación. También se destaca la mejora en la gestión y la reducción de costos, lo que contribuye a la generación de valor y al desarrollo de ventajas competitivas, tal como lo establecen Gaviria-Marín et al. (2021). No obstante, los entrevistados subrayan que la digitalización ha dejado de ser solo una ventaja para convertirse en un componente esencial en las empresas.

e) Barreras

Las barreras para digitalizar a las empresas MiPymes es una categoría que describe situaciones percibidas por los entrevistados que pueden reducir la adopción de tecnología. En la Figura 7 se muestra la red semántica que surge a partir de esta categoría, la cual integra los temas de inversión, personal, recursos, informalidad directivos y velocidad de evolución. La categoría de barreras no solo evidenció una falta de solidez en la gestión, sino debilidades en la estructuración de la inversión requerida para el desarrollo de las MiPymes.

Este hallazgo se sustenta teóricamente en planteamientos que señalan Barney (1986; 1991), el fortalecimiento empresarial debe orientarse a la formalización, el incremento de la inversión y la consolidación de procesos de gestión por parte del ámbito institucional. En este sentido, la inversión no debe entenderse únicamente desde una lógica utilitarista o de rentabilidad, sino desde una perspectiva social que contribuya a la reducción de problemáticas como la pobreza, la informalidad y el desempleo. Esta visión se articula con los postulados de Calix & Barrios (2025), quienes plantean que los mecanismos de competitividad de las MiPymes constituyen una base fundamental para atender y mitigar problemáticas sociales en los territorios, lo cual debe reflejarse en el diseño e implementación de políticas públicas. Los resultados de la presente investigación respaldan estos enfoques, al evidenciar que la digitalización y las estrategias impulsadas desde la política pública son factores clave para fortalecer el desarrollo local a través de las MiPymes y vencer las barreras para transitar a la digitalización y superar las debilidades estructurales del sector. Asimismo, se reconoce que las MiPymes representan una forma relevante para la reducción de desigualdades y una oportunidad para que las instituciones y el sistema político implementen acciones orientadas al crecimiento económico. En este contexto, la digitalización se posiciona como una vía estratégica de fortalecimiento; sin embargo, su implementación no puede recaer exclusivamente en los emprendedores o microempresarios. Es fundamental que los actores institucionales y políticos faciliten este proceso mediante acompañamiento, inversión y políticas que promuevan un entorno favorable para su desarrollo.

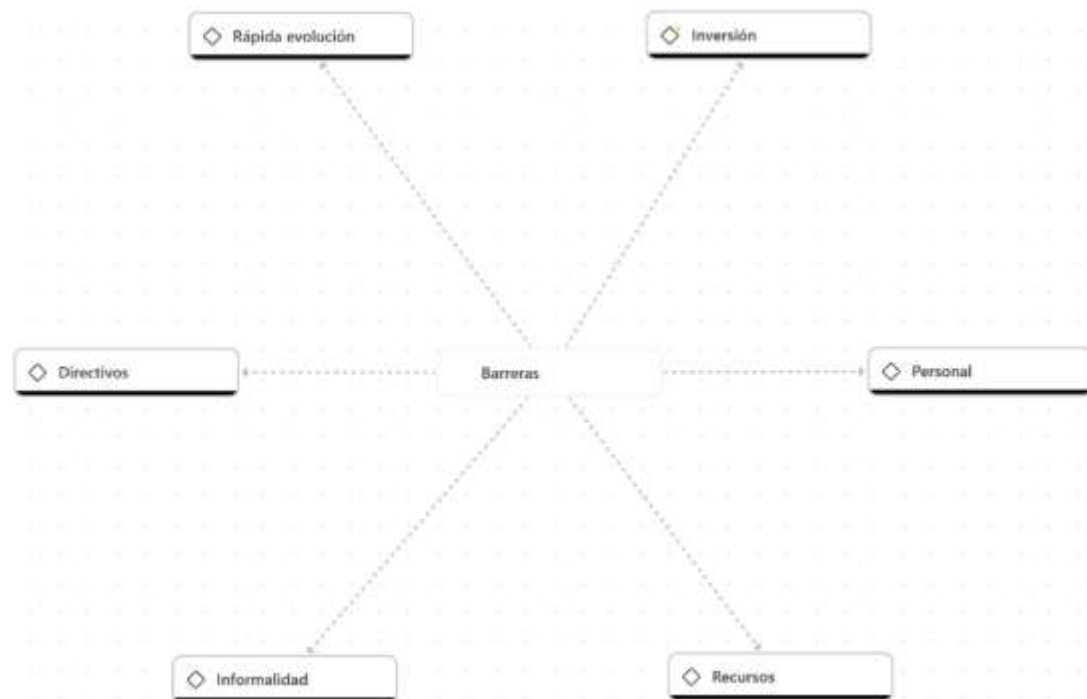


Figura 7. Red semántica de la categoría barreras

Fuente. Elaboración propia con datos de las entrevistas analizadas en el Software Atlas. Ti.

Tal como ha sido documentado previamente expuesto por Bargoni et al. (2023), las principales barreras se asocian con la disponibilidad de recursos financieros humanos y técnicos. En primer lugar, la principal barrera identificada por los actores empresariales es la inversión requerida para digitalizar procesos de la empresa, debido a la limitación de recursos financieros y es difícil que las empresas puedan tener certidumbre sobre el retorno sobre la inversión en tecnología. Además, se percibe que el monto requerido para la automatización de procesos es alto, y que estos costos pueden presentar un incremento acelerado con el tiempo. Además, también se percibe que las MiPymes tienen una subinversión en posicionamiento digital. Por lo cual, se reconoce que existe una baja inversión de investigación y desarrollo, y en consecuencia las empresas sean menos competitivas.

Por otro lado, con mejor frecuencia surgen aspectos asociados al que la digitalización genera nuevas oportunidades para que sector informal prospere, o bien, surgen nuevos modelos de negocios como la piratería que generan competencia desleal. Otro aspecto por considerar es interés de la dirección por adoptar esquemas de digitalización. Un último factor identificado es que el rápido desarrollo tecnológico dificulta que las empresas puedan adaptarse a la misma velocidad a estos cambios.

Conclusiones

La investigación cumplió con su objetivo general de identificar los elementos que constituyen la competitividad en el sector empresarial. A partir de la aplicación de la teoría fundamentada, fue posible establecer la relevancia de la inteligencia empresarial como un elemento coyuntural en el contexto contemporáneo, donde las empresas requieren anticiparse, adaptarse y reestructurar sus sistemas productivos y estrategias de marketing para mantener su posición competitiva.

Con base en lo anterior, este estudio permite plantear cinco hipótesis a posteriori. Primero, la competitividad es un proceso que se desarrolla mediante las capacidades empresariales cuando se adoptan herramientas digitales. Segundo, México mantiene una visión alejada frente a los avances en competitividad en el ámbito de las MiPymes. Tercero, las MiPymes requieren procesos de digitalización para poder competir en el mercado. Cuarto, desde la teoría fundamentada, la competitividad se observa como un elemento cohesionado del sistema empresarial. Y quinto, la digitalización permite el posicionamiento de marca, el fortalecimiento de las MiPymes y constituye una base para la toma de decisiones de los emprendedores. Estas hipótesis buscan servir como punto de partida para que futuros estudios profundicen en su análisis.

Con base en lo expuesto, el supuesto teórico se cumple. Los hallazgos evidenciaron que existe plausibilidad en que la digitalización está directamente relacionada con la competitividad y el posicionamiento de las MiPymes, así como de las marcas, productos y servicios que se desarrollan dentro de su giro económico, lo que a su vez representa una ventaja a nivel de los negocios. Sin embargo, existen limitaciones relacionadas con el acceso y la inversión necesaria para obtener la tecnología que permite digitalizar procesos; no obstante, hay elementos que pueden subsanarse desde la capacidad de los empresarios.

En consecuencia, la aplicación de la teoría fundamentada permitió identificar los contrastes entre las referencias teóricas y los patrones empíricos emergentes de los hallazgos, configurando así un cuerpo teórico que contribuye al debate contemporáneo sobre la competitividad empresarial. El contraste de la revisión de literatura con la evidencia que surge a partir de las entrevistas sugiere que la digitalización es un factor que contribuye a la competitividad de las empresas y que pueden generar ventajas competitivas sostenibles tal como lo establece la teoría de la Visión Basada en Recursos.

La competitividad es una categoría de análisis que no se debe interpretar como un elemento aislado; más bien, la conjunción de diversos factores. Esto se debe a que esta transversalidad por la digitalización que se impone en un mundo contemporáneo, donde las redes sociales y el comercio en línea son elementos que favorecen el surgimiento de las MiPymes y la posibilidad de competir en un segmento del mercado. De ahí que la competitividad desde esta investigación está influenciada por los procesos de digitalización como estrategia empresarial.

Se considera que la investigación puede ser de interés para académicos que busquen comprender el fenómeno de la digitalización desde la perspectiva de empresas de pequeño tamaño. Los empresarios y consultores pueden visualizar las ventajas que surgen a partir de la adopción de herramientas tecnológicas. Y finalmente, los hallazgos sugieren que el trabajo conjunto entre el sector público, académico y empresarial puede reducir las brechas en la digitalización del sector productivo.

Entre las limitaciones del estudio, se destaca que a pesar de que se cuenta con una muestra amplia debido al trabajo en red coordinado por FAEDPYME, las entrevistas no se enfocaron de manera exclusiva en la digitalización, por lo cual, es posible profundizar en el fenómeno de estudio en un ejercicio posterior que se enfoque de manera exclusiva en este tema. Por otro lado, la muestra utilizada para este estudio se enfoca en el caso mexicano, aun cuando se dispone de datos de otros 15 países latinoamericanos, lo cual representa una oportunidad para comparar la perspectiva de distintos contextos naciones en el tema de la digitalización. Finalmente, la investigación aborda la perspectiva sobre la digitalización, pero no profundiza en el proceso que siguen las empresas cuando deciden adoptar herramientas tecnológicas.

Otra de las limitaciones que se encontró a través de la teoría fundamentada es que en América Latina se ha dejado de analizar la competitividad desde las MiPymes. Si bien en México se ha venido desarrollando este estudio con base en abrir un parteaguas, se identifica la necesidad de seguir profundizando en materia teórica y práctica para constituir una base de desarrollo que consolide la toma de decisiones. Esta es una de las limitaciones del estudio: no llega a un proceso práctico, sino que se centra en una teorización a partir de la teoría fundamental. Ahora bien, es importante centrarse en que la competitividad debe abordarse desde niveles de análisis regional y territorial. Cada territorio tiene una particularidad, y este estudio lo plantea al señalar que solo se está analizando una de ellas, relacionada con empresas que no están agrupadas en una sola región. Por ello, es necesario mirarlás desde un enfoque de agrupamiento regional. Es decir, un conglomerado territorial permitirá examinar el uso de la política pública, su alcance y cómo el clúster empresarial se interrelaciona y dinamiza los procesos económicos para alcanzar escenarios de competitividad. Así, se podrá comprender cómo se desarrolla la competitividad en las diferentes regiones del país.

Referencias bibliográficas

- Abu Hasan, N., Abd Rahim, M., Ahmad, S. H., & Meliza, M. (2022). Digitization of business for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 7(19), 11–16. <https://doi.org/10.21834/ebpj.v7i19.3270>
- Al-Shaer, H., Albitar, K., & Liu, J. (2023). CEO power and CSR-linked compensation for corporate environmental responsibility: UK evidence. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 60(3), 1025–1063. <https://doi.org/10.1007/s11156-022-01118-z>



- Bargoni, A., Ferraris, A., Vilamová, Š., & Wan Hussain, W. M. H. (2024). Digitalisation and internationalisation in SMEs: A systematic review and research agenda. *Journal of Enterprise Information Management*, 37(5), 1418–1457. <https://doi.org/10.1108/JEIM-12-2022-0473>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Barney, J. B. (1986). Strategic Factor Markets: Expectations, Luck, and Business Strategy. *Management Science*, 32(10), 1231-1241. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.10.1231>
- Barney, J. B., Ketchen, D. J., & Wright, M. (2021). Bold Voices and New Opportunities: An Expanded Research Agenda for the Resource-Based View. *Journal of Management*, 47(7), 1677-1683. <https://doi.org/10.1177/01492063211014276>
- Barney, J. B., Ketchen, Jr., D. J., & Wright, M. (2011). The Future of Resource-Based Theory: Revitalization or Decline? *Journal of Management*, 37(5), 1299-1315. <https://doi.org/10.1177/0149206310391805>
- Barney, J. B., & Wright, P. M. (1998). On becoming a strategic partner: The role of human resources in gaining competitive advantage. *Human Resource Management*, 37(1), 31-46. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-050X\(199821\)37:1<31::AID-HRM4>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-050X(199821)37:1<31::AID-HRM4>3.0.CO;2-W)
- Busenitz, L. W., & Barney, J. B. (1997). Differences between entrepreneurs and managers in large organizations: Biases and heuristics in strategic decision-making. *Journal of Business Venturing*, 12(1), 9–30. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(96\)00003-1](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(96)00003-1)
- Calix, M. A. B., & Barrios, E. E. P. (2025). Sostenibilidad empresarial y derecho económico en Honduras: Una ruta normativa para el fortalecimiento de las MiPymes. *MLS Law and International Politics*, 4(2). <https://doi.org/10.58747/mlslip.v4i2.4524>
- Cataldo, A., Pino, G., & McQueen, R. J. (2019). Size matters: The impact of combinations of ICT assets on the performance of Chilean micro, small and medium enterprises. *Information Technology for Development*, 26(2), 292-315 <https://doi.org/10.1080/02681102.2019.1684870>
- Castillo Esqueda, C. A. (2021). Categorías emergentes que conforman a la educación familiar a partir de la hermenéusis. *Revista Científica*, 6(20), 79–91. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.20.4.79-91>
- Chege, S. M., Wang, D., & Suntur, S. L. (2019). Impact of information technology innovation on firm performance in Kenya. *Information Technology for Development*, 26(2), 316–345. <https://doi.org/10.1080/02681102.2019.1573717>
- Cruz, S. del P., Leal, J. F. V., Alejos, A. A. V., Nieto, G. O., Cervantes, L. M. C., & Olvera, J. N. M. (2025). Hábitos digitales como determinantes del consumo y la gestión Financiera: Análisis en el contexto Universitario. *Brazilian Journal of Business*, 7(2), e80097-e80097. <https://doi.org/10.34140/bjbv7n2-035>
- Fernández-Portillo, A., Sánchez-Escobedo, M. C., & Almodóvar-González, M. (2020). Análisis del impacto de la innovación, las TIC y el clima empresarial sobre los ingresos de las PYMES. *Revista Internacional de Organizaciones*, (24), 183-209. <https://doi.org/10.17345/rio24.183-209>
- Gaviria-Marin, M., Matute-Vallejo, J., & Baier-Fuentes, H. (2021). The effect of ICT and higher-order capabilities on the performance of Ibero-American SMEs. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 27(3), 414–450. <https://doi.org/10.1007/s10588-021-09333-0>
- Garzoni, A., De Turi, I., Secundo, G., & Del Vecchio, P. (2020). Fostering digital transformation of SMEs: a four levels approach. *Management Decision*, 58(8), 1543-1562. <https://doi.org/10.1108/md-07-2019-0939>
- Hisyam, A., & Fitriyah, H. (2024). Digital Marketing Strategy for MSMEs to Increase Competitiveness of Local Products: *Indonesian Journal of Cultural and Community Development*, 15(3), 3. <https://doi.org/10.21070/ijccd.v16i1.1148>
- Kwarteng, M. A., Ntsiful, A., Plata Diego, L. F., & Novák, P. (2024). Extending UTAUT with competitive pressure for SMEs digitalization adoption in two European nations: A multi-group analysis. *Aslib Journal of Information Management*, 76(5), 842-868. <https://doi.org/10.1108/AJIM-11-2022-0482>
- Li, Z. (2025). Exploration of Marketing Strategies for Enterprise Management from a Global Perspective. *Accounting, Auditing and Finance*, 6(1), 16-20. <https://doi.org/10.23977/accaf.2025.060103>
- Martínez-Peláez, R., Escobar, M. A., Félix, V. G., Ostos, R., Parra-Michel, J., García, V., ... & Mena, L. J. (2024). Sustainable digital transformation for SMEs: A comprehensive framework for informed decision-making. *Sustainability*, 16(11), 4447. <https://doi.org/10.3390/su16114447>
- Oviedo Pino, J. I., Vargas García, L. M., Gómez López, J. M. (2024). Categorización y clasificación de tecnologías de la información desde la visión basada en recursos. *Estudios Gerenciales*, 40(173), 477-489. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2024.173.6780>

- Porras Sandoval, M. I., Solano Rosales, G. F., Rincón Montero, R. I., Rodríguez Zúñiga, M. A., & Pérez Esparza, E. (2025). Transformación Digital en las PyMEs Mexicanas: Un Paradigma Emergente de la Inteligencia Artificial para la Competitividad Empresarial. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 9(2), 389-406. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16847
- Quincha Risco, G. V., & Espinosa Galarza, M. O. (2025). El Impacto de la Inteligencia Artificial en la Transformación del Comercio Internacional: Una Revisión Bibliográfica. *Revista Veritas de Difusión Científica*, 6(3), 1715-1740. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i3.1014>
- Rachmiani, R., Ahmada, N. H., & Darusman, D. (2025). Optimization of Digital Technology Utilization in Marketing Strategy Development to Enhance the Competitiveness of MSME Products. *International Journal of Management Science and Information Technology*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.35870/ijmsit.v5i1.3648>
- Ramírez Cortés, V., Hernández Bonilla, B. E., Sandoval Trujillo, S. J. (2025). La gerencia estratégica como base estructural en la sostenibilidad y competitividad de las MiPymes. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 16(31). <https://doi.org/10.23913/ride.v16i31.2619>
- Santos-Jaén, J. M., Gimeno-Arias, F., León-Gómez, A., & Palacios-Manzano, M. (2023). The Business Digitalization Process in SMEs from the Implementation of e-Commerce: An Empirical Analysis. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 18(4), 1700-1720. <https://doi.org/10.3390/jtaer18040086>
- Solís-Lozano, J. A. S. (2026a). Perspectiva Territorial de la Competitividad en México (2016–2025): Estabilidad, Centralismo y Desigualdades. *Prisma ODS: Revista Multidisciplinaria sobre Desarrollo Sostenible*, 5(1), 310-330. <https://doi.org/10.65011/prismaods.v5.i1.169>
- Solís-Lozano, J. A. (2026b). El Nearshoring Como Factor para la Gestión de la Competitividad del Estado de Querétaro. *Ibero Ciencias - Revista Científica y Académica*, 5(1), 1741-1758. <https://doi.org/10.63371/ic.v5.n1.a771>
- Teece, D. J. (2018). Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world. *Research policy*, 47(8), 1367-1387. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.015>
- Torres Garza, A. R., Carrera Sánchez, M. M., & Partida Puente, A. (2021). Factores que influyen en las MiPyMES en tiempos de Covid-19. *Vinculatégica*, 7(1). <https://doi.org/10.29105/vtga7.1-87>
- Vavura, N. M. (2022). Digitalization of SMEs – pilot study on status, reasoning, and perception in a developing economy. In *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 16(1), 545–555. <https://doi.org/10.2478/picbe-2022-0052>
- Yupanqui Lima, T. N., Haro-Zea, K. L., & Díaz Saavedra, R. A. (2024). Digital marketing and customer orientation as predictors of sustainability in tourism SMEs. *Innovative Marketing*, 20(1), 160–171. [https://doi.org/10.21511/im.20\(1\).2024.14](https://doi.org/10.21511/im.20(1).2024.14)
- Zahoor, S., & Mir, R. N. (2021). Resource management in pervasive Internet of Things: A survey. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 33(8), 921-935. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.08.014>
- Zhang, X., Xu, Y., & Ma, L. (2022). Research on Successful Factors and Influencing Mechanism of the Digital Transformation in SMEs. *Sustainability*, 14(5), 2549. <https://doi.org/10.3390/su14052549>
- Zein, A. W., Alif, M., Nasution, R. P., Laksono, A., & Harun, F. R. N. (2025). Peran Digitalisasi dalam Meningkatkan Daya Saing UMKM Kota Medan pada Kebijakan PemKot [The Role of Digitalization in Increasing the Competitiveness of Medan City's MSMEs in City Government Policies]. *OPTIMAL Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 5(2), 2. <https://doi.org/10.55606/optimal.v5i2.5816>

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.8>

How to Cite:

Silgado-Tuñón, D.A., Barrios Mercado, J.C., & Montelongo Aguilar, O. (2026). Comprensión conceptual de Sistemas de Ecuaciones Lineales en secundaria: una propuesta didáctica con GeoGebra. *Amazonia Investiga*, 15(87), 93-105. <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.8>

Comprensión conceptual de Sistemas de Ecuaciones Lineales en secundaria: una propuesta didáctica con GeoGebra

Conceptual understanding of systems of Linear Equations in secondary education: a didactic proposal using GeoGebra

Received: May 20, 2026

Accepted: June 30, 2026

Written by:

Denilson Andrés Silgado-Tuñón¹<https://orcid.org/0009-0005-7098-5073>**José Camilo Barrios Mercado²**<https://orcid.org/0009-0003-7082-2261>**Ofelia Montelongo Aguilar³**<https://orcid.org/0000-0001-5340-2140>

Resumen

El presente estudio muestra una propuesta de enseñanza orientada a fortalecer la comprensión de los Sistemas de Ecuaciones Lineales (SEL) en estudiantes de secundaria mediante el uso de GeoGebra, desde los marcos teóricos de la teoría de los registros semióticos de Duval y el Ciclo ACE derivado de la teoría APOE. Se diseñó e implementó una secuencia didáctica con actividades centradas en la conversión entre registros algebraico y geométrico, aplicadas a un grupo de 48 estudiantes de una Escuela Secundaria de México. El análisis de los resultados pone en evidencia que el uso de la herramienta digital GeoGebra sí logra que los estudiantes visualicen geométricamente la solución de un SEL, y esto favorece a la comprensión de los tipos de soluciones de las ecuaciones cuando; una solución única significa intersección de dos rectas en un punto, infinitas soluciones son dos rectas coincidentes y no tiene solución cuando dos rectas que no se tocan en ningún punto. Los estudiantes al lograr resolver esto algebraicamente y analizar geométricamente mostraron fortalecimiento de sus habilidades de razonamiento, argumentación y razonamiento lógico. Se concluye que la combinación tecnológica con temas matemáticos es un recurso fundamental para mejorar la

Abstract

This study presents a teaching proposal aimed at strengthening secondary school students' understanding of Systems of Linear Equations (SLE) using GeoGebra software, based on Duval's Theory of Semiotic Representation Registers and the ACE Cycle derived from APOS Theory. A didactic sequence was designed and implemented, consisting of activities focused on the conversion between algebraic and geometric representations. The proposal was applied to a group of 48 students from a secondary school in Mexico. The analysis of the results shows that the use of the digital tool GeoGebra enables students to visualize geometrically the solutions of a SLE, thereby enhancing their understanding. Students were able to recognize that a unique solution corresponds to the intersection of two lines at a single point, infinitely many solutions correspond to coincidence lines, and no solution corresponds to two lines that never intersect. By solving these systems algebraically and analyzing them geometrically, students demonstrated improvements in their reasoning, argumentation, and logical thinking skills. It is concluded that the integration of technology with mathematical topics is a fundamental resource for improving the teaching

¹ Maestro-Investigador de la Institución Universitaria de Barranquilla. Grupo de investigación sobre el uso de la IA para enseñanza aprendizaje de las matemáticas por la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. E-mail: denilson.silgado@uaz.edu.mx

² Maestro-Investigador en Matemática Educativa, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. E-mail: camilo19981215@gmail.com

³ Doctora-Investigadora de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. E-mail: omaguilar_m@hotmail.com



enseñanza y el aprendizaje del Álgebra Lineal en el nivel de secundaria.

and learning of SLE at the secondary education level.

Palabras clave: Matemáticas, geometría, enseñanza y formación, resolución de problemas, educación secundaria.

Keywords: Mathematics, geometry, teaching and training, problem solving, secondary education.

Introducción

Los SEL constituyen un contenido fundamental del Álgebra escolar y una base importante para el aprendizaje posterior del Álgebra Lineal en el nivel universitario. Sin embargo, aunque existen numerosos estudios y tesis centrados en la enseñanza de los SEL en educación superior, la investigación orientada específicamente al nivel secundario continúa siendo limitada. En los libros de texto escolares, predomina un enfoque centrado en la mecanización de métodos de resolución, dejando en segundo plano la reflexión conceptual sobre cuándo un sistema tiene solución única, infinitas soluciones o no tiene solución. En este sentido, Smith et al. (2022) señalan la escasez de investigaciones relacionadas con las concepciones de los estudiantes acerca de la naturaleza de las soluciones de los SEL.

Diversos autores han documentado esta problemática en la enseñanza del álgebra escolar. Ballén (2012), Figueroa (2013), Anaya-Puebla (2020) y Hernández (2021) coinciden en destacar la falta de énfasis en la resolución comprensiva de problemas relacionados con los SEL, situación que afecta el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes. Asimismo, estos autores identificaron las dificultades a la hora de representar un conjunto solución y la representación geométrica de un SEL. Por otra parte, Tashtoush et al. (2023) demostraron que algunos estudiantes tienen dificultades para relacionar la representación algebraica con la geométrica de un SEL. Además, León et al. (2024) encontraron que incluso algunos futuros profesores de matemáticas realizan conexiones simples entre estas representaciones. Así, Henríquez-Rivas & Verdugo-Hernández (2024) sostienen que si se aplican ejemplos en las actividades de Álgebra puede promoverse una mejor comprensión de dicha asignatura.

Recientemente, se han realizado investigaciones que ponen de manifiesto la necesidad de plantear nuevas estrategias de enseñanza para el nivel de secundaria para la enseñanza de los SEL. Martín et al. (2024) mostraron que algunos estudiantes comprenden los SEL de una forma mecánica, y no debido a esto no logran una relación entre la representación algebraica y la geométrica. Por consiguiente, Sansyzybayeva et al. (2024) proponen estrategias que incluyan ecuaciones, inecuaciones y sistemas para fomentar que los estudiantes logren argumentar mejor sus respuestas e interpretación de un ejercicio matemático. Asimismo, Nugroho & Septianisha (2024) evidenciaron que el uso de GeoGebra dentro de un enfoque STEM provoca una mejoría en las habilidades de representación geométrica y razonamiento matemático. De manera similar, Deogratias (2022) propuso un método al que denominó cruce para favorecer la visualización geométrica entre los coeficientes y las soluciones, mientras que Setyowati & Wijaya (2025) demostraron que la enseñanza personalizada basada en Educación Matemática Realista fortalece la competencia matemática y la autoconfianza de los estudiantes.

Uno de los inconvenientes que presentan las dificultades descritas anteriormente es que esto puede afectar futuramente el desempeño del aprendizaje universitario. Arjudin et al. (2020) confirmaron que los estudiantes presentan problemas en la resolución de tareas relacionadas con la asignatura de Álgebra Lineal y recomiendan utilizar estrategias educativas que tengan por objetivo promover una comprensión profunda de los conceptos del Álgebra. En esta misma línea de investigación, Hernández (2021) señala que, en secundaria pueden establecerse objetivos relacionados con la resolución de SEL de dos incógnitas, pero la comprensión del conjunto solución de estos sistemas se aborda de forma muy superficial. Tatira (2023) añade que comprender el contexto y el significado de un conjunto solución es algo esencial para el aprendizaje del Álgebra Lineal. Por ello, muchos estudiantes, al llegar a la universidad y enfrentarse a estos problemas algebraicos, no logran identificar correctamente las propiedades estructurales del conjunto solución. Para atender esta problemática contemporánea, este estudio plantea una alternativa pedagógica mediada por tecnología para el nivel básico.

Objetivo del estudio

El objetivo de esta investigación es mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes de nivel secundaria en la resolución del conjunto solución de los SEL en dos variables, mediante el uso de una

propuesta didáctica basada en la teoría de representaciones semióticas de Duval, el enfoque de la teoría APOE y su ciclo ACE, integrando como herramienta tecnológica el software GeoGebra para que los estudiantes comparen la solución algebraica con la geométrica. Asimismo, se analizó cómo los estudiantes comprenden la relación de este tipo de representaciones (algebraico y geométrico) cuando el sistema de ecuaciones tenga única solución, infinitas soluciones o no tenga solución.

Marco Teórico

La teoría APOE (Action, Process, Object, Schema), propuesta por Dubinsky (1991), explica la construcción del conocimiento matemático a través de cuatro niveles: acción, proceso, objeto y esquema. Como estrategia de implementación, el ciclo ACE (Activities, Classroom Discussion and Exercises) organiza el aprendizaje mediante actividades, discusión en clase y ejercicios, favoreciendo la comprensión conceptual (Kú, 2007). En esta investigación, el ciclo ACE fundamenta el diseño de la secuencia didáctica para promover el aprendizaje de los SEL con el apoyo de GeoGebra.

Este estudio se basa en la Teoría de los Registros Semióticos de Duval (1993, 1999, 2017, 2018), la cual concibe el pensamiento matemático como la coordinación entre varios sistemas de representación. Desde esta perspectiva, la comprensión de algún objeto matemático no depende necesariamente de la manipulación de símbolos, sino de la capacidad de relacionar distintos tipos de registros.

Definición funcional: Un registro de representación es un sistema organizado de signos, en el cual podemos operar, también podemos explorar este y comunicarlo como un concepto matemático.

Definición estructural: Este marco explica que la actividad matemática se compone de dos tipos de transformaciones semióticas: *Los tratamientos que se realizan dentro de un mismo registro y las conversiones, que implican cambiar de un registro a otro pero utilizando el mismo objeto matemático.*

Lo central en la comprensión matemática son las *conversiones*, es decir el paso de una representación a otra, ya que requieren identificar correspondencias entre los contenidos que se encuentran en diferentes representaciones. Aunque los tratamientos suelen ser mecánicos, estas conversiones exigen procesos de nivel cognitivo más complejos debido a que se deben coordinar varios conceptos entre distintos registros.

Así, las decisiones que un estudiante toma al resolver una situación matemática dependen de los registros de representación que moviliza y de su capacidad para realizar tratamientos y conversiones entre ellos. Estas transformaciones permiten seleccionar información relevante y construir interpretaciones más profundas de los objetos matemáticos (Duval, 2018). En otras palabras, hacen posible la comprensión conceptual.

En el caso de los SEL, la conversión entre el registro algebraico y el registro geométrico permite interpretar la naturaleza de las soluciones del sistema: solución única (rectas secantes), infinitas soluciones (rectas coincidentes) o no tiene solución (rectas paralelas). Sin embargo, Sandoval & Possani (2016) distingue que es importante que los estudiantes realicen estas conversiones, especialmente para pasar de un registro a otro.

GeoGebra actúa como mediador tecnológico al facilitar la coordinación entre registros de representación. Su integración permite representar simultáneamente expresiones algebraicas y representaciones gráficas en el plano cartesiano, favoreciendo procesos de exploración, visualización y validación matemática (Hall & Chamblee, 2013; Juandi et al., 2021).

Este estudio analiza la manera en la que los estudiantes resuelven un SEL y coordinan registros de representación semiótica en el proceso de solución de estos sistemas. Centrándonos particularmente en los cambios de representación algebraicos y geométricos como indicadores de comprensión conceptual.

Metodología

Este estudio utiliza una metodología basada en tres fases derivadas del ciclo ACE de la teoría APOE (Asiala et al., 1997; Vizcaino, 2003), con un diseño de intervención didáctica donde también, utilizamos la tecnología como recurso educativo para la mejora del aprendizaje algebraico en secundaria (Sandoval & Possani, 2016; Drijvers et al., 2016).

Participantes: La prueba se aplicó a un grupo de 48 estudiantes de segundo grado de secundaria de una Escuela Secundaria de Zacatecas, México. Los estudiantes tenían edades entre 13 y 15 años, y habían cursado previamente contenidos de Álgebra Básica, incluyendo ecuaciones lineales con una variable. No habían recibido instrucción formal sobre SEL con dos variables antes de la intervención. Se seleccionaron tres estudiantes al azar (dos mujeres y un hombre, identificados como E1, E2 y E20) para participar en entrevistas semiestructuradas que permitieron profundizar en sus procesos de pensamiento y comprensión conceptual.

Instrumentos y materiales: Los materiales principales fueron: (a) una secuencia didáctica de cinco sesiones diseñada por los investigadores, fundamentada en la teoría de los registros semióticos de Duval y el Ciclo ACE; (b) el software GeoGebra (versión 6.0) instalado en computadoras del laboratorio de cómputo de la escuela; (c) guías de trabajo impresas para cada sesión; y (d) un protocolo de entrevista semiestructurada con seis preguntas orientadas a explorar las concepciones sobre los tipos de solución, la transición entre registros de representación y el impacto del uso de GeoGebra.

Procedimiento: La implementación se organizó en cinco sesiones de 90 minutos cada una, distribuidas a lo largo de tres semanas:

Fase 1: Actividades de exploración (A). Las sesiones 1 y 2 se desarrollaron en el centro de cómputo para garantizar el acceso al software GeoGebra. Los estudiantes, organizados en parejas, exploraron la relación funcional entre las ecuaciones lineales y su representación gráfica. Las actividades diseñadas priorizaron la conversión entre el registro algebraico y el geométrico, haciendo especial énfasis en la identificación estructural de los tres tipos de soluciones posibles.

Fase 2: Discusión en clase (C). Las sesiones 3 y 4 se desarrollaron en el aula de clases. Los estudiantes discutieron primero entre ellos sus hallazgos. Luego, lo hicieron saber para toda la clase, después el profesor realizó la formalización del saber explicando cómo se conectan las experiencias tecnológicas con el lenguaje algebraico formal.

Fase 3: Ejercicios de consolidación (E). La sesión 5 combinó trabajo individual y en parejas, donde los estudiantes analizan el conjunto solución de un SEL según los resultados obtenidos algebraicamente y las gráficas arrojadas por GeoGebra y de esta manera promoviendo el cambio de representación entre los registros algebraico y geométrico.

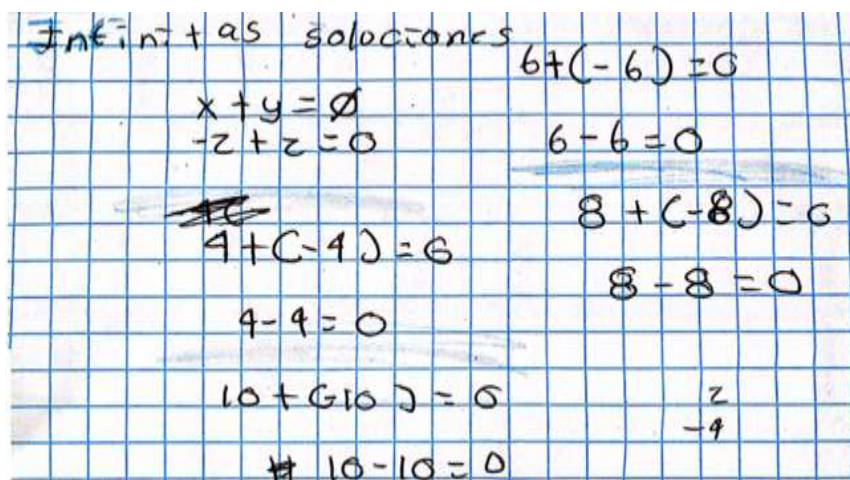
Las entrevistas semiestructuradas se realizaron al terminar la sesión 5, con una duración aproximada de 20 minutos cada una. Las preguntas tenían la intención de que los estudiantes analizaron los cambios de representación acorde al conjunto solución de los SEL, para ellos se les preguntaba sobre el conjunto solución, el significado de la intersección de rectas, relación entre el conjunto solución dado de manera gráfica y algebraica y viceversa, la utilidad que les dio el software GeoGebra, que método preferían usar para resolver un sistema y diferencias entre resolver de manera escrita y de manera tecnológica.

Análisis de datos: El análisis fue cualitativo y se centró en: a) Las producciones realizadas por los estudiantes durante todas las sesiones, tanto físicas como digitales, b) el análisis de lo descrito por los estudiantes en las entrevistas semiestructuradas, c) las notas de campo de los entrevistadores. Se empleó el análisis de contenido temático (Borji et al., 2018), para identificar patrones en los razonamientos, dificultades conceptuales y avances en la comprensión de los SEL. Las transcripciones se realizaron con la ayuda del software Whisper que realiza reconocimiento automático de voz. Y el análisis preliminar se sistematizó con el apoyo de herramientas de procesamiento de texto, pero sin salirse de la interpretación de los investigadores en todas las etapas, como la implementación de Silgado-Tuñón et al. (2025a).

Resultados y Discusión

Esta investigación tuvo el propósito de analizar cómo el uso de estrategias didácticas sostenidas con las representaciones semióticas (algebraica y geométrica) y la tecnología pueden favorecer la comprensión en los estudiantes en la resolución de los SEL. En este apartado, se presentan y discuten los hallazgos relevantes encontrados en la implementación de las actividades, esto articulando con el marco teórico y con investigaciones previas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de los SEL. Los avances ponen de manifiesto los avances significativos en la comprensión de los estudiantes en la resolución e interpretación de los SEL, así como su capacidad para relacionar distintos tipos de representaciones matemáticas.

La primera actividad tenía como finalidad explorar qué conocimientos tenían los estudiantes acerca de lo que es un conjunto solución de un SEL en este caso de dos variables. Para ello, se plantearon las ecuaciones $x + y = 0$ y $0x + 0y = 2$. La selección de estas expresiones permitió observar dicha interpretación que tenían los estudiantes acerca de la solución de un SEL cuando este tiene infinitas soluciones o no tiene solución. Este momento inicial permitió evaluar cómo los estudiantes logran utilizar métodos de solución para un sistema y cómo interpretan el conjunto solución de este, todo esto antes de trabajar formalmente los SEL (figura 1).



Handwritten student work on grid paper showing solutions for the system $x + y = 0$ and $0x + 0y = 2$. The student lists several pairs (x, y) and verifies them by substituting into the first equation, resulting in $0 = 0$. The pairs listed are $(6, -6)$, $(8, -8)$, $(10, -10)$, and $(4, -4)$. The student also writes "Infinitas soluciones" at the top.

Figura 1. Respuesta del estudiante E4.

Fuente. Elaboración propia a partir de la producción escrita del estudiante E4.

La respuesta del estudiante E4 pone de manifiesto que tiene una comprensión inicial adecuada de un sistema que tiene infinitas soluciones. El estudiante propuso diferentes pares ordenados, como $(6, -6)$, $(8, -8)$ y $(10, -10)$, verificando que todos satisfacen la ecuación. Además, al final de su hoja al terminar el procedimiento dejó por escrito la expresión "infinitas soluciones", lo que indica que este estudiante tiene claro que existen infinitos pares ordenados que satisfacen esta ecuación. Este resultado es importante ya que muestra que el estudiante no se quedó solo con el resultado de $0 = 0$, sino que fue más allá dándole distintos valores a x e y para demostrar que esa igualdad significa que es un sistema con infinitas soluciones, esto muestra una interpretación que no es netamente mecánica y desde las perspectiva de Raymond Duval, este proceso implica la articulación de dos registros el algebraico y el numérico, permitiendo al estudiante reconocer relaciones invariantes dentro de la expresión algebraica.

De manera similar, la estudiante E10 respondió correctamente a la ecuación $x + y = 0$, proponiendo diversos pares ordenados como $(-1, 1)$, $(-2, 2)$, $(-60, 60)$ y $(-1857, 1857)$. Estos ejemplos utilizados por la estudiante dan a entender que comprende el significado de la igualdad condicionada, es decir, reconoce que se necesitan dos números que la sumarse o restarse estos deben dar como resultado $0 = 0$ para satisfacer la ecuación. La estudiante incluso en su hoja de trabajo no describe la expresión "infinitas soluciones", lo que sugiere una respuesta correcta del conjunto solución, refiriéndose a que existen infinitos pares ordenados que satisfacen la ecuación. Posteriormente, ante la ecuación $0x + 0y = 2$, respondió "no hay soluciones", reconociendo que la igualdad $0 = 2$, constituye una contradicción imposible de satisfacer. Estos resultados muestran que algunos estudiantes inicialmente si interpretan correctamente el significado del conjunto solución de un SEL, aunque todavía resuelvan de cierta forma numérica y mecánica concreta (figura 2).

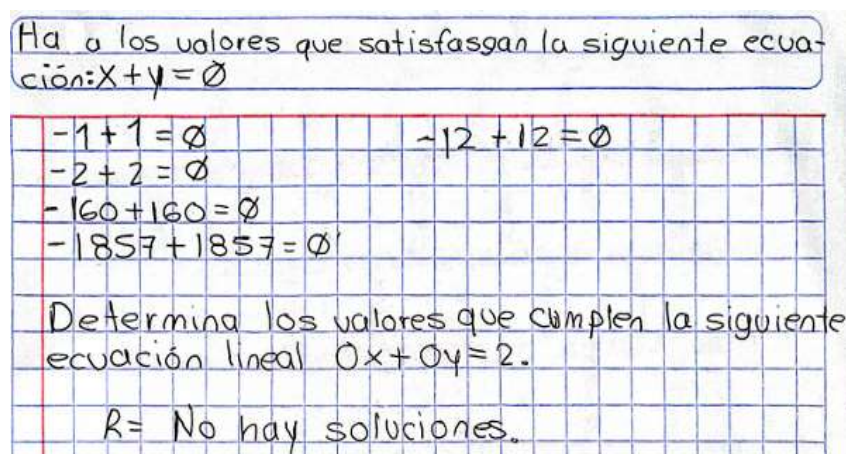


Figura 2. Respuesta de la estudiante E10

Fuente. Elaboración propia a partir de la producción escrita del estudiante E10.

Estos resultados se relacionan con lo planteado por Martín et al. (2024), quienes señalan que algunos estudiantes interpretan las ecuaciones como algo que solo requiere procedimientos operativos y no como relaciones matemáticas con un significado conceptual. Sin embargo, los estudiantes de esta investigación al principio mostraron un razonamiento estructural, especialmente cuando identificaron relaciones entre la solución del sistema y la demostración numérica de ese mismo. En resumen, es importante porque se evidencia que, incluso antes de abordar formalmente los SEL, algunos estudiantes logran mostrar que cuentan con una interpretación conceptual si se les presentan tareas de este tipo orientadas a la explotación e interpretación matemática.

Posteriormente, se desarrolló la segunda actividad ya profundizando en la comprensión de diferentes tipos de soluciones que tienen los SEL: única solución, infinitas soluciones o no tiene solución. En esta fase se utilizó GeoGebra como herramienta tecnológica de apoyo didáctico. Con el objetivo principal de que los estudiantes relacionen las representaciones algebraicas con las geométricas de los SEL favoreciendo el significado del conjunto solución desde dos perspectivas: la escrita y la gráfica.

En este orden de ideas, los estudiantes observaron durante las explicaciones del docente como dos rectas se cruzan en un punto, como otras comparten todos los puntos, es decir, una encima de la otra y como otras no se encuentran en ningún punto en forma. El uso de GeoGebra permitió a los estudiantes visualizar esto, y además como la manipulación de los coeficientes de las variables alteraba la posición de las rectas en el plano cartesiano. Por consiguiente, el tipo de solución del sistema de forma gráfica. Esta experiencia resultó relevante porque ayudó a que los estudiantes vieran como se pasa de un registro a otro y cómo se relacionan esto y que aunque esté representados de distintas formas llegan al mismo conjunto solución (figura 3).



Figura 3. Explicación del maestro de la actividad 2

En este sentido, la estudiante E2 resolvió correctamente el sistema:

$$2x - y = 4x + 3y = 6$$

La estudiante resolvió adecuadamente el sistema utilizando el método de reducción y luego el de sustitución para encontrar el valor de la otra incógnita, con ello llegó a que el sistema tenía una única solución. Posteriormente, con ayuda del software GeoGebra confirmó gráficamente que su respuesta era correcta y además, explicó al grupo que las rectas se encontraban en único punto, y este punto es específicamente la respuesta que ella halló utilizando el método algebraico de reducción. Este desempeño evidencia que logró relacionar el tratamiento algebraico con la interpretación geométrica del sistema, comprendiendo que una solución única corresponde al punto donde ambas rectas se cruzan (figura 4).

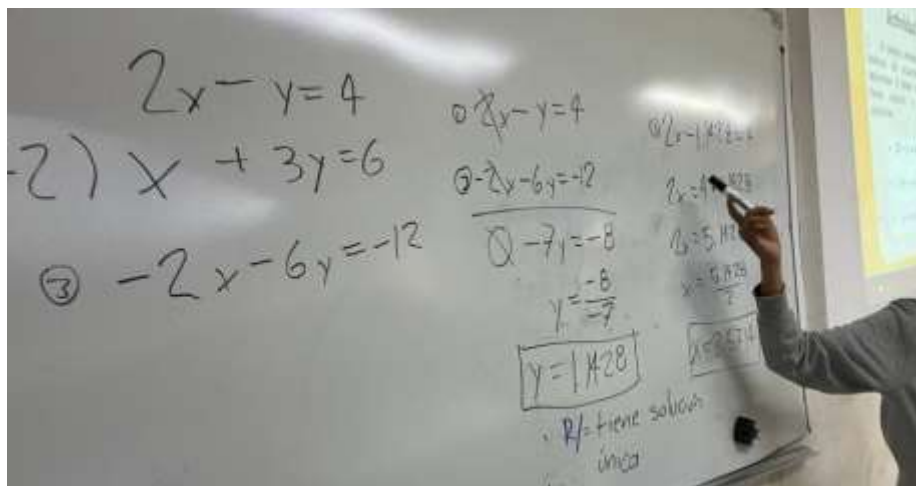


Figura 4. Respuesta de la estudiante E2.

Este hallazgo coincide con las investigaciones de León et al. (2024), quienes afirman que los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda de los SEL cuando trabajan simultáneamente con representaciones algebraicas y gráficas. Asimismo, refuerza los planteamientos de Raymond Duval acerca de la necesidad de coordinar diferentes registros para construir significado matemático. La estudiante no solo resolvió correctamente el sistema, sino que también logró justificar e interpretar visualmente el resultado obtenido.

Por otra parte, la estudiante E1 trabajó con el sistema:

$$x + y = 4; x + y = 6$$

Al aplicar el método de reducción obtuvo la contradicción $0 = -2$, concluyendo correctamente que el sistema no tiene solución. Además, al escribir este sistema en GeoGebra, obtuvo gráficamente dos rectas paralelas, a lo que ella dijo que al no tener solución, lógicamente no existe un punto o puntos donde se toquen. Esta respuesta brindada por la estudiante E1 manifiesta una interpretación adecuada de lo que sucede algebraica y geoméricamente, lo que podemos notar una relación adecuada entre estos dos registros, desde la interpretación de la inconsistencia encontrada algebraicamente hasta las dos rectas paralelas observadas gráficamente.



Figura 5. Respuesta del estudiante E1.

Esta forma de pensar de los estudiantes resulta relevante ya que están dejando de lado la forma tradicional de responder ejercicios matemáticos a través de algoritmos. Según Sandoval & Possani (2016) señalan que algunos estudiantes memorizan procedimientos sin comprender el significado de las soluciones obtenidas al resolver. En cambio, el estudiante E1 según los resultados logró construir una interpretación conceptual del sistema, apoyándose en los resultados obtenidos algebraica y gráficamente.

La última actividad a través de la entrevista semiestructurada permitió profundizar en los procesos de razonamiento de los estudiantes. Uno de los casos que encontramos más relevantes fue el del estudiante E2, quien trabajó con el sistema:

$$2x - y = 4; 4x - 2y = 8$$

El estudiante aplicó correctamente el método de reducción y la final de esto llegó a la resolución del ejercicio encontrándose con una igualdad de $0 = 0$, por lo cual argumentó al final del ejercicio por escrito que es un sistema que tiene infinitas soluciones. Sin embargo, lo más significativo sucedió fue cuando relacionó este resultado con la representación gráfica de dos rectas que están encimadas. Durante la entrevista expresó que las rectas “poseen los mismo puntos”, dándonos a entender que son ecuaciones que pueden representar una misma recta.

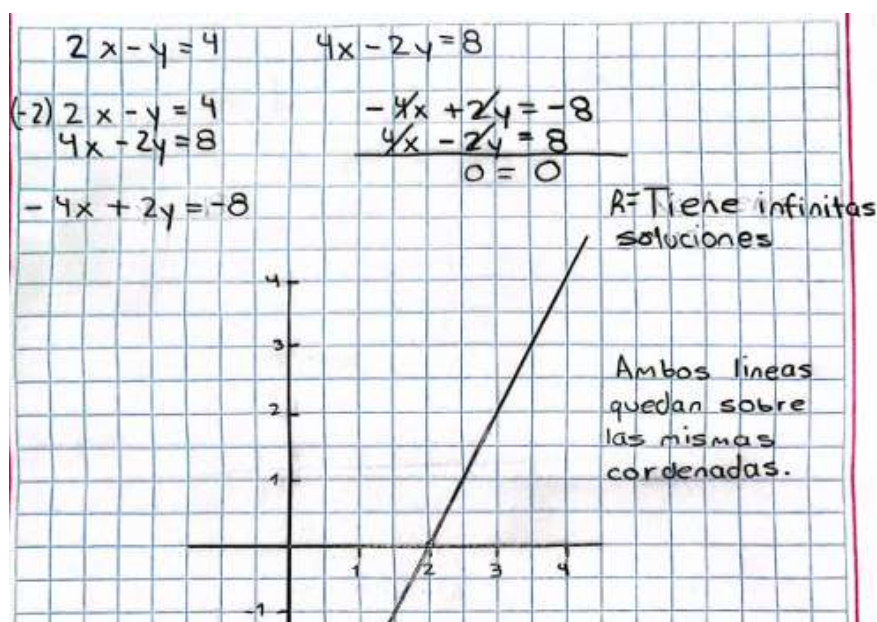


Figura 7. Respuesta del estudiante E2.

Fuente. Elaboración propia a partir de la producción escrita del estudiante E2.

Este resultado brindado por el estudiante E2 evidencia que logró construir una comprensión conceptual del significado de un conjunto solución que tiene infinitas soluciones, dejando de lado una resolución algorítmica. Además, el uso de GeoGebra desempeñó un papel fundamental al permitirle a los estudiantes visualizar de manera gráfica las soluciones de un SEL. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Nugroho & Septianisha (2024), quienes sostienen que las herramientas tecnológicas ayudan a favorecer las habilidades de representación matemática y el razonamiento visual.

De igual manera, la estudiante E1 al resolver un sistema que no tiene solución interpretó correctamente que la contradicción $3 = 0$, gráficamente significa que son rectas que no tienen ni un punto en común, dicho por la estudiante de la forma “son rectas que no se tocan, son paralelas”. Esta respuesta es significativa porque el estudiante da evidencia de que logra establecer una conexión entre un resultado algebraico con su resultado gráfico. Además, durante la entrevista el estudiante explicó que “para que un sistema tenga solución las rectas deben tocarse en algún punto”, mostrando una apropiación del tema ya que muestra una comprensión conceptual del significado geométrico de un conjunto solución.

Otro hallazgo importante, se evidenció cuando la estudiante resolvió el sistema:

$$x + 3y = 7 \quad 2x - y = 2$$

La estudiante resolvió correctamente de manera algebraica el sistema obteniendo una solución aproximada de (1.714) y luego validó su resultado utilizando GeoGebra. Sin embargo, presentó dificultades para graficar manualmente soluciones decimales sin el apoyo del software. Este resultado pone de manifiesto tanto las ventajas como las limitaciones del uso de una herramienta digital en el aula. Por un lado, esta herramienta facilita procesos de visualización y validación matemática; por otro, también hace notar la necesidad de fortalecer habilidades de representación manual.

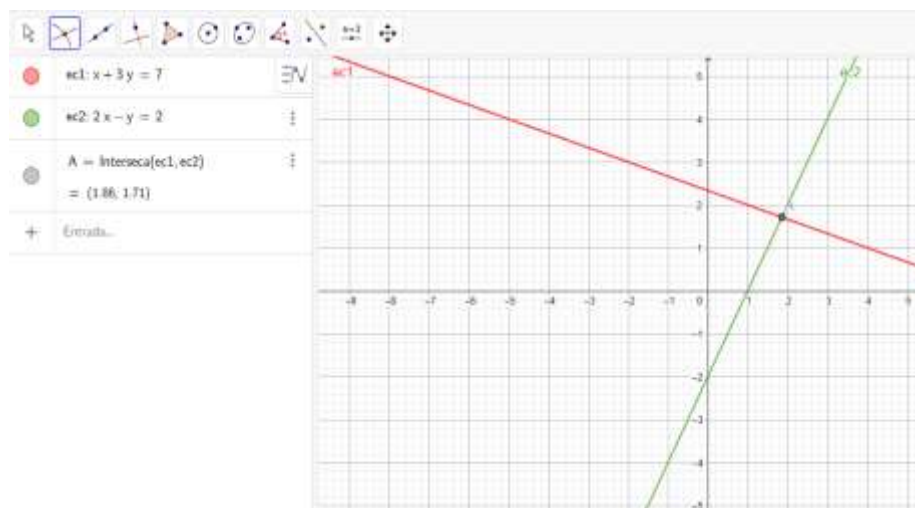


Figura 8. Respuesta de la estudiante E1.

Por otro lado, en el caso del estudiante E20 se pudo identificar otra situación importante. Aunque resolvió correctamente un sistema el cual tiene infinitas soluciones llegando a la igualdad de $0 = 0$, inicialmente no logró interpretar geoméricamente el resultado, es decir, no logra entender el significado gráfico del porque un sistema tiene infinitas soluciones. Durante la entrevista expresó que se sentía cómodo trabajándolo de la forma como más entendía, es decir de forma algebraica y expresó que “la forma gráfica no la entendí en clases, pero sí recuerdo que cuando se llegaba a una igualdad como esta quería decir que existían infinitas soluciones, es lo que recuerdo de mis clases anteriores”. Con esto podemos reafirmar lo dicho por Sandoval & Possani (2016), de que algunos estudiantes se quedan en el registro en el cual se sientan más cómodos y les sean más fáciles de utilizar, evitando que quieran transportarse a otro registro más complejos.

No obstante, a través del diálogo guiado, el estudiante logró interpretar que si un sistema tiene soluciones infinitas “una recta debe estar encima de la otra”. Este avance demuestra que la mediación pedagógica y las preguntas orientadas pueden favorecer que los estudiantes logren una reconstrucción conceptual sobre su resistencia a utilizar ciertos registros de representación.

Generalmente, los resultados obtenidos evidencian que el uso de estrategias didácticas en la combinación de los registros algebraicos, geométricos y tecnológicos favorecen de manera relevante la comprensión conceptual de los SEL. Los estudiantes que lograron combinar distintos registros mostraron argumentaciones más sólidas, mayor capacidad para interpretar y mejor comprensión sobre un conjunto solución de un sistema. Estos resultados respaldan lo descrito por Raymond Duval acerca de lo relevante que es coordinar varias representaciones para construir un significado matemático.

Asimismo, estos hallazgos también coinciden con los de Henríquez-Rivas & Verdugo-Hernández (2024), quienes destacan que la selección de tareas y ejemplos por parte de los profesores influyen de manera directa en la forma en que los estudiantes conceptualizan las soluciones de ecuaciones y sistemas. En esta investigación, las actividades compartidas con la clase promovieron la exploración, la argumentación y la reflexión, permitiendo superar el trabajo mecánico centrados en la aplicación de algoritmos.

Desde una perspectiva práctica, el estudio demuestra que el uso de GeoGebra constituye un recurso didáctico importante para favorecer procesos de visualización gráfica, validación empírica y construcción conceptual. Ya que los estudiantes mostraron que al tener una visualización gráfica les fue muy útil para poder determinar cómo se relaciona esta con una solución algebraica.

Sin embargo, se identificaron algunas limitaciones. En primer lugar, algunos de los estudiantes mostraron y privilegiaron el tratamiento algebraico prefiriendo este porque se les hacía más fácil y mostraron dificultades para interpretar las gráficas. En segundo lugar, el estudio se desarrolló con un grupo pequeño y en un periodo corto de intervención, lo que limita poder generalizar aún más los resultados. Asimismo, no todos los estudiantes evidenciaron tener el mismo nivel de articulación entre registros, lo que sugiere la necesidad de implementar procesos más prolongados y didácticos.

Finalmente, los resultados permiten concluir que la combinación de la Teoría de Registros de Representación con estrategias de explotación matemática y herramientas tecnológicas constituye un camino efectivo para fortalecer la comprensión conceptual de los SEL en estudiantes de nivel secundaria. Como líneas futuras de investigación, se propone analizar otras herramientas tecnológicas como la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) podría ampliar las posibilidades de representación, argumentación y retroalimentación matemática en la enseñanza de los SEL.

En este contexto, la IAGen emerge como una tecnología con alto potencial para enriquecer la enseñanza de los SEL, al ofrecer retroalimentación personalizada, múltiples representaciones de los conceptos matemáticos y apoyo en los procesos de argumentación y resolución de problemas (Silgado-Tuñón et al., 2025a; 2025b). No obstante, su integración en el aula requiere un uso crítico y pedagógicamente fundamentado, en el que el profesor continúe desempeñando un papel central como mediador del aprendizaje donde estas herramientas puedan fortalecer la comprensión conceptual y promover experiencias de aprendizaje más personalizadas, siempre que su implementación esté acompañada de criterios didácticos, éticos y de formación docente (Silgado-Tuñón & López-Flores, 2025a; 2025b; Silgado-Tuñón et al., 2025a; 2025b).

Conclusiones

Los resultados encontrados en esta investigación demostraron que incorporar herramientas tecnológicas como GeoGebra en la enseñanza de los SEL favorece de manera relevante la comprensión conceptual de los estudiantes, al permitirles observar gráficamente los sistemas pudieron articular los registros algebraico y geométrico de manera coherente. Los estudiantes trabajaron con actividades mediadas con la tecnología mostrando tener mayor capacidad para identificar los tres tipos de soluciones de un sistema de ecuaciones. Además, lograron justificar sus respuestas y validar sus resultados tanto simbólicamente como gráficamente de manera correcta.

Estos hallazgos evidencian que el uso del software GeoGebra, en combinación con estrategias fundamentadas en la teoría de representaciones semióticas de Duval (1999) y el Ciclo ACE derivado de la teoría APOE, constituye un marco didáctico efectivo para promover en los estudiantes un aprendizaje significativo. La visualización gráfica de los sistemas y la posibilidad de ver los cambios gráficos al manipular parámetros facilitaron el tránsito entre representaciones y el desarrollo de habilidades de razonamiento y argumentación.

Asimismo, los resultados reafirman lo planteado por Duval (1999) y Sandoval & Possani (2016), quienes señalan que el pensamiento matemático se fortalece y mejora al coordinar varios registros de representación, ya que encontramos que la resolución de los SEL no debe tener cómo límite trabajarlos mecánicamente y centrarse únicamente en su representación algebraica. Dado que los estudiantes evidenciaron una comprensión más profunda al combinar y explorar más de una representación y realizaron una mejor comprensión al interpretar como una solución algebraica se relaciona con una geométrica.

Sin embargo, se encontraron limitaciones relevantes. En primer lugar, la muestra seleccionada para el estudio fue pequeña y concentrada en un solo contexto educativo, lo que limita realizar una generalización de los resultados. En segundo lugar algunos estudiantes se rehusaban a utilizar otro registro que no fuera el algebraico, ya que en sus clases anteriores decían que era la forma más fácil y entendible para ellos de hacerlo, lo que exige que debe haber una mediación de los profesores para los futuros estudiantes sobre cómo se realiza un cambio de registro y la relación de estos. Además, el estudio no incluyó instrumentos cuantitativos que permitirán medir estadísticamente el impacto de GeoGebra sobre el rendimiento académico estudiantil.

Para futuras investigaciones, se recomienda ampliar y trasladar a diferentes niveles educativos y si es posible a otros contextos escolares, así como también comparar los efectos que tiene el uso de una herramienta digital. También sería importante integrar metodologías cuantitativas o un estudio mixto para evaluar de manera más objetiva el desarrollo de las habilidades que presentan los estudiantes al utilizar más de un registro. Finalmente, se sugiere investigar sobre el papel que tiene un profesor cómo investigador tecnológico, explorando cómo las decisiones pedagógicas del docente influyen en la integración de la tecnología en las aulas de clase.

En suma, esta investigación aporta evidencias del potencial que tienen las tecnologías digitales de manera pedagógica en la enseñanza y aprendizaje del Álgebra en secundaria, mostrando el uso de GeoGebra no solo mejora la comprensión de la resolución de SEL, sino que también impulsan el cambio de la posible forma que traen los estudiantes de pensar, argumentar y construir un concepto matemático. La integración de tecnología educativa fundamentada con la teoría construye una vía efectiva para transformar la enseñanza del Álgebra en las escuelas.

Referencias bibliográficas

- Anaya-Puebla, F. (2020). *Ambiente virtual de aprendizaje para la construcción del concepto Sistema de Ecuaciones Lineales fundamentado en la teoría APOE* (Tesis de Maestría en Educación matemática). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad De Ciencias Físico Matemáticas.
- Arjudin, A., Subarinah, S., & Suryadi, R. (2020). Analyzing Students' Thinking Process in Solving Linear Algebra Problem. In *1st Annual Conference on Education and Social Sciences (ACCESS 2019)* (pp. 86-89). Atlantis Press.
- Asiala, M., Brown, A., Devries, D. J., Dubinsky, E., Mathews, D., & Thomas, K. (1997). A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education. *Research in collegiate mathematics education*. Providence, RI: American Mathematical Society, 2, 37-54.
- Ballén, J. (2012). *El álgebra geométrica como recurso didáctico para la factorización de polinomios de segundo grado* (Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Universidad nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Borji, V., Font, V., Alamolhodaci, H., & Sánchez, A. (2018). Application of the complementarities of two theories, APOS and OSA, for the analysis of the university students' understanding on the graph of the function and its derivative. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2301–2315. <https://doi.org/10.29333/ejmste/89514>
- Deogratias, E. (2022). Using a crossing method as an alternative approach for teaching systems of linear equations in secondary schools. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 9(2), 1022-1031. Retrieved from <https://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/1631>
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., & Maschietto, M. (2016). *Uses of technology in lower secondary mathematics education: A concise topical survey*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33666-4>

- Duval, R. (1993). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento, en *Investigaciones en Matemática Educativa II* (Ed. Hitt), 173-201. Université Louis Pasteur de Strasbourg, France; México: Grupo editorial Iberoamérica.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Duval, R. (2017). *Understanding the mathematical way of thinking: The registers of semiotic representations*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56910-9>
- Duval, R. (2018). Registers of semiotic representation. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77487-9_100033-1
- Dubinsky, E. (1991). *Reflective abstraction in advanced mathematical thinking*. En D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 95–123). Kluwer Academic Publishers.
- Figueroa, R. (2013). *Resolución de problemas con sistemas de ecuaciones lineales con dos variables: una propuesta para el cuarto año de secundaria desde la teoría de situaciones didácticas* (Tesis de Maestría en Enseñanza De Las Matemáticas). Pontificia Universidad Católica Del Perú, Escuela de Graduados.
- Hall, J. S., & Chamblee, G. (2013). Teaching algebra and geometry with GeoGebra: Preparing pre-service teachers for middle grades/secondary mathematics classrooms. *Computers in the Schools*, 30(1-2), 12-29. <https://doi.org/10.1080/07380569.2013.764276>
- Hernández, L. (2021). *Parámetros Como Elementos De Control En Sistemas De Ecuaciones Lineales, Una Exploración Con Profesores* (Tesis de Maestría en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Departamento de Matemática Educativa. Unidad Zacatenco, Departamento de Matemática Educativa.
- Henríquez-Rivas, C., & Verdugo-Hernández, P. (2024). Teachers' mathematical work based on examples presented in the teaching of algebra in secondary education. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1346091>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., Siagian, M. D., Sulastri, R., & Negara, H. R. P. (2021). The effectiveness of dynamic geometry software applications in learning mathematics: A meta-analysis study. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 15(02), 18–37. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i02.18853>
- Kú, D. (2007). *Aprendizaje de la base de un espacio vectorial desde el punto de vista de la teoría APOE* (Tesis de Maestría en Ciencias en la Especialidad de Matemática Educativa). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México.
- León, A., León, W., García-García, J., & Salgado-Beltrán, G. (2024). Mathematical connections made by preservice mathematics teachers when solving tasks about systems of linear equations. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(4), em0799. <https://doi.org/10.29333/iejme/15590>
- Martín, J. C., Maz, A., Madrid, M. J., & Rodríguez, M. J. (2024). Comprehension of linear systems with two unknowns in secondary education. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 13(6), 28206. <http://doi.org/10.11591/ijere.v13i6.28206>
- Nugroho, H., & Septianisha, N. I. (2024). Improving students' mathematical representation skills in systems of linear equations in two variables through GeoGebra-based STEM approaches: A quasi-experimental study. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v16i1.78553>
- Sandoval, I., & Possani, E. (2016). An analysis of different representations for vectors and planes in R^3 : Learning challenges. *Educational Studies in Mathematics*, 92, 109-127. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9675-2>
- Sansyzybayeva, A., Daiyrbekov, S., Berdaliyev, D., Daiyrbekova, G., & Sansyzybayev, A. (2024). Methods of teaching secondary school students to solve algebraic equations and inequalities and their systems. *Sci Herald Uzhhorod Univ Ser Phys*, (56), 1464-1473. <https://doi.org/10.54919/physics/56.2024.146vf4>
- Setyowati, E., & Wijaya, A. (2025). The effectiveness of differentiated instruction with a Realistic Mathematics Education (RME) approach in terms of mathematical literacy and self-efficacy of junior high school students on the topic of systems of linear equations in two variables. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 12(10), 75-85. <https://ijmmu.com/ijmmu/article/view/7109>
- Smith, J., Lee, I., Zandieh, M., & Andrews-Larson, C. (2022). A progression of student symbolizing: solutions to systems of linear equations. *Avances de investigación en educación matemática*, (21), 45-64. <https://doi.org/10.35763/aie21.4237>



- Silgado-Tuñón, D. A., & López-Flores, J. I. (2025a). Inteligencia Artificial Generativa en la Educación Superior: una Revisión Sistemática. *UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 21(73), 1-19. Recuperado a partir de <https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1709>
- Silgado-Tuñón, D. A., & López-Flores, J. I. (2025b). Inteligencia Artificial Generativa en el aula: ¿aliada o amenaza para la enseñanza de las matemáticas? *Revista Electrónica Tecnologías Emergentes En La Educación*, 2(1), 53-66. <https://doi.org/10.71713/retee.v2i1.3512>
- Silgado-Tuñón, D. A., Sureda, P., López-Flores, J. I., & Magallanes, E. (2025a). Exploring university mathematics professors' perceptions and use of GenAI: a conceptual fields approach. *Amazonia Investiga*, 14(86), 250–263. <https://doi.org/10.34069/AI/2025.86.02.19>
- Silgado-Tuñón, D. A., López-Flores, J. I., & Carrillo, C. G. (2025b). IA, discapacidad y docencia inclusiva: una reflexión desde el DUA y el TPACK. (2025). *Revista Electrónica Tecnologías Emergentes En La Educación*, 2(2), 72-90. <https://doi.org/10.71713/retee.v2i2.3728>
- Tashtoush, M., Wardat, Y., Al-Shannaq, M., AlAlf, R., Saleh, S., & Al-Saud, K. (2023). Conceptual understanding of systems of linear equations: Difficulties and challenges. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(12), em2365. <http://dx.doi.org/10.18576/isl/121210>
- Tatira, B. (2023). Undergraduate students' conceptualization of elementary row operations in solving systems of linear equations. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(11), 23-49. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13679>
- Vizcaíno, O. (2003). *Evaluación de un curso de cálculo cuando se usa el ciclo ACE fundamentado en la teoría APOE*. En Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (Vol. 16, pp. 1–7). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (CLAME). <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/evaluacion-de-un-curso-de-calculo-cuando-se-usa-el-ciclo-ace-fundamentado-en-la-teoria-apoe/>



Revista Amazonia Investiga
www.amazoniainvestiga.info