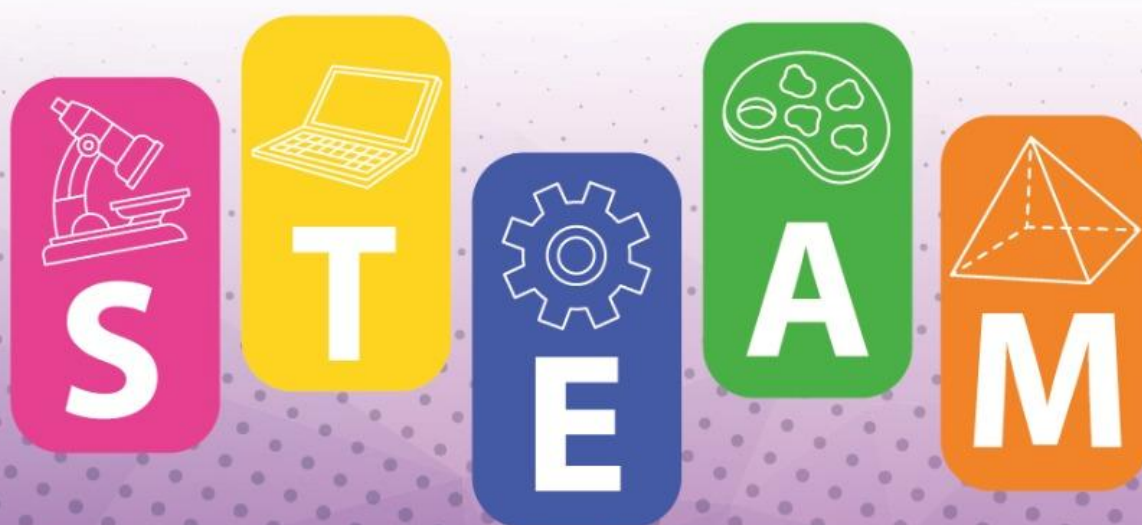




V Congreso Internacional de STEAM y
Metodologías Activas

LIBRO DE MEMORIAS



Libro de Memorias

V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas

Marcos Chacón (Ed)

Equipo organizador:

Eva María Veraly Argueta Escobar

Dora Leticia Esperanza Solano

Melkin Daniel Garzón Haad

Diana Elizabeth Palacios Ibarra

Janio Jadan-Guerrero



Montecristi – Manabí - Ecuador

Del autor: Marcos Chacón, Equipo Organizador: Eva María Veraly Argueta Escobar, Dora Leticia Esperanza Solano, Melkin Daniel Garzón Haad, Diana Elizabeth Palacios Ibarra y Janio Jadan-Guerrero

Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas/ Marcos Chacón - Editorial Didaxis, 2026

127 p.; 21,59 cm x 27,94 cm

ISBN 978-9942-7491-3-0

370 – Educación / JN – Educación

DOI: 10.64325/6rra3p91

Título original:

Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas "

Copyright © Editorial Didaxis, 2026

Publicado en español

Reservados todos los derechos

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin permiso escrito de la Editorial

C.C. 190757

Contenido

La motivación del liderazgo directivo en el trabajo colaborativo del colectivo docente	8
La formación docente ante los desafíos contemporáneos: Integrar los ODS para una educación transformadora	18
El Capacho de Maíz como Sustrato para la Producción Sostenible y Escalable del Hongo Comestible <i>Pleurotus ostreatus</i>, bajo las condiciones ambientales del GBCMC	32
Flipped Learning e Inteligencia Artificial en Olimpiadas de Química: Propuesta metodológica para la innovación en contextos de excelencia educativa	41
Geometría digital: innovación en el aprendizaje con dibujo asistido por computadora	49
Cielos patrimoniales: la arqueoastronomía como herramienta para la valoración del patrimonio cultural-científico	57
MIC-PFL Micro - Eficiencia energética en trayectos fluviales turísticos mediante el uso de combustibles ecológicos: un estudio en el Amazonas colombiano	66
Perspectivas de los docentes de educación básica en Ecuador sobre la gamificación apoyada con inteligencia artificial	76
Las habilidades deseables en Investigación Formativa y Estadística en los semilleros de investigación del IDEAD Universidad del Tolima Semillero INVESTATISCUM	91
Impacto Maker: La IA es tu herramienta, la creatividad es tu superpoder	102
Gobernanza, ética y sostenibilidad, inteligencia artificial, un análisis interdisciplinario acerca de la seguridad, huella medio ambiental y la privacidad	115
Sobre los autores	123

Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas

El Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas nació como una respuesta a la creciente necesidad de crear un espacio inclusivo y dinámico donde estudiantes, docentes, padres de familia e instituciones educativas pudieran presentar y compartir sus proyectos que integran las ciencias, el arte, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Este evento, que ha ganado reconocimiento internacional, fue impulsado, mentalizado y fundado por el Dr. Marcos Chacón-Castro, quien lideró la iniciativa al reunir a colegas cofundadores provenientes de diversos países como México, Guatemala, Ecuador, Chile, Venezuela, España, Estados Unidos, Puerto Rico, República Dominicana, entre otros, para dar vida a la primera edición del congreso.

El objetivo principal del congreso es fomentar el desarrollo de competencias STEAM y metodologías activas en el ámbito educativo. Esto incluye la promoción de la creatividad, la innovación y el trabajo colaborativo en las aulas, elementos clave para preparar a los estudiantes frente a los retos del siglo XXI. Asimismo, el congreso busca establecer un espacio de intercambio de experiencias y conocimientos entre los participantes, incentivando la formación continua y el aprendizaje constante como pilares fundamentales para la educación moderna.

Cada año, el Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas reúne a ponentes de renombre mundial en el ámbito educativo. Estos expertos, provenientes de diferentes partes del mundo, comparten sus perspectivas y conocimientos a través de conferencias magistrales, talleres interactivos y mesas redondas. Los temas abordados incluyen tendencias actuales, enfoques pedagógicos innovadores y estrategias prácticas para integrar las disciplinas STEAM en el currículo escolar. Además, el evento ofrece la oportunidad de explorar casos de éxito y proyectos destacados que inspiran a los asistentes a implementar nuevos métodos en sus comunidades educativas.

Este congreso propone un entorno de aprendizaje basado en el análisis y argumentación de la incorporación de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), aplicadas en los niveles de la educación en proyectos STEAM y metodologías activas propuestas por estudiantes, docentes e instituciones educativas que aportan a nivel regional, nacional e internacional.

Tecnologías Educativas: Se refiere a la integración de tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje para mejorar la calidad y eficacia de la educación. Esto puede incluir el uso de herramientas digitales, plataformas educativas en línea, aplicaciones móviles, juegos educativos, entre otros recursos tecnológicos.

Proyectos STEAM - STEM: Son proyectos educativos que integran las disciplinas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM) o Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) para fomentar el aprendizaje multidisciplinario, la creatividad y el pensamiento crítico. Estos proyectos pueden ser desarrollados tanto por estudiantes como por docentes y pueden involucrar diversas áreas temáticas.

Metodologías Activas: Se refiere a un enfoque pedagógico que promueve la participación activa de los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Estas metodologías buscan fomentar la reflexión, el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento, para lograr un aprendizaje significativo y duradero.

Juego en la Educación: El juego se utiliza como una estrategia educativa para fomentar el aprendizaje lúdico y participativo en el aula. Los juegos educativos pueden ser utilizados para enseñar una amplia gama de temas y habilidades, desde matemáticas y ciencias hasta habilidades sociales y emocionales.

Innovación en Matemáticas: Se refiere a la aplicación de nuevas tecnologías y enfoques pedagógicos para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. La innovación en matemáticas puede incluir el uso de tecnología educativa, el fomento de la participación activa de los estudiantes en el aula y el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas.

Marcos Chacón (Ed)

Equipo organizador:

Eva María Veraly Argueta Escobar

Dora Leticia Esperanza Solano

Melkin Daniel Garzón Haad

Diana Elizabeth Palacios Ibarra

Janio Jadan-Guerrero

La motivación del liderazgo directivo en el trabajo colaborativo del colectivo docente

The motivation of managerial leadership in the collaborative work of the teaching staff

DOI: 10.64325/edtx3b19

María de Jesús Pérez Becerra
Centro Universitario Trilingüe Centro Laguna Universidad
marichuyperezb@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-8676-16820>

Como citar: Pérez Becerra, M. de J. (2026). La motivación del liderazgo directivo en el trabajo colaborativo del colectivo docente. In M. Chacón Castro (Ed.), *Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas*. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/edtx3b19>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

El liderazgo directivo es fundamental en la creación de un ambiente propicio para favorecer una cultura de colaboración entre los docentes, de manera que la motivación inspiracional es esencial para promover la participación y compromiso de los colaboradores al trabajar en equipo. Por lo tanto, el objetivo de investigación se centra en evaluar la relación existente entre la motivación del liderazgo directivo y la colaboración del colectivo docente de Jardín de niños en Poncitlán, Jalisco, México. La metodología empleada en la presente investigación tiene un enfoque mixto, exploratorio-correlacional, la cual permite comprender de manera integral la relación existente entre el liderazgo y el trabajo colaborativo, al valorar la correlación entre la motivación del liderazgo directivo y la colaboración. Encontrando como resultado la comprobación de la hipótesis que indica que, es posible que un alto grado de motivación en el liderazgo directivo favorezca la creación de un ambiente colaborativo entre los docentes, mientras que un liderazgo que desmotive puede generar una disminución o una nula colaboración en el equipo de trabajo, afectando con ellos los resultados educativos de la institución.

Palabras clave: colectivo docente; motivación; liderazgo directivo; liderazgo transformacional; trabajo colaborativo.

Abstract

Directive leadership is essential in creating an environment that fosters a culture of collaboration among teachers, where inspirational motivation is key to promoting participation and commitment among team members. Therefore, the research objective focuses on evaluating the relationship between the motivation of directive leadership and the collaboration of the teaching staff in a preschool located in Poncitlán, Jalisco, Mexico. The methodology used in this study follows a mixed, exploratory–correlational approach, which allows for a comprehensive understanding of the relationship between leadership and collaborative work by assessing the correlation between directive leadership motivation and collaboration. The findings confirm the hypothesis that a high level of motivation in directive leadership can support the creation of a collaborative environment among teachers, whereas demotivating leadership may lead to reduced or absent collaboration within the team, consequently affecting the educational outcomes of the institution.

Keywords: teaching staff; motivation; directive leadership; transformational leadership; collaborative work.

Introducción

El liderazgo directivo influye ya sea de manera positiva o negativa en la práctica docente y el trabajo colaborativo, por lo tanto, lo que se busca a través de esta investigación es reconocer el líder directivo que promueve y potencia el compromiso de los maestros a través de la motivación y la inspiración para colaborar. Los aportes teóricos del presente artículo contribuyen a evaluar el vínculo entre la motivación del liderazgo y la conexión con el trabajo docente, además de enriquecer el conocimiento sobre las teorías existentes del liderazgo educativo, como es el liderazgo transformacional, especialmente sobre la motivación inspiracional, desarrollando un marco conceptual que relacione la motivación directiva con la colaboración del colectivo docente. Abordando temas como la motivación inspiracional del Liderazgo transformacional y el trabajo colaborativo, enfocado en cómo los líderes educativos inspiran y promueven un entorno de cooperación y aprendizaje entre los docentes.

La investigación presentada es relevante porque se establece como objetivo general, evaluar la relación existente entre la motivación de liderazgo directivo y el trabajo colaborativo del colectivo docente, promoviendo la participación y compromiso de los docentes, así como el gestionar un clima laboral favorable para la interacción y el desempeño del equipo de trabajo. Estableciendo de esta manera la pregunta de investigación que aclara y delimita el campo del problema para diseñar actividades pertinentes para la investigación, por ello se presenta la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué relación existe entre la motivación del liderazgo directivo y la colaboración del colectivo docente?

Otras investigaciones han realizado aportes sobre el estilo de liderazgo transformacional que se centra en el papel del líder como un agente de cambio, que promueve el compromiso y motiva; buscando generar relaciones y dar sentido a las

actividades realizadas; fundamentada en los valores, creencias y cualidades personales, tanto del líder como del equipo de trabajo (Contreras. F, 2013)

El estudio realizado por (Tantaleon. O, 2022), titulado Liderazgo transformacional directivo y trabajo colaborativo docente en una institución educativa pública del Perú, se enfocó en investigar la relación entre el liderazgo transformacional de los directores y el trabajo colaborativo entre los docentes. Este estudio tenía como objetivo explorar cómo se relacionan el liderazgo transformacional de los directores y el trabajo colaborativo en una institución educativa pública en el distrito de Los Olivos, Lima, Perú. Los hallazgos mostraron una correlación que varía de moderada a fuerte, lo que nos lleva a concluir que existe una conexión significativa entre el liderazgo transformacional y el trabajo en equipo docente. Este estudio enriquece mi investigación al proporcionar evidencia empírica sobre cómo un liderazgo efectivo puede facilitar el trabajo en equipo, algo esencial para mejorar el rendimiento educativo y la gestión institucional.

Bass (Silva. A, 2017), identificó los componentes del liderazgo transformacional, influencia idealizada, motivación inspiracional, consideraciones individualizadas, estimulación intelectual y más tarde se agregó tolerancia psicológica, los cuales solo abordaremos la motivación inspiracional, la cual se describe como la habilidad de un líder para inspirar y motivar a sus seguidores a esforzarse por alcanzar metas ambiciosas, aumentando su confianza en su capacidad para lograrlas, incluso cuando estas parecen muy desafiantes o imposibles. El líder transformacional motiva e inspira a través de su propia motivación mediante su actuar, al mostrar su seguridad, entusiasmo y actitud positiva, Fomentando en su equipo un impulso hacia el logro, de tal forma que los motiva a comprometerse con los objetivos comunes que tienen.

Miranda (2023), por su parte en su estudio de tipo exploratorio con un enfoque interpretativo fundamentado en la recolección de datos mediante entrevistas y grupo focal entre docentes, analiza factores que facilitan o dificultan la colaboración docente, mostrando que existen avances en la creación de condiciones institucionales formales para promover las practicas colaborativas entre el equipo de trabajo y al mismo tiempo se evidencias condiciones informales generadas por los propios docentes motivados por la vocación, compromiso y liderazgo que complementan las deficiencias formales.

El Artículo de Gómez (2024), titulado Liderazgo democrático y transformacional en la organización de la Institución Educativa Nivel Básico de la Región Altos, tiene como objetivo analizar la influencia de los estilos de liderazgo democrático y transformacional, en la eficacia de la gestión escolar y en el desarrollo profesional de los docentes en el contexto educativo de Chiapas, México. La investigación adopta

una metodología de referencia bibliográfica, a través de la cual se recogen y analizan los enfoques teóricos sobre liderazgo directivo, promoviendo el entorno colaborativo y participativo en la comunidad escolar. Los hallazgos subrayan la importancia de un liderazgo efectivo que fomente la motivación, la capacidad de innovar y garantice un clima escolar positivo, además de la necesidad de involucrar a todos los integrantes de la comunidad educativa en la toma de decisiones. La conversación gira en torno a cómo las cualidades del liderazgo democrático pueden impulsar una cultura escolar que sea inclusiva y justa. Se abordan temas como la resistencia al cambio y la diversidad. Este estudio es un gran aporte a la investigación, ya que proporciona un marco teórico sólido que resalta la relevancia de las estrategias de liderazgo para enriquecer los procesos educativos. Además, sugiere un análisis contextual que se puede aplicar en el ámbito de la educación básica.

Por otra parte, unos de los modelos de trabajos de grupos que forma parte de las metodologías activas dentro de la enseñanza y aprendizaje es el trabajo colaborativo, parte fundamental en esta investigación, Zañartu (Guerrero. H, 2018) señala que “básicamente el aprendizaje colaborativo responde al enfoque sociocultural y el aprendizaje cooperativo a la vertiente piagetiana del constructivismo” (p. 963). El trabajo colaborativo está fundamentado en un enfoque constructivista, donde el conocimiento es descubierto y transformado en conceptos con los que la persona puede relacionarse, después es reconstruido y expandido a través de nuevas experiencias de aprendizaje.

Asimismo, la teoría sociocultural de Vigotsky, representa una de las bases más importantes del aprendizaje colaborativo, convive al ser humano como un ente social y sostiene que el aprendizaje es un proceso social en que el conocimiento se construye a través de la interacción con otros (Galindo. R, 2012). Esta interacción con los otros partes desde la participación activa de todos colaboradores o integrantes del equipo de trabajo, la responsabilidad compartida y el trabajo en grupo, indispensable para lograr metas y objetivos comunes.

El objetivo de esta investigación es reconocer al líder directivo capaz de potenciar y promover el compromiso de los docentes mediante la motivación y la inspiración, contribuyendo tanto a los objetivos establecidos por la escuela como al desarrollo individual de los maestros. Este líder debe estimular intelectualmente a los docentes, valorar sus ideas, motivarlos e inspirarlos para involucrarlos en los resultados y metas planteadas. De manera que al investigar la relación que existe entre el estilo de liderazgo directivo y la colaboración del colectivo docente, permite identificar acciones fundamentales para optimizar la dinámica interna de la escuela, mejorando el rendimiento académico de los alumnos, el trabajo en equipo del colectivo docente y la formación del directivo como líder educativo.

Metodología

La metodología empleada en la presente investigación tiene un enfoque mixto, exploratorio-correlacional, la cual permite comprender de manera integral la relación existente entre el liderazgo directivo y el trabajo colaborativo, al valorar la correlación entre ambos. En la investigación educativa, los métodos mixtos permiten integrar estos enfoques cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión más completa y matizada de los fenómenos estudiados combinar la fenomenología y el estudio correlacional es posible y está avalado dentro del paradigma de métodos mixtos para la investigación educativa, con el fin de enriquecer el análisis y comprensión del fenómeno educativo desde diferentes perspectivas, dicha combinación aporta riqueza, ya que el estudio fenomenológico puede aportar profundidad explicativa y comprender la experiencia subjetiva, mientras que el análisis correlacional puede aportar evidencia estadística de las relaciones entre las variables (Hernández. R, 2014)

La investigación se realiza con una muestra de 7 docentes que forman parte del colectivo educativo del Jardín de Niños Librada Vega Carrillo, ubicado en el municipio de Poncitlán, Jalisco, México, población con un rango de edad de 22 años a 60 años.

Para la investigación mixta sobre la relación existente entre la motivación del liderazgo directivo y el trabajo colaborativo del colectivo docente, se emplearon una variedad de recursos que permitieron una recolección, procesamiento y análisis de datos efectivos y rigurosos. Los instrumentos de recolección de datos que se diseñaron y utilizaron fueron guiones para entrevista a profundidad y grupo focal, permitiendo ahondar sobre las percepciones y experiencias en relación con el liderazgo y la colaboración en el entorno educativo. Los cuestionarios para la encuesta y la escala de Likert con ítems para medir niveles de motivación y características del trabajo colaborativo asegurando con ellos la confiabilidad y validez de los datos cuantitativos (Muñoz. T, 2024).

El equipo y material para la aplicación fue la grabación de las entrevistas y el grupo focal, empleado grabadora de video, para garantizar que la información obtenida sea conservada de forma íntegra para el análisis posterior, además se utilizó la computadora portátil para facilitar la aplicación del cuestionario y escala de Likert, así como para el registro organizado de la información, permitiendo además agilizar el proceso de recopilación y procesamiento de esta. Además de software y programas para análisis de la información, recursos humanos como son el investigador y colaboradores, espacios para recolección de datos y los materiales de apoyo, por ejemplo, los consentimientos informados y el protocolo de ética y guías de procedimientos de confidencialidad (Santiesteban. E, 2014).

Los recursos humanos para la ejecución de la investigación fue el apoyo de los

participantes y del investigador responsable de aplicar los instrumentos, gestionar la logística y mantener la homogeneidad en los procedimientos. Los recursos seleccionados permitirán obtener una visión integral y confiable sobre cómo la motivación y el liderazgo directivo están relacionados al trabajo colaborativo dentro del colectivo a partir de datos sólidos y fiables que reflejan la realidad educativa analizada.

El procedimiento permite abordar el fenómeno de estudio desde distintos ángulos para generar conocimientos más firmes, coherentes y aplicables en el contexto estudiado. La siguiente secuencia asegura la recopilación y análisis riguroso de ambos tipos de datos tanto cualitativos como cuantitativos.

Se ha seleccionado un enfoque mixto que permite integrar tanto los datos cualitativos como cuantitativos, brindando una visión más amplia y profunda del fenómeno de investigación. El diseño metodológico, además, responde a un alcance exploratorio- correlacional y una temporalidad transversal que permite valorar una visión integral y actual del fenómeno a investigar, donde se busca identificar y describir las posibles relaciones entre las variables, así como comprender las experiencias vividas por los docentes en relación al liderazgo y la colaboración, en el contexto del colectivo docente del Jardín de niños Librada Vega Carrillo, a través de la estrategia que sigue las siguientes fases: definición del problema y objetivos de la investigación, diseño del estudio y de instrumentos, recolección de datos, análisis de datos, integración e interpretación, conclusión y recomendación (Creswell. J, 2009).

Resultados y Discusiones

El presente apartado tiene como propósito exponer y analizar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de investigación, los cuales permitieron identificar la relación existente entre el trabajo colaborativo y la motivación del liderazgo directivo dentro del colectivo docente del jardín de niños, los resultados se presentan derivados de la aplicación de cuestionarios a los docentes, los cuales evidencian los niveles de percepción, frecuencia y valoración del liderazgo directivo en función del grado de motivación y colaboración en el equipo de trabajo.

La discusión busca interpretar los resultados a la luz de los objetivos planteados, ofreciendo una reflexión crítica sobre el papel del liderazgo directivo como factor determinante para la cohesión, la motivación y la mejora continua del trabajo pedagógico en la educación preescolar.

En el análisis de la información recabada a través de la encuesta, se identificaron diversas expresiones significativas del personal docente que reflejan su percepción

respecto al liderazgo directivo y las estrategias motivacionales implementadas. A partir del proceso de codificación abierta y axial, emergieron códigos “in vivo” que permiten comprender de manera más profunda la forma en que el liderazgo influye en la dinámica colaborativa del colectivo docente.

El siguiente recuadro presenta los principales códigos obtenidos, organizados en subcategorías que describen los distintos aspectos del uso, tipo e impacto de las estrategias motivacionales, así como las sugerencias formuladas por los docentes para fortalecer dichas prácticas. Estas subcategorías se agrupan bajo la categoría general Estrategias motivacionales, la cual constituye un eje central en la relación entre la motivación directiva y el trabajo colaborativo en el plantel.

Tabla 1. Codificación liderazgo directivo

Código “in vivo” – Citas del informe	Subcategorías	Categoría General
“Siempre utiliza estrategias motivacionales para incentivar al equipo docente” (D1)	Frecuencia de uso de estrategias motivacionales	Estrategias motivacionales
“reconocimiento verbal y público, incentivos o premios, retroalimentación” (D4)	Tipo de estrategias aplicadas	
“La comunicación y trabajo conjunto” (D2)	Estrategias con mayor impacto	
“Continuar implementando consejos técnicos escolares internos que permitan crear espacios de retroalimentación” (D3)	Sugerencias para mejorar estrategias	

Nota: Creación propia

Tabla 2. Categorización trabajo colaborativo

Código “in vivo” – Citas del informe	Subcategorías	Categoría General
“Los docentes se apoyan mutuamente para cumplir objetivos” (D3)	Apoyo mutuo entre docentes	Clima de trabajo colaborativo

“Existe comunicación abierta y sincera entre los docentes” (D2)	Comunicación abierta	Clima de trabajo colaborativo
“Se promueven espacios para el trabajo colaborativo” (D4)	Espacios para colaborar	Clima de trabajo colaborativo
“Disposición activa para trabajar en equipo participando con empatía y siempre con entusiasmo” (D3)	Disposición personal para colaborar	Disposición para trabajar en equipo
“Falta de cooperación de algunos docentes (desmotiva), apoyo de todas las educadoras (motiva)” (D1)	Factores motivadores y desmotivadores	Disposición para trabajar en equipo
“Ha mejorado mi disposición para trabajar en equipo desde que se implementaron las estrategias motivacionales” (D1)	Cambios tras estrategias motivacionales	Disposición para trabajar en equipo

Nota: Creación propia

Para profundizar en los hallazgos de esta investigación sobre la motivación en el liderazgo directivo y el trabajo colaborativo entre los docentes, se invita al lector a sumergirse en los anexos. Allí, se presentan de manera detallada gráficas, cuadros y análisis cualitativos que provienen de una metodología mixta, exploratoria y correlacional. Estos materiales complementarios ofrecen una representación visual y descriptiva de la relación entre las variables, así como las categorías emergentes de las respuestas de los docentes.

Conclusiones

Esta investigación ha puesto de manifiesto que la motivación en el liderazgo directivo tiene un impacto crucial en el trabajo colaborativo del equipo docente en el Jardín de Niños Librada Vega Carrillo. Los resultados, obtenidos mediante un enfoque mixto que combina datos cualitativos y cuantitativos, respaldan la hipótesis inicial, un liderazgo que implementa estrategias motivacionales de forma constante y

efectiva fomenta un ambiente de colaboración, compromiso y cohesión profesional entre los docentes.

La integración de estos resultados muestra que el liderazgo motivacional trasciende a la gestión administrativa, convirtiéndose en un motor pedagógico de cambio que promueve la mejora continua, el compromiso institucional y la innovación educativa. De manera que, un liderazgo que inspira reconoce y se comunica de manera efectiva se establece como un elemento fundamental para fortalecer el trabajo colaborativo y, en consecuencia, la calidad de los procesos formativos en la educación preescolar, la investigación reafirma que la motivación del liderazgo directivo y el trabajo colaborativo entre docentes están interrelacionados de manera positiva y significativa, sustentados en la práctica de un liderazgo transformacional que genera sentido de pertenencia y entusiasmo entre los educadores. Este hallazgo nos invita a fomentar en las instituciones educativas modelos de liderazgo más humanos, participativos y motivacionales, orientados a crear comunidades profesionales de aprendizaje comprometidas con la mejora de la enseñanza y el desarrollo integral de los estudiantes.

Por lo tanto, la evidencia empírica respalda la idea de que la motivación en el liderazgo es fundamental para fortalecer el trabajo colaborativo entre los docentes, creando un ambiente de confianza, compromiso y corresponsabilidad. Estos hallazgos acentúan la importancia de que los líderes educativos gestionen con una comunicación efectiva, empatía y reconocimiento del esfuerzo colectivo, como formas de fomentar procesos de mejora continua en la educación preescolar.

Esta investigación ha logrado los objetivos planteados, demostrando que la motivación del liderazgo tiene un impacto significativo y positivo en el trabajo colaborativo del equipo docente en el Jardín de Niños. Los resultados, que provienen de un enfoque mixto que combina datos cualitativos y cuantitativos, validan la hipótesis inicial y enriquecen nuestra comprensión sobre cómo un liderazgo transformacional y motivacional puede fortalecer el compromiso, la cohesión y el sentido de pertenencia entre los docentes.

La relevancia de estos resultados radica en su contribución académica y científica al ámbito educativo, ya que no solo respaldan teorías existentes sobre liderazgo y colaboración, sino que también proporcionan evidencia empírica contextualizada en el nivel preescolar. Este trabajo beneficia a la comunidad educativa al señalar prácticas efectivas que pueden ser replicadas o adaptadas para mejorar el clima organizacional y las prácticas pedagógicas, impulsando un cambio institucional basado en un liderazgo inspirador y en la creación de comunidades de aprendizaje.

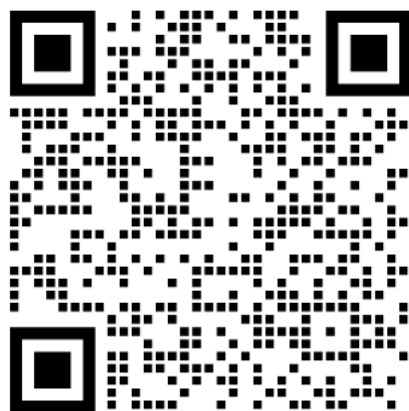
En cuanto a trabajos futuros, es posible ampliar la muestra para fortalecer la generalización de los hallazgos, también sería interesante explorar a lo largo del

tiempo cómo el liderazgo motivacional impacta en diferentes niveles educativos y en diversos contextos culturales. Además, se sugiere investigar innovaciones específicas en estrategias motivacionales que puedan aumentar aún más el trabajo colaborativo y la mejora continua en las instituciones educativas.

Referencias

- Contreras. F, B. D. (2013). Del liderazgo transaccional al liderazgo transformacional: implicaciones para el cambio organizacional. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 10-11.
- Creswell. J. (2009). *Research Desing. Quialitative, Quantitive and Mixed. Methods Approaches*. EUA: University of Nebraska-Lincoln.
- Galindo. R. (2012). Acercamiento epistemológico a la teoría del aprendizaje colaborativo. *UDG virtual, apertura*, 2.
- Gómez. M. (2024). Liderazgo democrático y transformacional en la organización de la Institución Educativa Nivel básico de la Region Altos. *RLDE*, 42-51.
- Guerrero. H, P. S. (2018). Trabajo colaborativo como estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico. *Opción*, 959-986.
- Hernández. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: MC Graw-Hill Education.
- Miranda. F, M. D. (2023). Condiciones institucionales y travajo colaborativo entre docentes. Estudio exploratirio en educacion básica y media superior . *Universidad Nacional Autonoma de México*, s/p.
- Muñoz. T. (2024). *Instrumentos y métodos de medición cualitativa, diseño de instrumentos, Maestría en Metodología de la Investigación*. México: Editorial CA Desarrollo Humano.
- Santiesteban. E. (2014). *Metodología de la Investigación*. Las Tunas: Editorial EDACUN Académica Universitaria.
- Silva. A. (2017). *¿Qué es el liderazgo?* EUA: DBA de Keiser University.
- Tantaleon. O, D. R. (2022). Liderazgo transformacional directivo y trabajo colaborativo docente, en una institución educativa pública del Perú. *Horizontes, Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 1649-1662.

Anexos



La formación docente ante los desafíos contemporáneos: Integrar los ODS para una educación transformadora

Teacher Education in the Face of Contemporary Challenges: Integrating the SDGs for Transformative Education

DOI: 10.64325/kzmhn329

Jorge Perera González

Universidad Intercontinental

jorgepereraglez@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-7276-1972>

Como citar: Perera González, J. (2026). La formación docente ante los desafíos contemporáneos: Integrar los ODS para una educación transformadora. In M. Chacón Castro (Ed.), *Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas*. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/kzmhn329>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

En este artículo se aborda el papel central de la formación docente ante los desafíos actuales y la necesidad de incorporar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en los currículos escolares. Desde una revisión documental, se analiza un enfoque internacional —como la LOMLOE en España— y su conexión con el contexto mexicano. Se argumenta que habilidades como el pensamiento sistémico y la ciudadanía global son fundamentales para promover una educación transformadora. Asimismo, se destacan innovaciones curriculares como la interdisciplinariedad y los Contextos Globales del Bachillerato Internacional. Las reflexiones finales sugieren que la formación y capacitación continua, el diseño curricular sostenible y el acompañamiento institucional son la vía para avanzar hacia sistemas educativos democráticos y equitativos. Integrar los ODS implica transformar la cultura escolar a través de un aprendizaje profesional colaborativo y la coherencia política.

Palabras clave: formación docente, Interdisciplinariedad, Educación para la sostenibilidad, Ciudadanía mundial, Sostenibilidad educativa.

Abstract

This reflective article examines the central role of teacher education in addressing contemporary global challenges and integrating the Sustainable Development Goals (SDGs) into school curricula. Based on a documentary review, it analyzes international frameworks such as the LOMLOE in Spain and explores their relevance to the Mexican context. The article argues that competencies such as systems thinking and global citizenship are essential to promote transformative education. It also highlights curricular innovations such as interdisciplinarity and the International Baccalaureate Global Contexts framework. Findings suggest that continuous teacher education, sustainable curriculum design, and institutional support are fundamental for advancing democratic and equitable educational systems. Integrating the SDGs requires a cultural shift in schools, grounded in collaborative professional learning and policy coherence.

Keywords: teacher education, Interdisciplinarity, Education for sustainability, Global citizenship, educational sustainability.

Introducción

La educación moderna está pasando por un cambio rápido debido a factores que han alterado fundamentalmente los modos de enseñanza y aprendizaje. La crisis de salud causada por el COVID-19, junto con la aparición de la innovación digital, las crecientes tensiones sociales, políticas y económicas de nuestros tiempos, ha revelado una fragilidad de los sistemas educativos que nunca habíamos visto a escala global. La pandemia, en particular, mostró el fracaso de los modelos educativos tradicionales y las desigualdades en el acceso, utilización y apropiación de herramientas y medios tecnológicos, lo que obligó a replantear la pedagogía para fines educativos en un mundo cada vez más conectado globalmente. Esto hizo que la formación docente fuera un tema preeminente para garantizar que niños y jóvenes estén preparados para participar en el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes para comprender problemas reales y contribuir a un futuro más sostenible.

Según varios autores, la pandemia no solo aceleró patrones existentes: también desencadenó la aparición de una “industria global de la educación” orientada a convertir la enseñanza en un producto de consumo (Nóvoa y Alvim, 2022). Este fenómeno plantea serios dilemas éticos y pedagógicos porque corre el riesgo de reemplazar la visión humanista de la educación con otros modos (individualistas y altamente digitalizados). En respuesta, las organizaciones internacionales abogan por paradigmas orientadores para restaurar las dimensiones sociales, éticas y transformadoras de la práctica educativa. La Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se encuentran entre esos marcos para ayudar a guiar la acción relacionada con los desafíos globales, entre ellos el cambio climático, la desigualdad y la pobreza, e invitar a los sistemas educativos a adoptar un enfoque más activo, crítico y colaborativo para formar ciudadanos capaces de responder eficazmente a los desafíos del mundo real.

Así, los docentes vuelven al núcleo de su papel en la construcción de las condiciones educativas de aprendizaje mutuo, reflexión y creación de sentido compartido. Incorporar los ODS en el currículo no solo proporciona algunos vínculos con cuestiones contemporáneas, sino que también se posiciona como una de las estrategias clave para impulsar una educación transformadora más allá del mero uso de la tecnología y para contribuir a una visión compartida de la educación. La integración de los ODS implica una práctica de innovación educativa que lleva consigo modificaciones en los enfoques y contextos. Como afirman López, Heredia y Zubieta (2018): la “innovación implica comprender la complejidad del entorno, promover el trabajo colaborativo y transformar las prácticas en función de las necesidades emergentes” (López et al., 2018, p. 133).

La literatura y las tendencias educativas contemporáneas establecen que se necesitan competencias docentes concretas para hacer frente a los desafíos del mundo actual. De las que destaco para objeto de este artículo son pensamiento sistémico y la ciudadanía global. El pensamiento sistémico es una habilidad que analiza y examina las interconexiones entre problemas sociales, ambientales y económicos, ofreciendo una manera integral y holística para comprender las complejidades en la solución de problemas. Por otra parte, la ciudadanía global, potencia la empatía, la participación y compromiso con el bienestar colectivo en niveles interculturales. Estas dos habilidades se reconocen como necesarias para que el acto educativo conduzca a una comprensión de las realidades globalizadas e interconectadas, y para preparar a los estudiantes a trabajar de manera sabia y responsable frente a los problemas actuales.

Nóvoa y Alvim (2022) argumentan de manera similar que, en la práctica docente pospandémica, la pedagogía del encuentro es fundamento crítico, salvaguardando el carácter humano del aprendizaje y tratando la educación como “un proceso relacional compuesto por dos gestos: adquirir una herencia y diseñar un futuro” (Nóvoa y Alvim, 2022, p. 15). En la práctica, esta idea coincide con la de fomentar una educación que comunique conocimientos, valores y comportamientos y que ayude a nuestros estudiantes a tomar conciencia de que es su capacidad de impactar su entorno. Así, la interdisciplinariedad aporta un beneficio educativo en este contexto, ya que ayuda a enfrentar problemas complejos desde distintas perspectivas, permitiendo que el conocimiento y el pensamiento crítico se conecten.

Como resultado de estos ideales la formación continua de los profesores, Salas O'Brien (2013) señala que los cambios en la educación y en la enseñanza requieren maestros comprometidos y políticas institucionales que impulsen la excelencia profesional para crear ambientes donde se puedan desarrollar nuevas habilidades. Para consolidar la sostenibilidad dentro de la formación docentes, es necesario no solo entender bien los ODS, sino también que ellos sean capaces de implementar

metodologías activas para diseñar proyectos y experiencias de aprendizaje que relacionen el conocimiento disciplinar con las realidades sociales, ambientales, políticas y culturales.

Educación para un futuro sostenible

Para una educación sostenible, el modo en el que entendemos y abordamos los problemas globales debe transformarse. El cambio climático, la desigualdad, la crisis migratoria y la inestabilidad política han originado un mundo en el que las instituciones educativas deben pensar una nueva forma de enseñar y aprender, aceptando que las condiciones sociales cambian. Ante esta realidad, la innovación educativa es un proceso necesario para la pedagogía del aprendizaje, para diseñar y crear experiencias que fomenten el pensamiento crítico, la creatividad y la acción colectiva. Esto es especialmente relevante en la educación básica y media, donde se introducirán habilidades que permitan a los estudiantes comprender y responder ante los problemas actuales desde una óptica ética y sostenible.

En este proceso, uno debe aplicar la teoría de la Difusión de la Innovación de Rogers (2003); este modelo identifica cómo las nuevas prácticas en educación —ya sean metodologías activas, tecnologías o marcos conceptuales como los ODS— nacen y luego se consolidan dentro de una escuela. En la teoría, la difusión es “el proceso por el cual una innovación se comunica, a través de determinados canales y a lo largo del tiempo, entre los miembros de un sistema social” (Rogers, 2003, p.5). Rogers explica que adoptar una innovación en educación no es más que un proceso de absorción gradual influenciado por la aceptabilidad de la evaluación por parte de la enseñanza, el grado de facilidad con el que dicho enfoque se integra la práctica actual, y el grado en que una innovación se percibe como compleja. Comprender este proceso es relevante porque a través de él se nos recuerda que el trabajo de incorporar los ODS al currículo y la práctica pedagógica es un largo viaje; como tal, también conlleva liderazgo institucional, asociación con los docentes y espacio para la reflexión crítica.

En ese marco, la formación docente se convierte en un factor estratégico. La innovación educativa no implica solo la actualización de contenidos, sino el desarrollo de competencias interdisciplinarias que permitan integrar conocimientos de diversas disciplinas para resolver problemas complejos. Para Sánchez Saldaña y Fueyo Hernández (2020), la innovación educativa es un proceso social, por lo que su éxito depende de la habilidad de los docentes para diseñar entornos o ambientes de aprendizaje que estimulen el diálogo, la indagación y la reflexión crítica sobre problemas globales. Ello concuerda con lo dicho por López, Heredia y Zubieta (2019), en el sentido de que los sistemas educativos necesitan incluir metodologías y contenidos dirigidos hacia la sostenibilidad. Esto conlleva una revisión de todo el currículo escrito, enseñado y evaluado.

Por lo anterior, la integración de los ODS se considera importante, ya que no solo es transferir información, sino diseñar experiencias conectadas al ámbito social. Wals (2012) señala que la educación enfocada en la sostenibilidad se fortalece en el momento en el que el conocimiento académico se conecta con la participación en la resolución de problemas reales. En esta medida, los docentes desempeñan un rol clave como promotores de una cultura escolar de compromiso ético y correspondencia, en la que los estudiantes desarrollen una conciencia crítica de la interdependencia de los acontecimientos mundiales.

Conectando con la teoría de la difusión, ésta destaca el papel de los primeros adoptantes como modelos a seguir y agentes de cambio, como propone Rogers (2003). De tal manera, los docentes que inicien con la incorporación de los ODS en su práctica pedagógica serían los adoptantes que demostrarían cómo es posible la integración de los ODS en prácticas pedagógicas sostenibles y motivar a otros colegas a unirse al proceso. Esta dinámica se refuerza a través de la creación de comunidades de práctica (Wenger, 1998), donde los docentes trabajan juntos, comparten, reflexionan sobre el progreso y ajustan colectivamente las innovaciones a sus contextos. Hall y Hord (2015) señalan que el éxito de las innovaciones educativas depende más del apoyo y seguimiento constante que de la introducción inicial de la idea, por lo que requieren políticas institucionales que ofrezcan mentoría, recursos y capacitación continua.

Formación docente para la sostenibilidad y las competencias clave: Pensamiento sistémico y ciudadanía global

La educación para la sostenibilidad es un elemento clave para cambiar los sistemas educativos y para lograr una integración efectiva de los ODS en la educación. Sin embargo, para alcanzar este ideal de educación transformadora, es preciso poner atención a la formación docente orientada hacia la sostenibilidad y superar los enfoques tradicionales que promueven el aprendizaje fragmentado y avanzar hacia modelos que integren el conocimiento científico, los valores éticos y la responsabilidad social. Para Imbernón (2025), la educación para la sostenibilidad supone un cambio de paradigma que invita al profesorado a replantear sus prácticas y pensar en las habilidades que necesitan desarrollar los estudiantes para forjar una mirada crítica y comprometida con la transformación del mundo.

Es el compromiso de nuestras instituciones educativas desarrollar profesionales de la educación con competencias interdisciplinarias que incluyan elementos cognitivos, socioemocionales, éticos y contextuales. La UNESCO (2017) afirma que la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) tiene que formar personas para que

actúen responsablemente a favor de la justicia social, la viabilidad económica y la integridad ambiental. Esto implica que los docentes incorporen en sus prácticas el conocimiento con la vida y la comunidad. Rieckmann (2018) menciona competencias significativas que se pueden adquirir de esta manera: pensamiento sistémico, pensamiento crítico y resolución de problemas integrados, por nombrar tres. Enfatiza que estas no solo pueden enseñarse, sino que deben vivirse, practicarse y modelarse en pedagogías transformadoras basadas en la acción como se propone. Esto produce lo que se identifica como una “pedagogía transformadora orientada a la acción: empoderar y motivar al alumno para convertirse en ciudadanos activos de la sostenibilidad” (Rieckmann, 2018, p. 10).

El pensamiento sistémico está en el corazón de las competencias clave para la sostenibilidad. Como dice Senge (1996), la capacidad de ver interrelaciones en lugar de partes aisladas proporciona una visión de los patrones de cambio que dan forma a fenómenos complejos, afirmando que “el pensamiento sistémico es una disciplina para ver las totalidades” (Senge, 1996, p. 68). Él lo llama: “la quinta disciplina porque es la piedra angular de las cinco disciplinas de aprendizaje [...] Todas esas disciplinas se relacionan con un cambio de enfoque: ver las totalidades en vez de partes” (Romano, 2017). Visto desde este ángulo, tanto profesores como estudiantes pueden interpretar la realidad como un marco multidimensional donde los problemas globales están profundamente interconectados.

La teoría general de sistemas (1968) de Bertalanffy respalda esta visión de que un sistema identifica patrones y relaciones que trascienden los componentes individuales. En el campo de la educación, este enfoque ayuda a ver el aprendizaje no como un proceso en el vacío, sino conectado a elementos como el currículo, el contexto social, la cultura escolar y las experiencias de vida de los estudiantes. Morin (1999), lo expresa mejor que de cualquier otra manera: “Educar implica enseñar a contextualizar, globalizar y conectar lo disperso” (p. 15), una línea sobre la que Senge construye, y una que él insiste deriva en última instancia la esencia misma de este pensamiento al reconocer interrelaciones en lugar de una cadena de causa-efecto directa y lineal, percibiendo procesos de cambio en lugar de ‘instantáneas’ (Senge, 1990).

De acuerdo con Zabala y García (2009), Capra añade a este enfoque la afirmación de que la sostenibilidad requiere reconocer la inseparabilidad de los sistemas humanos y naturales, ya que a partir de su propuesta que denomina “Modelos Sustentables de Vida”, anima a enseñar mediante el eco alfabetismo “basado en un enfoque vivencial, participativo y multidisciplinario, que permita comprender mejor la ecología y la sustentabilidad” (Zabala y García, 2009, p. 237). Este modelo anima a los profesores a crear experiencias de aprendizaje que fomenten la exploración de relaciones, causas subyacentes y consecuencias de acciones individuales y colectivas.

En este sentido, el profesor actúa como mediador y crea el contexto para el aprendizaje de modo que el enfoque sistémico fluya hacia la práctica educativa (Hamel y Pérez de Maldonado, 2012).

La ciudadanía global requiere la promoción de competencias críticas también para la formación de docentes en sostenibilidad. Es por eso que la Educación para la Ciudadanía Mundial de la UNESCO busca crear personas que sean capaces de reconocer las interdependencias del mundo y ser éticamente responsables. La competencia global es “la capacidad de examinar cuestiones locales y globales, apreciar diversas perspectivas y participar en interacciones interculturales de manera efectiva” (OCDE, 2018, p. 4). Deardorff (2006) añade que esta competencia implica desarrollar actitudes y habilidades que permitan la coexistencia respetuosa en un mundo plural. (p. 247). Modelos como KASA (Davies, 2008, p. 12), integran conocimientos, análisis, habilidades y acción para promover una participación activa y comprometida con el bienestar colectivo.

Durante más de diez años, el aprendizaje significativo que promueve la creación de capacidades para una ciudadanía global activa y crítica ha dominado la agenda global, por lo que es cada vez más crucial en su promoción y evaluación. En un entorno cada vez más globalizado, las Competencias de Ciudadanía Global (CCG) se han convertido en un “requisito indispensable para formar ciudadanos capaces de navegar en él” (Díaz et al., 2023, p. 16). La UNESCO ha declarado que “la educación para la ciudadanía global es una respuesta a las necesidades sociales actuales para formar a estudiantes de todas las edades, para que puedan entender y resolver problemas globales” (Díaz et al., 2023, p. 3). De esta manera, la formación docente debe incorporar la EGC como una competencia a desarrollar. En las EGC, la formación docente es la acción para desarrollar “competencias didácticas en los docentes para que sus estudiantes, a su vez, desarrollen competencias ciudadanas” (Díaz et al., 2023, p. 15). Ante esto, es que las EGC son la mejor estrategia en el contenido educativo. Los estudios enfatizan que los educadores deben desarrollar y dominar estas competencias, aunque para el caso de México y otros países latinoamericanos aún es algo difuso.

Hacia un currículo transformador

La inclusión de los ODS, sin lugar a duda, implica un proceso de práctica reflexiva para elaborar los planes de estudio y promover una educación transformadora. Bajo esta idea, la EDS se convierte en un marco pedagógico integral que pretende integrar conocimientos, valores, actitudes y habilidades orientadas hacia la sostenibilidad. Como señala la UNESCO (2024), “la EDS proporciona a las personas las herramientas para actuar con ética y responsabilidad ante los desafíos

globales, siendo la base para alcanzar la Agenda 2030”.

A causa de esto, la incorporación de los ODS no debe ser un elemento añadido o como un cumplimiento normativo, sino un proceso de transformación en el que los sistemas educativos pueden adaptarse para dar respuesta a los problemas contemporáneos con un enfoque humanístico e interdisciplinario. Esto implica adaptar el currículo, alejándolo de aquellos modelos que se centran exclusivamente en la instrucción disciplinaria y memorística, y avanzar hacia modelos que promuevan y favorezcan, como ya se ha expuesto, la acción, la participación y la contextualización del aprendizaje.

La implementación curricular de la EDS supone una articulación sectorial desde la educación infantil hasta la educación superior, integrando temas como el medioambiente, justicia social, políticas mundiales o diversidad cultural de manera transversal. Esta articulación implica formas participativas para fortalecer la conexión entre escuela, comunidad y territorio, de manera que el aprendizaje se transforme en un proceso vivo —experiencia vivencial— y aplicable. Como advierte Núñez Paula (2019), la educación para la sostenibilidad debe acompañarse de prácticas inclusivas en las que se anime a los estudiantes a participar activamente en su aprendizaje y a aplicar el conocimiento en su entorno.

Comparación internacional: España y México

Para los docentes, esta visión puede verse dentro de la estructura de propuestas como la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) en España, que claramente establece la EDS como eje estructural (Montero, 2021, p. 344), con principios como la igualdad de género, los derechos de los niños, el éxito educativo y la competencia digital enunciados. Su transversalidad y el hecho de que sea coherente con los ODS la convierten en un ejemplo internacional de cómo una política educativa puede ser reimaginada basada en los principios de la práctica sostenible. La LOMLOE contiene competencias cívicas, ecológicas y digitales entre el perfil de salida del estudiante, lo que implica una visión holística del desarrollo humano, reflejo de la Agenda 2030. Pero como afirma Montero (2021), aunque se han hecho progresos al vincular el ámbito legal de la educación con una agenda mundial, el éxito de esta reforma depende de una sólida formación docente y recursos dentro de la propia institución. Esto nos recuerda que la sostenibilidad en el currículo no puede promoverse solo a través de la regulación: se necesitan docentes capacitados que estén conscientes e involucrados en lo que enseñan.

La situación en México, por el contrario, es un panorama fragmentado. A diferencia de España, México no cuenta con una ley orgánica que obligue a la

integración de los ODS en el currículo. Por ejemplo, existen iniciativas como la Ley General de Cambio Climático (2018) o colaboraciones entre SEMARNAT y la Secretaría de Educación Pública (SEP), pero la efectividad de estos esfuerzos es mixta debido a problemas administrativos, recortes presupuestarios y falta de continuidad institucional. El Programa Sectorial de Educación 2020-2024 reconoce el ODS 4; sin embargo, no proporciona estrategias claras para asegurar la transversalización de la EDS en los planes y programas de estudio. El INECC (2020) advierte que la falta de formación docente y financiamiento constituye una barrera sustancial para la educación para la sostenibilidad del país.

Estas diferencias obligan a reflexionar sobre la relevancia de adoptar cursos de acción que permitan el fortalecimiento de un currículo sostenible en México. Entre ellos se encuentra el rediseño curricular con un enfoque interdisciplinar, la integración explícita de competencias de sostenibilidad en los perfiles de egreso de cada nivel educativo y la formación continua del profesorado en temas relacionados con la educación ambiental, la ciudadanía global y la EDS. La experiencia española ofrece un ejemplo valioso: la disposición que establece que para 2025 todos los docentes deben haber recibido formación específica en sostenibilidad. Este precedente sugiere la importancia de considerar una actualización de la Ley General de Educación para asegurar que todas las instituciones educativas —públicas y privadas— sigan directrices claras y unificadas orientadas a la Agenda 2030.

Innovación curricular hacia la sostenibilidad: Contextos Globales del Bachillerato Internacional

El progreso curricular en sostenibilidad también requiere prácticas interdisciplinarias. La interdisciplinariedad ya no puede reducirse a una metodología o a una combinación ocasional de materias; es una habilidad cognitiva y ética que puede ayudar a tejer la relación entre el conocimiento, la experiencia y los fenómenos globales. Desde este punto de vista, la interdisciplinariedad está íntimamente ligada al pensamiento sistémico al proporcionar una comprensión de cómo se articulan las diversas entidades del mundo contemporáneo y cómo esa forma de ser puede servir como fuente para remedios innovadores a los problemas actuales. Torres Rivera (2014) enfatiza que “la sociedad del conocimiento exige educadores capaces de integrar saberes diversos y vincularlos con realidades concretas para formar ciudadanos críticos y creativos” (Torres, et al., 2014, p. 132). Por lo tanto, las instituciones deben promover espacios que estimulen el análisis global, la colaboración y la búsqueda de soluciones aplicables, en coherencia con los principios de la EDS.

En particular, una propuesta relevante para la implementación es ofrecida por la Organización del Bachillerato Internacional (IB) y su Programa de los Años Intermedios (PAI), que integra el uso de Contextos Globales como marcos de indagación que permiten la conexión de los contenidos disciplinares con fenómenos locales y globales. Estos marcos —como Identidades y relaciones, Globalización y sostenibilidad o Equidad y desarrollo— están destinados a empoderar a los estudiantes para que reconozcan cómo el conocimiento escolar afecta la forma en que ven, interpretan y cambian su realidad.

El IB recomienda que estos contextos ofrezcan un “lenguaje común para el aprendizaje contextualizado y permiten a los alumnos comprender la relevancia del conocimiento escolar para interpretar y transformar su realidad” (IB, 2024). En esta línea, la EDS se integra naturalmente a medida que los estudiantes toman conciencia de la interdependencia o interconexión de los sistemas globales y, por tanto, pueden dar una respuesta apropiada.

Incorporar los Contextos Globales en el diseño curricular implica conectar interdisciplinariedad, pensamiento sistémico y ciudadanía global en proyectos situados de aprendizaje. Desde un enfoque interdisciplinario, el PAI articula el conocimiento con el mundo real, desarrollando habilidades como la comunicación, la resolución de problemas y la mentalidad internacional (Colegio Colombo Gales, 2024). Con esta finalidad, el docente puede escoger o seleccionar un contexto pertinente a su disciplina, formular una idea conceptual, una idea central, que relacione el contenido con un problema sostenible y crear evaluaciones auténticas donde los estudiantes apliquen su aprendizaje para generar soluciones.

El diseño internacional demanda a los profesores escoger un contexto global que incluya “una perspectiva para la enseñanza y el aprendizaje significativos dentro de un programa de educación internacional” (IB, 2015, p. 10). De este modo, los contextos se convierten en el pilar fundamental de un currículo para el multilingüismo, la comprensión intercultural y el compromiso global. Los profesores los sintetizan al redactar el enunciado de la indagación (la idea central transferible de una unidad). Estos contextos se utilizan por tres razones:

- Hacerlos relevantes: Nos piden que consideremos los problemas y preocupaciones reales de los estudiantes.
- Mejorar la investigación profunda: los contextos globales del PAI actúan como “puntos de partida comunes para indagar en lo que implica la mentalidad internacional” (IB, 2015, p.12)
- Abordar problemas reales: el PAI invita a los profesores a diseñar unidades en torno a ideas y problemas globales importantes, como el cambio climático, los conflictos o el comercio internacionales.

Para utilizar el contexto adecuado, los profesores utilizan preguntas reflexivas: ¿Por qué estamos emprendiendo esta investigación?, ¿Por qué son importantes estos conceptos?, entre otras. Además, se anticipa que a lo largo de sus estudios, los estudiantes deban trabajar en los seis contextos globales que propone el PAI para garantizar una amplia formación en competencia global.

Según el Bachillerato Internacional, la formación docente es vital porque cierra la brecha entre la teoría y la práctica, ya que muchos profesores reconocen la importancia de los ODS, pero necesitan apoyo para integrarlos efectivamente en sus clases. Además, el trabajo profundiza las capacidades pedagógicas al vincular contenidos, abogar por múltiples puntos de vista, diseñar actividades relevantes y abordar la diversidad, lo cual la UNESCO destaca como crítico para transformar el aprendizaje. De tal manera, los profesores capacitados brindan una mejor educación, lo que conduce a una enseñanza de mayor calidad y más relevante que prepara a los estudiantes para responder mejor ante los desafíos y aprovechar las oportunidades.

Conclusiones y propuestas finales

La construcción de un currículo sostenible y transformador depende del desarrollo docente. La formación de los profesores es fundamental para construir un currículo donde puedan integrarse los ODS, y desarrollar las habilidades de diseño educativo contextual, enfoques globales y pensamiento crítico. Como recordó la teoría de la Difusión de Innovaciones (Rodgers, 2003), la efectividad de los nuevos enfoques depende de si se consideran útiles, si se alinean con los valores actuales, si son desafiantes y/o complejos, y si los recursos están disponibles o no.

En la situación mexicana, hacia una educación transformadora, necesitamos cerrar la brecha entre el discurso público y la práctica real. Para ello, se sugieren las siguientes estrategias:

- Actualización normativa: Reformar la Ley General de Educación para incluir explícitamente la Educación para el Desarrollo Sostenible como eje transversal, siguiendo el ejemplo de la LOMLOE en España.
- Formación docente continua: Establecer programas obligatorios de capacitación en sostenibilidad, ciudadanía global y metodologías activas, asegurando que todo el profesorado reciba información específica antes de 2030.
- Currículo interdisciplinario: Rediseñar enfoques como el aprendizaje basado en proyectos (project-based learning) y el aprendizaje servicio (service learning), que vinculen los contenidos escolares con la acción social y comunitaria.
- Acompañamiento institucional: Crear comunidades de práctica y sistemas de mentoría que fortalezcan la colaboración docente y aseguren la continuidad de

las innovaciones educativas.

- Recursos y financiamiento: Garantizar inversión suficiente para materiales, formación y proyectos escolares vinculados con los ODS evitando que la sostenibilidad quede limitada por restricciones presupuestales.

La experiencia internacional demuestra que promover la sostenibilidad en la educación no puede ser simplemente una cuestión de implementación regulatoria, es un asunto que necesita el apoyo de maestros conocedores e involucrados. En este sentido, México tiene la oportunidad de construir un paradigma educativo con innovación, equidad y sostenibilidad integradas, que pueda equipar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI. Por lo tanto, la formación docente es el eje estratégico a través del cual cambiar la cultura escolar y transformar las escuelas en sistemas educativos democráticos e inclusivos comprometidos con la justicia social. Integrar los ODS en el currículo no es solo una tarea técnica, sino también parte de un proyecto cultural y ético que invita a las escuelas a convertirse en lugares de esperanza y acción colectiva.

Referencias

- López, M., Heredia, P., & Zubieta, C. (2018). Educación y desarrollo sostenible: Nuevas tendencias. Editorial Educativa.
- Colegio Colombo Gales. (2024). Programa de los Años Intermedios (PAI): Enfoque interdisciplinario y contextos globales. Bogotá, Colombia: Colegio Colombo Gales.
- Nóvoa, A., & Alvim, M. (2022). La pedagogía del encuentro: Retos y propuestas para la educación contemporánea. Editorial Académica.
- Sánchez Saldaña, C., & Fueyo Hernández, M. (2020). Innovación educativa y sostenibilidad: Procesos y prácticas en la era pospandémica. Editorial Universitaria.
- Sachs, J. D. (2015). The age of sustainable development. Columbia University Press.
- Tilbury, D. (2011). Education for sustainable development: An expert review of processes and learning. University of Exeter and UNESCO.
- Wals, A. E. J. (2012). Learning for sustainability in times of accelerating change. Wageningen Academic Publishers.
- Freire, P. (1970). Pedagogía del oprimido. Siglo XXI.
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press
- Wenger, E. (1998). Communities of practice: Learning, meaning, and identity. Cambridge University Press.
- Bertalanffy, L. von (1968). General System Theory: Foundations, Development, Applications. George Braziller.
- Imbernon, F., (2025,). Opinión: La metamorfosis educativa: un cambio paradigmático hacia la transformación del sistema educativo. El Diario de la Educación. <https://eldiariodelaeducacion.com/2025/04/29/la-metamorfosis-educativa-un-cambio-paradigmatico-hacia-la-transformacion-del-sistema->

educativo/#:~:text=La%20educaci%C3%B3n%20debe%20dejar%20de%20ser%20simplemente,pensamiento%20cr%C3%ADtico%2C%20creatividad%20y%20resoluci%C3%B3n%20de%20problemas. UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. UNESCO Publishing.

Rieckmann, M. (2018). Competencias de educación para el desarrollo sustentable para educadores. En A. Murga-Menoyo (Ed.), Educación para el desarrollo sostenible en la universidad: Reflexiones y perspectivas desde una mirada pedagógica (pp. 145-159). Madrid: UNED.

Senge, P. (1996). The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization. Currency Doubleday.

Senge, P. (1990). Un cambio de enfoque. La Quinta Disciplina.

Hamel, Y. & Pérez de Maldonado, I. (2012). Pensamiento sistémico: Una respuesta a la escuela de la sociedad del conocimiento. Revista EDUCARE, 16(1), 98-120. <https://revistas.investigacion-upelipb.com/index.php/educare/article/view/198>

International Baccalaureate Organization. (2017). Programa de los Años Intermedios: Guía para la implementación.

Torres Rivera, A. D. et al. (2014). Las competencias docentes: el desafío de la educación superior. Innovación Educativa, 14(66). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732014000300008

Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO.

García-Varela, A. B., Iborra, A. y Bruno, L. (2021). Competencias docentes para la educación de una ciudadanía global. CUADERNOS DEL INSTITUTO IKEDA, 4. <https://institutoikeda.ediciones-civilizacionglobal.com/article/competencias-docentes-para-la-educacion-de-una-ciudadania-global/>

Davies, L. (2008). Global citizenship education. En M. Bajaj (Ed.), Encyclopedia of Peace Education (pp. 109–123). Teachers College Press.

Deardorff, D. K. (2006). Identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of internationalization. Journal of Studies in International Education, 10(3), 241–266. <https://doi.org/10.1177/1028315306287002>

UNESCO. (s.f.). Global citizenship education and peace education. <https://www.unesco.org/en/global-citizenship-peace-education>

Marcía, A., & Latorre, M. (2020). Formación docente y sostenibilidad: retos y perspectivas. Revista de Educación Ambiental, 15(2), 56-69.

Núñez Paula, I. A. (2019). Educación para el desarrollo sostenible: hacia una visión sociopedagógica. Redalyc. <https://www.redalyc.org/articulo.oa>

UNESCO. (2014). La educación para el desarrollo sostenible en el curriculum escolar. Informe mundial.

Núñez Paula, I. A. (2019). Educación para el desarrollo sostenible: hacia una visión sociopedagógica. Controversias y Concurrencias Latinoamericanas, 11(19), 291-314. <https://www.redalyc.org/journal/5886/588661549016/html/>

UNESCO. (2024). Educación para el Desarrollo Sostenible. <https://www.unesco.org/es/sustainable-development/education>

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre. BOE-A-2020-17264. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-17264>

Montero, M. D. (2021). Los ODS en el ámbito educativo: una visión crítica de la LOMLOE.

Revista de Educación y Derecho, 23. <https://doi.org/10.1344/REYD2021.23.34443> 9

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2021). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación [Disposición Adicional Sexta]. Boletín Oficial del Estado BOE-A-2020-17264.

Secretaría de Educación Pública. (2020). Programa Sectorial de Educación 2020–2024. https://dgutyp.sep.gob.mx/Estructura/Normatividad/Programa_Sectorial_Educaci%C3%B3n_2020-2024.pdf

UNESCO. (2024). What you need to know about education for sustainable development. <https://www.unesco.org/en/sustainable-development/education/need-know>

Nóvoa, A., & Alvim, N. (2022). Los profesores después de la pandemia. En *Innovación educativa y formación docente en el siglo XXI* (pp. 45–68). Editorial Académica.

International Baccalaureate Organization. (2020). Global contexts: Definitions and explanations [PDF]. Geneva: IBO.

International Baccalaureate Organization. (2025). How the MYP works. Retrieved April 2025, from <https://www.ibo.org/programmes/middle-years-programme/what-is-the-myp/how-the-myp-works/>

International Baccalaureate (IB) Organization. (2015). Elaboración de unidades del PAI.

Nóvoa, A. y Alvim, Y. (2022). Los profesores después de la pandemia. En Rodríguez, M.C. e Imbernón, M. (Coords.) *De las políticas educativas a las prácticas escolares*. Madrid, Morata, 29- 47

Salas, O. Brien, E. (2013) El desarrollo profesional docente, en contextos de cambio. En Poggi, M. (Coordinadora). *Políticas Docentes. Formación, Trabajo y Desarrollo Profesional*, 183-196. Buenos Aires, UNESCO-Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación

López, M.. et al. (2018). *Innovación educativa en tiempos de transformación*. Editorial Educativa.

Sánchez Saldaña, M., & Fueyo Hernández, E. M. (2023). Hacia la construcción de escenarios emergentes de innovación docente. En *Innovación educativa: mirada 360* (pp. 141-158).

Romano, M. (2017, 27 noviembre). El enfoque sistémico hace ver el mundo de otra manera - ACDE Portal Empresa. ACDE Portal Empresa. <https://empresa.org.ar/2017/el-enfoque-sistemico-hace-ver-el-mundo-de-otra-manera/#:~:text=Peter%20Senge%20denomina%20al%20pensamiento%20sist%C3%A9mico%20la,enfoque:%20ver%20totalidades%20en%20vez%20de%20partes>

Zabala G., I. e García T., M. (2009). La Educación del Siglo XXI de acuerdo a la perspectiva del paradigma ecológico: Una Alternativa para la sostenibilidad. *Revista de Investigación*, 68, 233-249.

El Capacho de Maíz como Sustrato para la Producción Sostenible y Escalable del Hongo Comestible *Pleurotus ostreatus*, bajo las condiciones ambientales del GBCMC

The Corn Capacho as a Substrate for the Sustainable and Scalable Production of the Edible Mushroom *Pleurotus ostreatus*, under the environmental conditions of the GBCMC

DOI: 10.64325/5cnp4687

Katherine Serrato Ruge
Gimnasio Bilingüe Campestre Marie Curie y Secretaria de Educación
katherin.serrator@gimnasiomariecurie.edu.co
<https://orcid.org/0009-0008-6529-7227>

Como citar: Serrato Ruge, K. (2026). El Capacho de Maiz como Sustrato para la Producción Sostenible y Escalable del Hongo Comestible *Pleurotus ostreatus*, bajo las condiciones ambientales del GBCMC. In M. Chacón Castro (Ed.), *Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas*. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/5cnp4687>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

La gestión inadecuada de los residuos agroindustriales representa un desafío para el equilibrio medioambiental en Colombia. El presente artículo, evalúa la factibilidad de la reutilización de los ameros de mazorca, como un subproducto agrícola lignocelulósico, como sustrato alternativo para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (orellanas), en el municipio de Mosquera, Cundinamarca. Estos hongos se conocen por su capacidad para degradar compuestos complejos y aportar nutricionalmente a la dieta diaria. La metodología se centró en la estandarización de un protocolo para la preparación (secado, triturado, pasteurización) y la inoculación controlada del sustrato de capacho, en un ambiente ubicado en la sabana de Bogotá, con temperaturas que oscilan entre 4°C y 15°C. Se encontraron resultados óptimos para una producción escalable. Se evalúan las condiciones en su fase luminosa para potenciar su producción y se analizan las ventajas ambientales, económicas y técnicas de este modelo productivo circular en la utilización de cultivos verticales, confirmando que el uso de ameros de mazorca es una ruta tecnológicamente viable y ambientalmente responsable para la producción de proteína sostenible.

Palabras clave: orellanas, *Pleurotus ostreatus*, residuos agroindustriales, capacho de maíz, economía circular, proteína sostenible.

Abstract

The inadequate management of agro-industrial waste poses a challenge to environmental balance in Colombia. This article evaluates the feasibility of reusing corn cobs, a lignocellulosic agricultural by-product, as an alternative substrate for growing the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom) in the municipality of Mosquera, Cundinamarca. These mushrooms are known for their ability to degrade complex compounds and contribute nutritionally to the daily diet. The methodology focused on standardizing a protocol for the preparation (drying, grinding, pasteurization) and controlled inoculation of the corn husk substrate in an environment located in the Bogotá savanna, with temperatures ranging between 4°C and 15°C. Optimal results were found for scalable production. The conditions in its light phase are evaluated to enhance its production, and the environmental, economic, and technical advantages of this circular production model in the use of vertical crops are analyzed, confirming that the use of corn cobs is a technologically viable and environmentally responsible route for sustainable protein production.

Keywords: orellanas, *Pleurotus ostreatus*, agro-industrial waste, corn husks, circular economy, sustainable protein.

Introducción

La creciente presión demográfica y los insostenibles modelos de producción de alimentos han generado una doble crisis que amenaza tanto la seguridad alimentaria como a la estabilidad climática (Godfray et al., 2010; IPCC, 2019). La producción convencional de proteína animal es una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero GEI (Ministerio para la Transición Ecológica 2020, con datos de 2018) y el uso intensivo de recursos naturales como la tierra y el agua, contribuyen significativamente a la huella de carbono (Steinfeld et al., 2006; Tilman & Clark, 2014).

El manejo inadecuado y la disposición final ineficiente de los residuos agroindustriales biodegradables inciden directamente sobre el equilibrio medioambiental, provocando contaminación sobre el suelo, el agua y afectando a la flora y fauna (Aguiar et al. 2022). En regiones agrícolas, los subproductos del procesamiento de maíz y arroz se posicionan como los mayores residuos agroindustriales generados (Grimm, 2018).

El sector agroalimentario busca urgentemente fuentes alternativas de proteína que sean nutritivas y de bajo impacto ambiental. En este contexto, los hongos ofrecen soluciones (Valverde et al., 2015). Los hongos son organismos saprobios fundamentales, responsables de la descomposición de materia muerta y el reciclaje global de nutrientes (Nemecek et al., 2016; Zhang et al., 2020). El cultivo de hongos comestibles ha alcanzado un crecimiento notable, con un mercado mundial estimado en 42 mil millones de dólares anuales (FAO, 2023). El cultivo del género *Pleurotus* (orellanas comestibles) es una estrategia eficiente y representa una de las opciones más populares en el mercado global, siendo uno de los cinco géneros que constituyen el 85% de la producción mundial de hongos cultivados (Royal Botanic Gardens, 2018).

La eficiencia de *Pleurotus* radica en su capacidad ligno-celulolítica, que le permite degradar polímeros complejos presentes en residuos agrícolas, como el bagazo, la cascarilla de arroz, la cáscara de plátano, y el rastrojo o tuza de maíz. El uso de estos subproductos como sustrato promueve la economía circular al transformar desechos contaminantes en alimentos de alto valor, respondiendo una pregunta en el aire:

¿Se puede convertir un problema ambiental en una solución nutricional y económica?

La presente investigación se enfoca en desarrollar un protocolo para la siembra y propagación de hongos del género *Pleurotus* empleando ameros de mazorca como sustrato, en las instalaciones del GBCMC, durante el año 2024-2025, para esto se debe determinar el método de pre-tratamiento más efectivo para el acondicionamiento de los ameros de mazorca, evaluando su viabilidad como sustrato para el *Pleurotus*, posteriormente se debe evaluar la factibilidad de especies del género *Pleurotus* (*P. ostreatus*, *P. djamor* y *P. Pulmonaris*) en la colonización micelial en el sustrato de ameros y por último validar el potencial de este modelo productivo para sistemas alimentarios resilientes, de bajo impacto y con cultivos verticales como alternativa sustentable.

Metodología

Esta investigación es de tipo experimental, ya que con ella se pretende identificar el protocolo más viable para el crecimiento de hongos *Pleurotus* en una zona con una temperatura relativamente baja, entre 8-10°C en el día y en las noches puede bajar entre 4°-8°C (IDEAM Colombia, 2025), ya que el colegio se encuentra ubicado en la sábana de Bogotá en el municipio de Mosquera, Cundinamarca.

Para la selección de sustratos, se recopilaron distintos residuos agroindustriales generados por la mazorca fresca, de estos se hizo una clasificación entre tallos, ameros y tusas, para su preparación estos residuos fueron solarizados (secados al sol), para obtener los valores reales de los residuos, posteriormente fueron triturados haciendo uso de una picadora industrial, debido a los diferentes tamaños obtenidos, se determinó que se empezaría la evaluación del protocolo solamente con los ameros, ya que se pueden obtener tamaños similares de las hojas deshidratadas. Se elaboraron las unidades de producción haciendo las mezclas dentro del laboratorio de Biotecnología Lucia Atehortúa del GBCMC con un peso de 1 Kg, empacadas en bolsas de polipropileno de 2 mm de grosor.

Las unidades fueron llevadas a un proceso de pasteurizaron en una olla industrial al cuarto de calentamiento ubicado en el GBCMC a 90°C al baño maría por un periodo de 5 horas. Pasado este tiempo, son trasladadas al cuarto de siembra, completamente esterilizado con una solución al 10%, Vircon por 10 minutos, 30 minutos de ozono y exposición a radiación UV por 30 minutos.

Para la propagación se utilizó diferentes especies de *Pleurotus* como por ejemplo *Ostreatus*, *Pulmonaris*, *Djamaour* y *Florida* como especies modelo. El inóculo se sembró (5%P/P) a los sustratos en bolsas auto clavadas por un periodo de 20 minutos y se distribuye en capas entre semilla y capacho esterilizado, hasta completar el tamaño de la bolsa se completa con un aro de plástico y un cuadro de tela quirúrgica (previamente auto clavada por un periodo de 20 minutos) como ventana para el intercambio de gases y así permitir la respiración de la unidad productiva. Posteriormente fueron llevadas a invernadero en condiciones oscuras por 25 días, para la propagación del micelio con temperaturas que no superaban los 45°C. Después de la propagación del micelio por toda la unidad es llevada a fase luminosa con un riego automatizado que asegura un porcentaje de humedad relativa del 80 % durante todo el día.

Resultados y Discusiones

Tabla 1. Imágenes de la elaboración y tratamiento de las unidades productivas, foto propia, 2025.

Concepto	Imagen
Selección de materiales	
Formación de unidades	
Proceso de Pasteurización	

Nota: Creación propia

Tabla 2. Resumen de los valores de los pesos de todas las unidades productivas en el invernadero 1, en el periodo de agosto, 2024.

		REPETICION	g TOTAL
1	a	3	194
	b	4	487
	c	5	438
	d		0
2	a	7	243
	b	6	347
	c	5	257
	d	1	116
3	a	4	462
	b	1	110
	c	4	377
	d	5	142
4	a	4	328
	b	2	105
	c	2	58
	d		0
5	a	1	30
	b	5	317
	c		113
	d		0
6	a	4	51
	b	5	338
	c	2	61
	d	1	58
7	a	3	183
	b	5	437
	c		0
	d		0
8	a	6	277
	b		0
	c	3	165
	d		0
9	a	1	40
	b		0
	c		0
	d		0
10	a	2	100
	b	5	272
	c	1	96
	d		0

11	a	3	165
	b	4	55
	c	3	491
	d		0
12	a	6	234
	b	3	339
	c	3	194
	d	1	30
13	a	2	126
	b	4	145
	c	2	171
	d	1	130
14	a	2	578
	b	1	110
	c	3	286
	d		0
15	a	2	63
	b	3	439
	c	1	44
	d		0
16	a	3	183
	b	3	249
	c	1	20
	d		0
17	a	1	60
	b	3	153
	c	1	70
	d	3	215
18	a	3	283
	b	4	304
	c	4	221
	d	5	164
19	a	1	50
	b	2	90
	c	3	221
	d	1	28
20	a	1	154
	b	2	186
	c	1	174
	d	1	76

Discusión

Los resultados obtenidos en la tabla 2, son comparables y, en muchos casos, superiores a los reportados para sustratos lignocelulósicos tradicionales empleados en el cultivo de *Pleurotus*. Diversos estudios han informado rendimientos biológicos entre 80% y 120% para subproductos agrícolas como bagazo de caña o paja de trigo (Pinos-Rodríguez et al., 2009; Royse et al., 2017), lo que reafirma la viabilidad del capacho de maíz como materia prima local.

La alta variabilidad observada sugiere que existe margen para la mejora y estandarización del proceso, especialmente en aspectos de preparación del sustrato, control de riego y posición en la línea vertical del cultivo. Los mejores resultados indican una eficiencia sobresaliente en la conversión de residuos agroindustriales en ostras de alto valor nutricional, aportando evidencia concreta sobre el potencial de este modelo productivo en el marco de la economía circular (Zhang et al., 2020). Estos valores se pueden ver reflejados en la figura 1 y 2 donde se comparan los valores obtenidos según la posición en la unidad vertical, evidenciando que las que tienen mayor contacto con el agua son las más eficientes y así continua el orden decreciente, lo que sugiere una mejora en el riego para que exista mayor homogeneidad en la humedad.

En conjunto, los datos respaldan la adopción de sistemas de producción de hongos en sustratos alternativos como estrategia eficaz para la reducción de la huella ambiental, la valorización de residuos y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria regional. El cultivo de *Pleurotus*, sobre capacho de maíz no solo ofrece altos rendimientos, sino que también se posiciona como ruta tecnológicamente viable y ambientalmente responsable para la producción de proteína sostenible. En conjunto, los datos respaldan la adopción de sistemas de producción de hongos en sustratos alternativos como estrategia eficaz para la reducción de la huella ambiental, la valorización de residuos y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria regional.

Conclusiones

El cultivo de orellanas utilizando residuos agroindustriales es una estrategia viable, sostenible y de bajo costo para la producción de hongos comestibles. La reutilización de estos residuos contribuye al manejo ambiental responsable, promueve el desarrollo de bioeconomías locales y puede ser implementado en pequeña, mediana o gran escala. Existe una alta variabilidad en los resultados de peso total y rendimiento biológico entre los lotes y grupos, lo que indica diferencias

importantes en la eficiencia productiva. Algunos lotes alcanzaron rendimientos muy elevados (hasta 949% y 920% en algunos casos) y pesos totales superiores a 900 g, mientras que otros presentaron rendimientos y pesos muy bajos o nulos. Esta variabilidad refleja que la eficiencia en la producción de *Pleurotus*, sobre capacho de maíz depende significativamente de factores asociados al manejo y condiciones del cultivo, como la preparación del sustrato, la inoculación, humedad. Se recomienda la caracterización química de los residuos utilizados y la optimización de mezclas para mejorar la eficiencia biológica. Esta investigación representa un trabajo transversal entre agricultura, biotecnología y sostenibilidad, característica de los proyectos STEM.

Referencias

- Aranda, O. (s/f). SUSTAINABLE PRIMARY PRODUCTION. Csic.es. Recuperado el 14 de noviembre de 2025, de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/221196/3/VOLUMEN%206.pdf>
- FAO. (2020). The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., et al. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, 327(5967), 812-818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Grimm D, Wösten HAB. Mushroom cultivation in the circular economy. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2018 Sep;102(18):7795-7803. doi: 10.1007/s00253-018-9226-8. Epub 2018 Jul 19. PMID: 30027491; PMCID: PMC6132538.
- IPCC. (2019). Climate Change and Land. Summary for Policymakers.
- Kalač, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 93(2), 209-218. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5960>
- Nemecek, T., Hayer, F., & von Massow, M. (2016). Life cycle assessment of protein production in Europe: comparison of protein sources in human nutrition. **International Journal of Life Cycle Assessment**, 22(2), 121-132. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-3>.
- Pinos-Rodríguez, J.M., Villarreal-Ruiz, L., & Neri-Numa, I.G. (2009). Utilization of agricultural wastes for mushroom production. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 25(4), 603-609. <https://doi.org/10.1007/s11274-008-9853-7>
- Royse, D.J., Baars, J., & Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. **In: edible and medicinal mushrooms**, pp. 5-13. Wiley.
- Sharma, S., Mondal, A. & Kumar, S. (2020). Nutritional and therapeutic potential of *Pleurotus* mushrooms: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 60(23), 3915-3933. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1654745>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., et al. (2006). Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. **Nature**, 515(7528), 518-522. <https://doi.org/10.1038/nature13959>

- Valverde, M.E., Hernández-Pérez, T., & Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. **International Journal of Microbiology**, 2015, Article ID 376387. <https://doi.org/10.1155/2015/376387>
- Zhang, Y., Smith, S.R., & Chen, J. (2020). Environmental benefits of recycling agricultural residues for mushroom cultivation: a case study from China. **Journal of Cleaner Production**, 258, 120818. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120818>
- Zhao, R., Lian, B., Gong, X., et al. (2015). Lignocellulose degradation and metabolism by *Pleurotus ostreatus*: genome and proteome investigations. **Bioresource Technology**, 182, 354-361. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.01.043>

Flipped Learning e Inteligencia Artificial en Olimpiadas de Química: Propuesta metodológica para la innovación en contextos de excelencia educativa

Flipped Learning and Artificial Intelligence in Chemistry Olympiads: A Methodological Proposal for Innovation in Contexts of Educational Excellence

DOI: 10.64325/m3fe0w77

Juan José Sanmartín Rodríguez
Colegio Plurilingüe Vila do Arenteiro
juan@juansanmartin.net, <https://orcid.org/0000-0002-4486-7939>

Como citar: Sanmartín Rodríguez, J. J. (2026). Flipped Learning e Inteligencia Artificial en Olimpiadas de Química: Propuesta metodológica para la innovación en contextos de excelencia educativa. In M. Chacón Castro (Ed.), *Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas*. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/m3fe0w77>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

La Olimpiada Gallega de Química representa un espacio de excelencia donde estudiantes de alto rendimiento desarrollan competencias avanzadas, pero su preparación sigue basándose en metodologías tradicionales. Este trabajo presenta el diseño de una investigación que propone integrar Flipped Learning e Inteligencia Artificial (IA) en la preparación de la prueba. El objetivo general es diseñar, implementar y evaluar un programa formativo innovador, analizando su eficacia, aceptación y escalabilidad territorial. La metodología sigue un diseño de investigación-acción mixto en cinco fases: análisis de necesidades, desarrollo de materiales digitales, implementación en la prueba gallega, extrapolación a otras comunidades autónomas y análisis integrado. Se trabajará inicialmente con 150-200 estudiantes gallegos por edición, recopilando datos cuantitativos (rendimiento académico, analíticas de uso) y cualitativos (entrevistas, cuestionarios, observaciones). Como resultado esperado, se generará un modelo validado, evidencia empírica sobre estas metodologías en contextos de alta exigencia y un repositorio de recursos educativos abiertos transferibles a otros niveles formativos.

Palabras clave: flipped learning; artificial intelligence; chemistry education; scientific competencies; digital educational resources.

Abstract

The Galician Chemistry Olympiad represents a space of excellence where high-performing students develop advanced competencies, but their preparation is still based on traditional methodologies. This work presents the design of a research study that proposes integrating Flipped Learning and Artificial Intelligence (AI) into the preparation for the exam. The main objective is to design, implement, and evaluate an innovative training program, analyzing its effectiveness, acceptance, and territorial scalability. The methodology follows a mixed action-research design in five phases: needs analysis, development of digital materials, implementation in the Galician exam, extrapolation to other autonomous communities, and integrated analysis. The project will initially work with 150–200 Galician students per edition, collecting quantitative data (academic performance, usage analytics) and qualitative data (interviews, questionnaires, observations). As an expected outcome, the project will produce a validated model, empirical evidence on these methodologies in high-demand contexts, and a repository of open educational resources transferable to other educational levels.

Keywords: teacher education, Interdisciplinarity, Education for sustainability, Global citizenship, educational sustainability.

Introducción

Las Olimpiadas de Química constituyen un evento educativo de gran relevancia en el panorama STEAM, atrayendo anualmente a miles de estudiantes con alto rendimiento y motivación hacia las ciencias experimentales. Estos espacios competitivos no solo premian el conocimiento químico, sino que fomentan el desarrollo de competencias científicas avanzadas, pensamiento crítico, resolución de problemas complejos y colaboración entre pares. Sin embargo, existe una paradoja: mientras estas competiciones representan la vanguardia del talento científico juvenil, la metodología utilizada para su preparación permanece anclada en enfoques tradicionales caracterizados por la transmisión unidireccional de contenidos y la

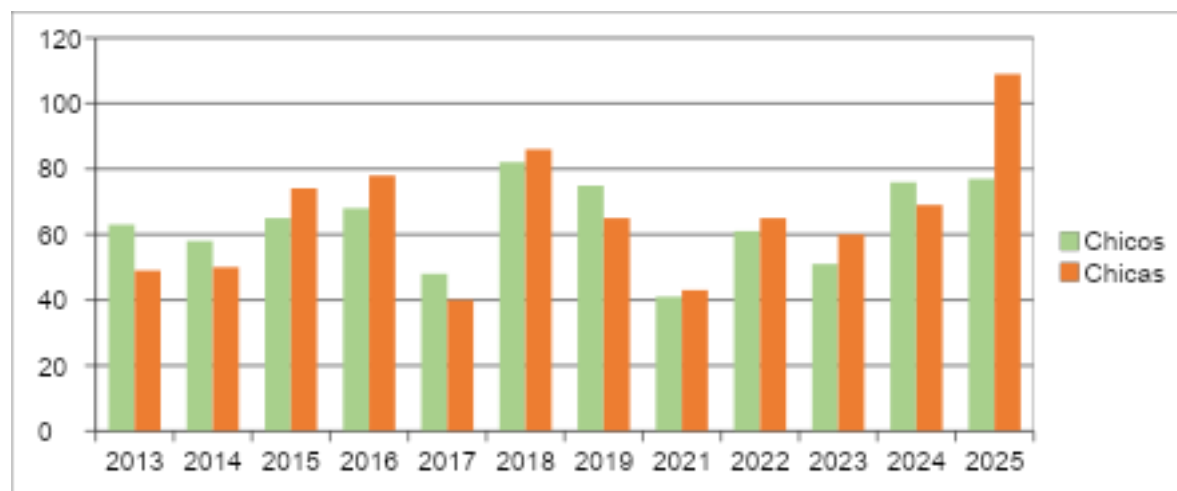
resolución repetitiva de problemas tipo.

El problema de investigación surge de esta contradicción entre el potencial del alumnado participante y las limitaciones metodológicas de su preparación. La literatura reciente en didáctica de las ciencias evidencia que metodologías activas como el Flipped Learning, combinadas con herramientas tecnológicas emergentes como la Inteligencia Artificial, pueden transformar significativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje. El modelo de aprendizaje invertido, fundamentado en la taxonomía de Bloom revisada, propone que los niveles cognitivos inferiores (recordar, comprender) se trabajen de forma autónoma mediante recursos digitales, liberando el tiempo presencial para actividades de mayor complejidad cognitiva como aplicar, analizar, evaluar y crear. Autores como Bergmann y Sams han demostrado la eficacia de este modelo en educación secundaria, mientras que metaanálisis recientes confirman su impacto positivo en el rendimiento académico en disciplinas STEAM.

Paralelamente, la Inteligencia Artificial está revolucionando la educación mediante sistemas de tutoría inteligente, evaluación automática con feedback adaptativo, generación personalizada de ejercicios y analítica predictiva del aprendizaje. En el campo específico de la química, herramientas basadas en IA permiten visualizar estructuras moleculares complejas, simular reacciones químicas y proporcionar explicaciones contextualizadas a dudas específicas. Sin embargo, la investigación sobre la aplicación de estas tecnologías en contextos de alta exigencia académica como las olimpiadas científicas es prácticamente inexistente, constituyendo una laguna en el conocimiento que urge abordar.

Además, las olimpiadas científicas presentan persistentes brechas de género que reflejan problemas estructurales más amplios en la participación femenina en STEAM. Datos nacionales muestran una infrarrepresentación sistemática de estudiantes mujeres en las fases finales de competiciones científicas (Real Sociedad Española de Química, 2013 - 2025), aunque curiosamente este patrón no se replica en el contexto gallego, donde la participación femenina ha mostrado mayor estabilidad histórica (Asociación de Químicos de Galicia, 2013-2025).

Tabla 1. Participación por sexos 2013 - 2025



Nota. Elaboración propia a partir de los datos de participación publicados por la Asociación de Químicos de Galicia (2013-2025) y la Real Sociedad Española de Química (en su web).

La justificación de esta investigación reside en su triple aportación. Desde el punto de vista científico, genera conocimiento empírico riguroso sobre metodologías innovadoras en contextos educativos de excelencia, cubriendo una laguna investigadora significativa. En el plano educativo, responde a las demandas de la LOMLOE sobre aprendizaje competencial, digitalización y metodologías activas, alineándose con el Marco Europeo de Competencia Digital para Educadores (DigCompEdu) y los Planes Digitales de Centro. Finalmente, su diseño modular garantiza transferibilidad más allá del ámbito olímpico: los materiales y estrategias pueden adaptarse a la enseñanza de química en Bachillerato, preparación de la PAU e incluso a otras disciplinas científicas, democratizando el acceso a recursos de excelencia y contribuyendo a reducir desigualdades educativas.

Metodología

El enfoque de investigación-acción resulta particularmente apropiado porque el investigador no solo observa el fenómeno educativo, sino que interviene activamente para transformarlo, generando conocimiento aplicable de forma inmediata en el contexto real de preparación olímpica. El análisis de necesidades y diseño se fundamenta en el análisis documental de datos históricos de las Olimpiadas Gallegas de Química desde 2013 hasta 2025, constituyendo una base longitudinal de trece

ediciones que permitirá identificar patrones de rendimiento, áreas de dificultad recurrentes y evolución de la participación desagregada por género.

El desarrollo de materiales didácticos digitales organizadas según los principios del Flipped Learning. Se crearán videotutoriales de entre cinco y quince minutos sobre conceptos clave de química olímpica, utilizando técnicas de diseño instruccional basadas en la teoría de la carga cognitiva para optimizar el aprendizaje mediante segmentación, señalización y multimedia. Se diseñarán formularios online y cuestionarios interactivos con autoevaluación inmediata que permitan al estudiantado verificar su comprensión. Asimismo, se desarrollarán o adaptarán herramientas basadas en IA que incluyan un chatbot tutor especializado entrenado con problemas olímpicos históricos, generadores de ejercicios adaptativos que ajusten la dificultad según el desempeño individual, y escape rooms digitales gamificados creados con Genially.

Se implementará el programa con estudiantes participantes en las Olimpiadas Gallegas de Química durante dos o tres ediciones consecutivas. La población objetivo incluye aproximadamente ciento cincuenta a doscientos estudiantes de cuarto de ESO (excepcional) y Bachillerato que se preparan anualmente para estas pruebas en centros educativos gallegos. El programa seguirá el modelo FLIP con cuatro componentes: entorno flexible que permita aprendizaje sincrónico y asincrónico; cultura de aprendizaje centrada en el estudiante como protagonista activo; contenido intencional cuidadosamente seleccionado para maximizar el tiempo presencial; y educadores profesionales que actúen como facilitadores del aprendizaje profundo. Durante esta fase se recopilará datos de forma continua mediante analíticas de uso de plataforma digital registrando tiempo de conexión, recursos más consultados, secuencias de navegación y patrones de interacción con las herramientas de IA.

Se plantea la extensión del modelo a otras comunidades autónomas mediante coordinación con organizaciones territoriales de olimpiadas científicas. Al finalizar se realizará análisis integrado de datos cuantitativos y cualitativos mediante triangulación metodológica. Se establecen consideraciones éticas rigurosas cumpliendo el Reglamento General de Protección de Datos. Se solicitarán consentimientos informados escritos al alumnado participante, familias cuando sean menores de edad y profesorado colaborador, explicando claramente objetivos, procedimientos, voluntariedad de participación y derecho de retiro sin consecuencias. Todos los datos personales serán anonimizados en bases de datos con acceso restringido, y las publicaciones derivadas garantizarán la imposibilidad de identificación individual.

Resultados y Discusiones

Dado que esta investigación se encuentra en fase de diseño metodológico, los resultados que aquí se presentan corresponden a hallazgos preliminares del análisis histórico de las Olimpiadas Gallegas de Química y resultados esperados fundamentados en la revisión de literatura, sin constituir aún evidencia empírica derivada de la implementación del programa formativo propuesto, aún en pruebas.

El análisis retrospectivo de datos de participación entre 2013 y 2025 revela tendencias interesantes. La participación total ha mostrado un crecimiento irregular con picos en años específicos probablemente relacionados con esfuerzos promocionales puntuales, mientras que la tasa de participación femenina en Galicia se mantiene relativamente estable en torno al cincuenta por ciento, significativamente superior a la media nacional. Esta particularidad convierte a Galicia en un caso de estudio valioso para identificar factores protectores contra la brecha de género en competencias STEAM. El análisis de problemas históricos clasificados por temática muestra que las áreas con mayor dificultad, información que orientará la priorización en el desarrollo de materiales digitales.

En cuanto a resultados esperados tras la implementación completa del programa, se anticipa que la integración de Flipped Learning generará mejoras medibles en el rendimiento académico. Se espera que el alumnado participante en el programa muestre puntuaciones superiores en las pruebas olímpicas comparado con los datos históricos de características similares, tanto en problemas que requieren aplicación conceptual y razonamiento complejo más que memorización.

Respecto al uso de herramientas digitales e IA, se anticipa alta variabilidad individual en los patrones de interacción. Los datos de analítica de aprendizaje permitirán identificar tempranamente este último grupo y diseñar intervenciones de apoyo específicas.

En términos de satisfacción y percepción, se prevé alta valoración de la autonomía y flexibilidad que proporciona el modelo Flipped Learning, particularmente entre estudiantes con mayor capacidad de autorregulación. Sin embargo, la literatura también advierte sobre posibles resistencias iniciales especialmente entre quienes están acostumbrados a modelos transmisivos tradicionales, requiriendo un período de adaptación y apoyo explícito al desarrollo de estrategias de aprendizaje autorregulado.

La discusión de estos resultados esperados debe situarse en el contexto de las limitaciones inherentes al diseño. La principal limitación metodológica radica en la

ausencia de grupo control estrictamente aleatorizado, dado que razones éticas y prácticas desaconsejan privar a participantes del acceso a recursos potencialmente beneficiosos. Esta limitación se mitigará parcialmente mediante comparaciones con los datos históricos y análisis estadísticos que controlen variables como centro educativo, rendimiento académico previo. Otra limitación es la posible reactividad del alumnado al saberse participante de una investigación, efecto Hawthorne que podría inflar artificialmente los resultados positivos. Finalmente, la transferibilidad de hallazgos a contextos distintos al gallego requerirá validación empírica en la fase de extrapolación a otras comunidades autónomas.

Conclusiones

Este trabajo presenta el diseño metodológico de una investigación que aspira a transformar la preparación de las Olimpiadas de Química mediante la integración sistemática de Flipped Learning e Inteligencia Artificial. Aunque la implementación completa está en fase inicial, las primeras actuaciones permiten extraer conclusiones provisionales y delinear perspectivas futuras.

La revisión de literatura confirma una laguna significativa en el conocimiento sobre metodologías innovadoras en contextos educativos de excelencia. Mientras que Flipped Learning ha demostrado eficacia en enseñanza STEAM regular, su aplicación en contextos de alta exigencia permanece inexplorada. Paralelamente, aunque la Inteligencia Artificial educativa muestra potencial transformador, su integración en educación química avanzada carece de evidencia empírica robusta. No obstante, es imprescindible mantener una postura crítica ante estas tecnologías: la IA presenta limitaciones inherentes relacionadas con sesgos algorítmicos que pueden perpetuar desigualdades existentes, falta de transparencia en los procesos de decisión automatizados, y riesgos de dependencia tecnológica que reduzcan el pensamiento crítico autónomo (UNESCO, 2019). Esta investigación aspira a generar conocimiento transferible que integre las potencialidades de la IA sin ignorar estos desafíos éticos y pedagógicos.

El análisis histórico preliminar de las Olimpiadas Gallegas revela patrones significativos. La estabilidad de la participación femenina gallega frente a la brecha nacional sugiere factores contextuales protectores que merecen investigación específica y podrían informar políticas de equidad de género en STEAM.

El diseño metodológico propuesto, fundamentado en investigación-acción mixta en cinco fases, proporciona un marco riguroso para abordar la complejidad del fenómeno educativo. La combinación de datos cuantitativos y cualitativos permitirá comprensión integral del impacto, mientras que la escalabilidad progresiva

posibilitará evaluar la robustez y transferibilidad del modelo.

Las implicaciones trascienden el ámbito olímpico. El modelo puede adaptarse a la preparación de la PAU, programas de profundización en Bachillerato y otras disciplinas STEAM. El repositorio de recursos educativos abiertos contribuirá a democratizar el acceso a preparación de excelencia, reduciendo desigualdades entre estudiantes con preparación privada y quienes dependen de recursos públicos. Este proyecto representa una apuesta por la innovación metodológica basada en evidencia, con potencial para contribuir al avance del conocimiento en didáctica de las ciencias y a la mejora de la experiencia educativa del talento científico emergente.

Referencias

- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education*, 100, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.006>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. (BOE, 82, 2022-46047-46408).
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (BOE-A-2023-16815). Orden EFP/823/2023, de 19 de julio, por la que se regula el procedimiento para la acreditación de la competencia digital docente, en el ámbito de gestión del Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- O'Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85-95. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002>
- UNESCO. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*. UNESCO Publishing.
- Asociación de Químicos de Galicia. (2013-2025). Datos de participación en las Olimpiadas de Química de Galicia.
- Real Sociedad Española de Química. Olimpiada Nacional de Química: Histórico (2013-2025). <https://rseq.org/olimpiadas-de-quimica/olimpiada-nacional-de-quimica-historico/>

Geometría digital: innovación en el aprendizaje con dibujo asistido por computadora

Digital Geometry: Innovation in Learning with Computer-Aided Drawing

DOI: 10.64325/0kmfw665

Francisco Rodolfo Trejo Nieto
CUT LAGUNA UNIVERSIDAD

fco_trejon@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-8026-1140>

Eduardo Antonio Vázquez Aldaco
CUT LAGUNA UNIVERSIDAD

vazquezaldaco@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-1753-3662>

Verónica Martínez Villafuerte
CUT LAGUNA UNIVERSIDAD

vmvillafuerte@outlook.com, <https://orcid.org/0009-0007-9094-0109>

Como citar: Trejo Nieto, F. R., Vázquez Aldaco, E. A., & Martínez Villafuerte, V. (2026). Geometría digital: innovación en el aprendizaje con dibujo asistido por computadora. In M. Chacón Castro (Ed.), *Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas*. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/0kmfw665>



Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).

Resumen

Este artículo muestra la aplicación de una innovación didáctica en la materia de Dibuja piezas mecánicas asistido por computadora (CAD) contenida en el bachillerato tecnológico de Educación Media Superior (EMS), en la carrera de Electromecánica. El fin de esta innovación fue la de reforzar la comprensión geométrica y el razonamiento espacial apoyado por proyectos prácticos y colaborativos, aplicados en un software de diseño digital. Se aplicó un diseño cualitativo-descriptivo con una muestra no probabilística de estudiantes de quinto semestre, quienes ya tienen un antecedente en dibujo técnico y matemáticas aplicadas. La aplicación fue desde el diseño de figuras y proyecciones básicas hasta piezas electromecánicas más complejas, incluyendo documentos técnicos e interpretación de resultados. En la evaluación, se aplicaron rúbricas y listas de cotejo, para obtener un mejor dominio de conceptos, resolución de problemas, creatividad y trabajo en equipo. Los resultados muestran mejoras en los cuatro criterios, además se generó una mayor motivación y confianza para aplicar lo aprendido en un diseño real. Se concluye que el avance va de lo simple a lo complejo, con el apoyo de un software accesible, esto contribuyó al aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias transversales. Asimismo, se usaron elementos de la metodología de resolución de problemas de Pólya, como guiar al estudiante en la interacción del problema, la planificación de la solución, la ejecución y la verificación de resultados, esto fortaleció la crítica autónoma de los alumnos.

Palabras clave: innovación educativa, resolución de problemas, CAD, electromecánica, educación media superior.

Abstract

Abstract. This article presents the application of a didactic innovation in the subject of Computer-Aided Design (CAD) for Mechanical Parts, part of the Technological Baccalaureate program in Electromechanical Engineering. The aim of this innovation was to reinforce geometric understanding and spatial reasoning through practical and collaborative projects using digital design software. A qualitative-descriptive design was employed with a non-probabilistic sample of fifth-semester students with prior experience in technical drawing and applied mathematics. The application ranged from the design of basic figures and projections to more complex electromechanical parts, including technical documentation and interpretation of results. Rubrics and checklists were used for evaluation to assess students' mastery of concepts, problem-solving skills, creativity, and teamwork. The results show improvements in all four criteria and also generated greater motivation and confidence to apply what they had learned to real-world designs. It is concluded that the progression from simple to complex, supported by accessible software, contributed to meaningful learning and the development of transversal skills. Furthermore, elements of Pólya's problem-solving methodology were used, such as guiding students through problem interaction, solution planning, implementation, and results verification, which strengthened students' independent critical thinking.

Keywords: educational innovations, problem solving, CAD, electromechanics, upper secondary education.

Introducción

El uso de la geometría es una parte importante en la formación de las matemáticas en la Educación Media Superior (EMS), ya que en las carreras técnicas es donde se requiere conocimiento, precisión, razonamiento del espacio y la capacidad de interpretar de planos. En la especialidad de Electromecánica, la geometría resulta esencial para diseñar y ensamblar piezas con exactitud. Y cuando esta es limitada y solo se aplican procedimientos básicos y sin contextualización, los estudiantes muestran desinterés y dificultades para aplicar los contenidos a situaciones reales de

su campo formativo (García & López, 2020).

Es por esto, que se han hecho estudios para proponer estrategias didácticas en las que se aplican metodologías activas y recursos de forma digital para poder interactuar y contextualizar en los aprendizajes. Como por ejemplo el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) esto para que trabajen de forma autónoma y construyan en gran medida a la solución a problemas (Prince & Felder, 2006), esto porque al realizar un trabajo en equipo fortalece la participación y lleva a una estimulación de las habilidades interpersonales (Johnson & Johnson, 2009). Y al utilizar un software de diseño asistido por computadora (CAD) ayuda a tener una representación de manera más exacta las geometrías y esto ayuda a la experimentación en entornos virtuales seguros (Salmerón, Rodríguez & Gutiérrez, 2021), y esto favorece al desarrollo de competencias que se pueden aplicar en la Industria 4.0 (Voronkova et al., 2023).

A pesar de estos logros, aún existe la necesidad de generar estrategias más sistematizadas para aplicar la geometría y así desarrollar un pensamiento lógico y fortalecer la resolución de problemas mediante el uso de herramientas digitales. Es por ello que la metodología de resolución de problemas de Pólya es una alternativa para desarrollar en los alumnos un razonamiento más específico acerca de la geometría a través de sus cuatro fases: comprensión, planificación, ejecución y verificación. Para así obtener una estrategia didáctica con el uso de esta la metodología y apoyada con el uso de un software de CAD, esto con el fin de fortalecer el aprendizaje significativo de la geometría en los estudiantes de la especialidad de Electromecánica de la Educación Media Superior.

Metodología.

Este artículo se basó en un enfoque cualitativo, con un diseño descriptivo con una muestra no probabilística por conveniencia, integrada por alumnos de quinto semestre de la especialidad de Electromecánica, con el fin de describir como los estudiantes aplican los conceptos de geometría en el desarrollo de proyectos de dibujo asistido por computadora, esto a través de su experiencia formativa.

Cabe mencionar que este diseño cualitativo–descriptivo se justifica porque permite comprender y describir las prácticas de los estudiantes a partir de los significados que ellos atribuyen a sus experiencias en contextos reales, sin manipulación de variables (Taylor y Bogdan, 2021). Este enfoque resulta pertinente para analizar cómo aplican los conceptos de geometría en el desarrollo de proyectos de dibujo asistido por computadora.

La población estuvo conformada por 33 estudiantes pertenecientes al Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 97, institución pública federal de nivel medio superior perteneciente a la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI), y adscrita a la Subsecretaría de Educación Media Superior de la Secretaría de Educación Pública. La muestra fue intencional, seleccionada por conveniencia, e integrada por 33 estudiantes de quinto semestre, de los cuales 24.24 % son mujeres y 75.76 % hombres, con edades entre 16 y 18 años. Cabe señalar que la confidencialidad de los estudiantes participantes, se obtuvo de forma verbal, así como el consentimiento informado del grupo, esto con fines académicos y de investigación.

Esta investigación, se llevó a cabo en un entorno educativo con acceso a tecnología computacional limitada, por lo que se emplearon diversos recursos y materiales, tales como: uso de aula, taller, hojas milimétricas, estuche de geometría y equipo de cómputo como elementos de recopilación de datos y esto ayudó a obtener una mejor triangulación de la información y análisis.

El diseño metodológico se basó en la investigación-acción de (Kemmis y McTaggart 1988), con fases de planificación, acción, observación y reflexión. En el diagnóstico inicial se aplicó un cuestionario para identificar conocimientos previos y experiencia en CAD. En la implementación, los estudiantes trabajaron en equipos de tres o cuatro integrantes en proyectos progresivos: desde figuras básicas hasta piezas electromecánicas como soportes, poleas y ejes.

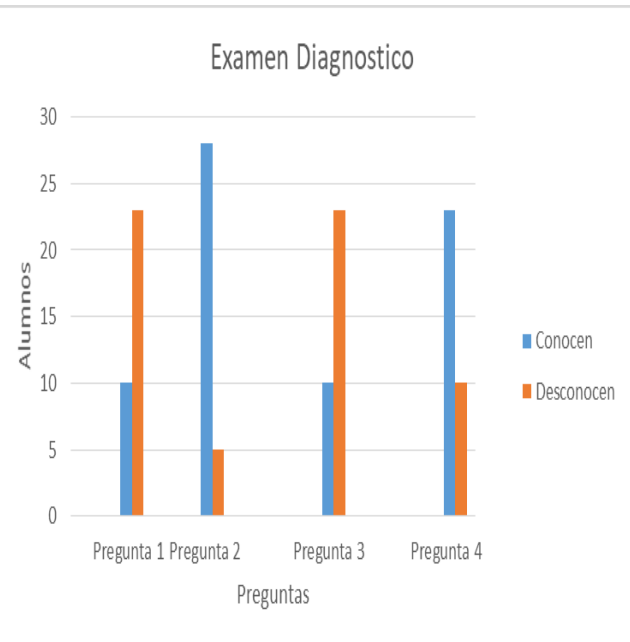
La estrategia se enriqueció con la metodología de Pólya, guiando a los equipos a identificar el problema de diseño (comprender), estructurar la secuencia de operaciones en CAD (planear), ejecutar el modelado (resolver) y finalmente verificar dimensiones y funcionalidad (comprobar). Los productos incluyeron capturas de pantalla de los diseños, listas de cotejo y reportes técnicos y entrevistas cortas. La evaluación se apoyó en rúbricas sobre precisión geométrica, creatividad, resolución de problemas y colaboración.

Resultados y Discusión.

Este estudio se realizó en el marco del módulo de Geometría Aplicada en la carrera de Electromecánica del CBTis No. 97. A lo largo del semestre se implementaron diversas actividades enfocadas en fortalecer la comprensión de los conceptos geométricos mediante el uso del dibujo asistido por computadora (CAD), con el propósito de favorecer la visualización espacial y la aplicación práctica del conocimiento matemático en el ámbito técnico.

Fase 1. Diagnostico.

En esta fase de diagnóstico se aplicó un pequeño examen diagnóstico de 4 preguntas abiertas para identificar conocimientos previos sobre el sistema CAD y la geometría. Los resultados revelaron que, aunque los estudiantes tenían nociones geométricas, no todos conocían los softwares de diseño y su aplicación, después de un análisis estadístico solo un 30 % sabía lo que era software CAD previamente.



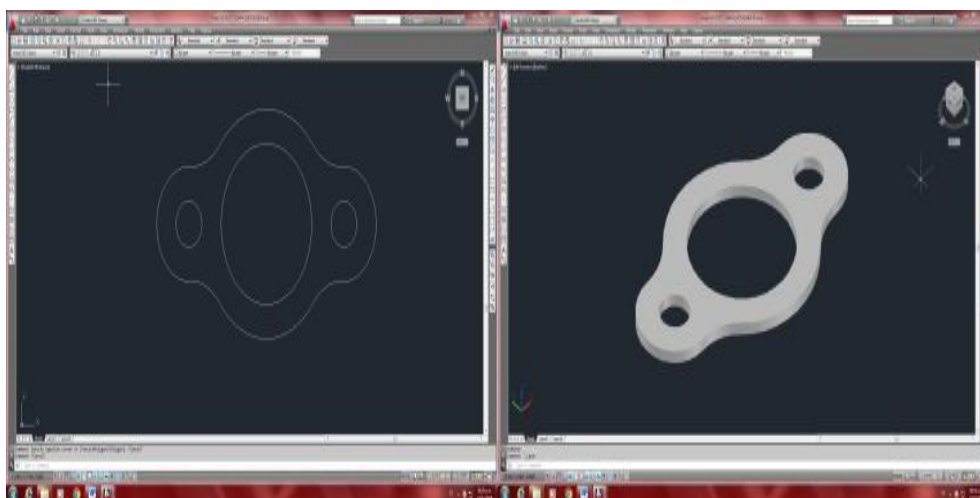
Fase 2. Implementación.

Durante la implementación, en esta fase se llevaron a cabo proyectos prácticos desde lo básico a lo complejo de la geometría, es así que los estudiantes elaboraron diseños desde lo básico hasta una mayor complejidad. La incorporación de la metodología de Pólya permitió que los equipos siguieran un proceso más ordenado y reflexivo: primero describían el problema de diseño, luego planificaban el uso de comandos CAD, ejecutaban el modelado y finalmente revisaban medidas y proporciones, esto con el fin de llevarlo a la práctica en pc y utilizar un software de CAD.

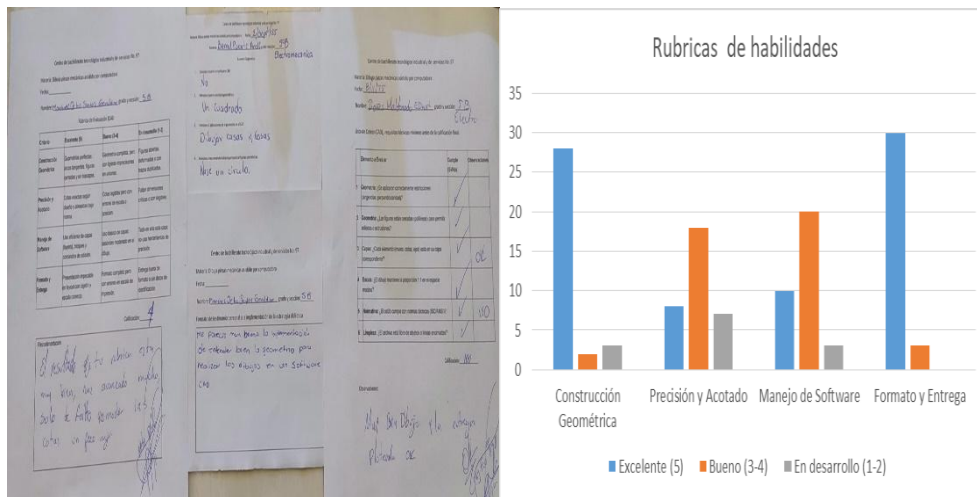


Fase 3. Resultados

Los resultados mostraron avances notables en el dominio conceptual y en la resolución de problemas. Los errores iniciales en proporciones disminuyeron gracias a la verificación sistemática, y también emergió creatividad en propuestas de diseños alternativos, como poleas con variaciones de diámetro o soportes con refuerzos adicionales, además de consolidarse la colaboración mediante roles definidos de diseñador, verificador y documentador.



Finalmente, los testimonios de los estudiantes subrayan que el software CAD les permitió visualizar mejor la geometría, relacionarla con situaciones reales y ganar seguridad en su formación técnica. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que resaltan el valor del CAD en el desarrollo de competencias matemáticas y técnicas (Salmerón et al., 2021; Chacón-Castro et al., 2023).



Conclusiones

El uso de la geometría en el dibujo asistido por computadora (CAD) ayudo a obtener y alcanzar los objetivos generales de la materia para así fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, gracias al uso de actividades que relacionan la teoría con la práctica. Aunado a esto se lograron alcanzar los objetivos específicos de la materia y se desarrolló en los alumnos un pensamiento más crítico, y una autonomía que pueden aplicar en entornos reales, esto con la ayuda de la metodología de Pólya en los procesos de diseño. Esto apoya y fortalece la práctica docente, así como la de alcanzar el desarrollo de competencias específicas en la formación técnica.

Su importancia está ayudar el fortalecimiento del aprendizaje significativo y así preparar a los estudiantes para enfrentar los retos de la Industria 4.0, al utilizar herramientas digitales para desarrollar en ellos un razonamiento matemático. Como apoyo para futuras etapas, y así llevar esta estrategia hacia nuevos proyectos interdisciplinarios para integrar simulaciones, ensamblajes y componentes automatizados, para fortalecer la formación innovadora e integral de los estudiantes en el ámbito tecnológico. El estudio aplicado en el CBTis No. 97 dio muestra que la aplicación de la geometría con el uso de software CAD fortaleció en gran medida a la enseñanza en la formación técnica.

Esta unión entre teoría, práctica y tecnología impulsa el aprendizaje, la innovación y prepara a los estudiantes para hacer frente a los nuevos retos de la Industria 4.0.

Referencias

- Chacón-Castro, M., Buele, J., López-Rueda, A. D., & Jadán-Guerrero, J. (2023). Pólya's methodology for strengthening problem-solving skills in differential equations: A case study in Colombia. *Computers*, 12(11), 239. <https://doi.org/10.3390/computers12110239>
- García, M., & López, J. (2020). Estrategias para la enseñanza de la geometría en educación media superior. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 23(2), 45–60.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365–379. <https://doi.org/10.3102/0013189X09339057>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner*. Deakin University.
- Salmerón, L., Rodríguez, A., & Gutiérrez, R. (2021). Uso de software CAD en la formación de competencias espaciales en educación técnica. *Educación XX1*, 24(2), 177–198. <https://doi.org/10.5944/educxx1.28561>
- Voronkova, O., Kovalenko, K., & Petrova, S. (2023). Digital learning environments and Industry 4.0 competencies in technical education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1–17.

Cielos patrimoniales: la arqueoastronomía como herramienta para la valoración del patrimonio cultural-científico

Heritage skies: archaeoastronomy as a tool for the appreciation of cultural-scientific heritage

DOI: 10.64325/xwtc2491

Marcela Peña Barajas
Universidad Externado de Colombia
marcelapb.arq@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0074-9745>
Rigo Daniel Julián Arias Carrero
Universidad Nacional de Colombia
riariasc@unal.edu.co, <https://orcid.org/0009-0003-6568-8731>

Como citar: Peña Barajas, M., & Arias Carrero, R. D. J. (2026). Cielos patrimoniales: la arqueoastronomía como herramienta para la valoración del patrimonio cultural-científico. In M. Chacón Castro (Ed.), *Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas*. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/xwtc2491>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

En este trabajo reflexionamos sobre la arqueoastronomía como una herramienta activa para el proceso de valoración de un bien de interés cultural, aportando en la dinámica de conservación del patrimonio cultural, en clave de un trabajo participativo y situado. Partimos desde la presentación de los conceptos claves y la problemática relacionada con este enfoque investigativo. Posteriormente, hablaremos de cómo el patrimonio se construye como conjunto de significados y prácticas vivas entre comunidad-territorio-cielo-cultura, así como del papel del profesional de patrimonio en esta dinámica. La metodología postulada se articula con el proceso de valoración participativa, de acuerdo con la legislación colombiana vigente, además de proponer cinco fases: (1) co-diagnóstico comunitario, (2) observación guiada del cielo vinculada a memorias y lugares, (3) registro y análisis interdisciplinario, (4) interpretación y contraste y (5) declaratoria y salvaguardia. Ilustraremos formas de relacionamiento con el cielo, así como un análisis de la influencia de las investigaciones de arqueoastronomía como salvaguardia del cielo como patrimonio cultural. Finalmente, consideramos que la propuesta es adaptable a comunidades rurales o urbanas, en donde sirva como herramienta para generar discursos y una posible protección que permita contribuir a la comprensión del cielo como patrimonio común.

Palabras clave: patrimonio cultural, arqueoastronomía, metodologías activas, participación comunitaria, cultura material.

Abstract

In this work, we reflect on archaeoastronomy as an active tool in the process of assessing a cultural heritage asset, contributing to the conservation dynamics of cultural heritage through a participatory and situated approach. We begin by presenting the key concepts and the issues related to this research perspective. We then discuss how heritage is constructed as a set of meanings and living practices among community-territory-sky-culture, as well as the role played by heritage professionals within this dynamic. The proposed methodology aligns with the participatory assessment process established in current Colombian legislation and outlines five stages: (1) community co-diagnosis, (2) guided sky observation linked to memories and places, (3) interdisciplinary documentation and analysis, (4) interpretation and cross-comparison, and (5) declaration and safeguarding. We illustrate different ways of relating to the sky and analyze how archaeoastronomical research influences the safeguarding of the sky as cultural heritage. Finally, we consider that this proposal can be adapted to rural or urban communities, where it may serve as a tool for generating narratives and enabling possible protective measures that contribute to understanding the sky as shared heritage.

Keywords: cultural heritage; archaeoastronomy; active methodologies; community participation; material culture.

Introducción

El patrimonio cultural constituye un campo dinámico en el que convergen significados, memorias y prácticas construidas colectivamente por las comunidades en relación con su territorio, la cultura material, las tradiciones inmateriales y, de manera fundamental, aunque frecuentemente subestimada, el cielo. En la normativa colombiana, este concepto se define según la Ley 1185 de 2008, en donde el patrimonio cultural de la Nación está conformado por “todos los bienes materiales, las manifestaciones inmateriales, los productos y las representaciones de la cultura que son expresión de la nacionalidad colombiana”. Esta formulación evidencia que el

patrimonio abarca un conjunto diverso tanto de prácticas como de significados que se articulan en la vida social de diversas comunidades, manifestándose de forma material como inmaterial.

Sin embargo, tal como señalan Bastidas y Vargas (2013), la definición legal no agota la complejidad del patrimonio cultural, pues éste adquiere sentido en la medida en que está conformado por “todo aquello que nos remite a nuestra identidad” (Cuetos, 2011 en Bastidas y Vargas, 2013 p.23), constituyendo una construcción social dinámica, donde intervienen memorias, prácticas, experiencias y los modos en que una comunidad se vincula con su historia y su territorio. Esta mirada se articula con la propuesta teórica de Laurajane Smith (2006), quien plantea que el patrimonio es un proceso mediante el cual las sociedades expresan pertenencias y actualizan colectivamente su memoria.

A partir de esta comprensión del patrimonio como una construcción colectiva y dinámica, surge entonces la pregunta por la manera en que dichos significados se identifican, analizan y justifican dentro de los mecanismos de valoración cultural en Colombia. Como señalan Bastidas y Vargas (2013), teniendo en cuenta la propuesta de Mincultura (2005), valorar implica reconocer la interacción entre tres elementos fundamentales: el objeto o manifestación cultural, el sujeto (o comunidad) que le atribuye sentido, y el contexto sociocultural en el que ambos se inscriben. La valoración es, por tanto, un ejercicio situado, en el cual influyen experiencias sociales, memorias colectivas, prácticas culturales, así como los usos históricos o contemporáneos del bien.

Es así, que el Ministerio de Cultura, a partir del Decreto 763 de 2009, establece que la valoración patrimonial en Colombia se organiza en torno a tres valores base: el histórico, el estético y el simbólico. Por un lado, el valor histórico se refiere a la capacidad del bien para aportar información sobre procesos, tecnologías, modos de vida o acontecimientos del pasado. Continuando con el valor estético, el cual atiende a cualidades formales como diseño, composición, técnicas, estilos y criterios propios de las artes y la arquitectura. Por otra parte, el valor simbólico reconoce memorias, creencias, así como vínculos identitarios que las comunidades atribuyen al bien.

Sin embargo, investigaciones recientes como las de Cerón et al. (2014) han señalado la necesidad de ampliar estas categorías para casos específicos en los que los bienes aportan información relevante sobre conocimientos especializados o sistemas culturales complejos. Es así, que se retoma la propuesta de Russell y Winkworth (2008) para incluir el valor científico o investigativo, especialmente pertinente cuando se trata de bienes que permiten comprender tecnologías, prácticas cognitivas o sistemas de observación astronómica desarrollados por sociedades pasadas.

Este cuarto valor, ha demostrado ser de gran utilidad en casos donde la cultura material y su relación con fenómenos naturales ofrece claves para interpretar la manera en que grupos humanos construyeron conocimiento. En particular, las estructuras, paisajes y objetos asociados con prácticas astronómicas requieren un lugar más visible dentro de la valoración patrimonial, pues permiten comprender procesos de observación, organización del tiempo, desarrollo de calendarios, ritualidad y modos de habitar el territorio que han sido históricamente centrales para diversas comunidades.

Dentro de este entramado emerge la arqueoastronomía como una disciplina interdisciplinar que pertenece al campo de la arqueología, dado que su objetivo central es comprender cómo las comunidades del pasado se relacionaron con los fenómenos que ocurren en el cielo. Esta disciplina se ocupa de estudiar la correspondencia entre materialidades (como orientaciones arquitectónicas, estructuras líticas o marcadores paisajísticos) y eventos celestes, con el fin de interpretar comportamientos sociales, prácticas rituales, e incluso, sistemas de pensamiento vinculados al cosmos (Cerdeño Serrano & Rodríguez Caderot, 2008).

Su carácter híbrido combina técnicas analíticas rigurosas propias de la astronomía y la geodesia, como la determinación precisa de acimutes y la reconstrucción del cielo antiguo, con preguntas arqueológicas y antropológicas (Cerdeño y Rodríguez, 2008). Es así, que se puede interpretar y valorar los posibles significados que estos fenómenos tuvieron para quienes los observaron, abriendo así una ventana a las dinámicas sociales (entre las que se encuentran relaciones económicas, rituales e identitarias) que articulan la vida de una comunidad con el movimiento del firmamento.

De esta forma, en el presente artículo ofrecemos otra perspectiva a ideas que señalan la limitada incorporación del cielo nocturno dentro de las políticas y normativas patrimoniales vigentes, lo cual ha dificultado la protección de lugares con potencial científico y cultural (Goez y Vargas, 2021). Finalmente, postulamos una propuesta desarrollada desde la práctica interdisciplinaria, en la cual la arqueoastronomía se concibe como un enfoque activo para fortalecer la valoración del patrimonio cultural-científico. A partir del uso de metodología activas, se organizan procesos participativos que buscan que las comunidades reconozcan su relación histórica y contemporánea con el cielo, identifiquen los valores patrimoniales asociados, comprendan las implicaciones normativas de estos valores, generando acciones de salvaguardia ajustadas a su realidad.

Metodología

La metodología se fundamenta en dos pilares articulados, por un lado, la valoración participativa del patrimonio como proceso de construcción colectiva y toma de decisiones compartidas (Bastidas y Vargas, 2013). Por otra parte, los enfoques de metodologías activas, que permiten concebir a las comunidades como protagonistas de su propio aprendizaje y no como receptoras pasivas de información.

Este enfoque pedagógico destaca que la comunidad tiene la primera prioridad en el proceso de aprendizaje, el experto viene a ser el mediador entre los nuevos contenidos y los conocimientos locales previos, acoplándose a su propia estructura conceptual (Baró Cáliz, 2011). En este sentido, la población objeto del estudio está conformada por las comunidades que se integran activamente en los procesos de valoración patrimonial. La selección de la muestra se debe realizar a partir de un muestreo intencional, considerando como criterio de inclusión la participación activa en dichos procesos de valoración y el interés manifiesto en las dinámicas propuestas, mientras que se deben excluir aquellos participantes con una vinculación esporádica o meramente observacional.

Como señalan Bernal y Martínez (2009), las metodologías activas se sostienen en la idea de que los aprendizajes se vuelven significativos cuando las experiencias son relevantes para quienes participan y se construyen en diálogo con los otros. De esta manera, la muestra debe estar compuesta por un grupo diverso de participantes, cuyas características demográficas reflejen la heterogeneidad propia de la comunidad.

La integración entre metodologías activas con la valoración patrimonial genera un marco metodológico coherente y adaptable, que permite situar la participación comunitaria como núcleo del proceso. En este sentido, la arqueoastronomía se presenta como un medio para generar preguntas, así como para acompañar procesos de descubrimiento que hacen que la valoración del patrimonio se convierta en una experiencia compartida y situada.

En términos operativos, el primer momento corresponde a un co-diagnóstico comunitario, entendido como un proceso que permite plantear las preguntas iniciales, identificar los lugares de sentido asociados al cielo y comprender las prácticas culturales que se articulan con la observación del firmamento. A partir de allí se desarrolla la observación guiada del cielo, planteada como una experiencia de descubrimiento y de construcción colaborativa de sentido entre la comunidad en compañía de los profesionales, coherente con el énfasis que Bernal y Martínez (2009) atribuyen al carácter social e interactivo del aprendizaje.

Posteriormente, se realiza un proceso de registro y análisis interdisciplinario, en el

cual se documentan datos provenientes del paisaje, su orientación, su visibilidad celeste, la cultura material y los saberes locales. Esta fase se articula con la metodología de valoración participativa, pues se orienta a la identificación y análisis de los valores atribuidos por la comunidad, considerando el valor histórico, estético, simbólico y científico (Bastidas y Vargas, 2013; Cerón et al. 2014). Este análisis prioriza la coherencia cultural y evita lecturas deterministas o reduccionistas.

El ciclo metodológico culmina con la interpretación, devolución y salvaguardia, donde los resultados obtenidos se transforman en recomendaciones, materiales didácticos, así como acuerdos de manejo construidos colectivamente. Esta etapa refleja lo que las metodologías activas señalan como el carácter funcional y aplicado del aprendizaje: los conocimientos adquieren sentido cuando se vinculan a decisiones reales, priorizando el manejo cotidiano del bien (Baró Cálciz, 2011; Bernal y Martínez, 2009). Al mismo tiempo, la propuesta de valoración participativa promueve la formulación de una declaración como Bien de Interés Cultural ante los entes administrativos, así como una significación cultural y la definición de lineamientos de gestión que la comunidad, como las instituciones gubernamentales, reconocen, comprenden y asumen (Bastidas y Vargas, 2013).

Este marco pedagógico y patrimonial permite que la arqueoastronomía se configure como una herramienta eficaz para la valoración del patrimonio cultural-científico, en tanto promueve procesos de aprendizaje situados y fortalece la agencia comunitaria en la construcción de significados y en la toma de decisiones sobre la salvaguardia del patrimonio. De manera complementaria, de acuerdo al desarrollo de la valoración con la comunidad relacionada, rigen consideraciones éticas orientadas a garantizar el respeto por las comunidades participantes, incluyendo la obtención de consentimientos informados y el tratamiento adecuado de la información compartida. A, de acuerdo al desarrollo de la valoración con la comunidad con la que se trabaje.

Discusiones

Como se observó en el apartado anterior, la arqueoastronomía además de servir como una metodología complementaria a la valoración patrimonial se puede configurar como una herramienta pedagógica para articular preguntas antropológicas y arqueológicas con procedimientos de astronomía observacional, la arqueoastronomía entonces activa un enfoque STEAM+H en el que la exploración científica social se entrelaza con la científica natural.

Así, los participantes desarrollan una construcción colaborativa de

conocimiento, coherentes con los principios de aprendizaje significativo y activo descritos tanto por Baró Cáliz (2011) como por Bernal y Dueñas (2009). Esta integración disciplinar permite al patrimonio convertirse en un espacio de experimentación donde se comprenden fenómenos astronómicos, se interpretan evidencias materiales y se reconocen los valores que dan sentido a la experiencia del aprendizaje colectivo.

Por otra parte, desde la perspectiva de la valoración patrimonial, integrar esta metodología permite aproximarse a la pregunta de por qué ciertos objetos o lugares llegan a constituirse en referentes significativos para una comunidad. Bastidas y Vargas (2012) subrayan que los valores patrimoniales son el resultado de relaciones históricas, sociales y culturales entre sujetos y contextos, por lo que pueden transformarse a lo largo del tiempo o variar entre diferentes grupos sociales. En coherencia con esta idea, la arqueoastronomía hace visible cómo la relación con el cielo contribuye a configurar estos valores, otorgándole sentido al territorio; la valoración reconoce procesos de significación en curso, en los que la comunidad participa activamente.

Esta metodología se inscribe además en un marco jurídico que ofrece herramientas para reconocer el lugar de la ciencia dentro del patrimonio cultural. En la ley general de patrimonio (Ley 1185 de 2008), establece que el patrimonio cultural de la Nación incluye bienes y manifestaciones a los que se les atribuye, entre otros, especial interés científico (Congreso de la República de Colombia, 2008). Esta formulación, respalda la necesidad propuesta por Cerón et al. (2014) de considerar el valor científico como parte de la normativa relacionada con los procesos de valoración patrimonial de ciertos bienes, abriendo la posibilidad de considerar las prácticas de observación del cielo, los dispositivos materiales asociados a ellas y los conocimientos que las sustentan como parte del patrimonio cultural.

En el marco de esta estructura, un bien puede ser declarado Bien de Interés Cultural (BIC) cuando demuestra poseer uno o más de estos intereses de manera suficientemente significativa, y cuando su protección resulta pertinente para la memoria colectiva, el conocimiento histórico o el fortalecimiento de la identidad. Ser BIC no es una cualidad intrínseca del objeto, sino el resultado de un proceso de análisis y justificación que debe demostrar su relevancia cultural de acuerdo con los criterios establecidos en la normativa (Bastidas & Vargas, 2013).

Finalmente, esta propuesta, difiere en cierta medida de lo que advierten Goez y Vargas (2021), al resaltar la escasa inclusión de lineamientos específicos que reconozcan el cielo como patrimonio, dificultando el “crecimiento necesario con el que se pueda valorar el cielo como patrimonio científico, cultural” (p. 135). Los procesos aquí descritos muestran que sí es posible avanzar en esa dirección siendo capaz de

sustentar la reivindicación del cielo como posible parte del patrimonio cultural-científico de las comunidades y de la Nación. Comenzar a implementarlos disminuiría la brecha entre el potencial de enfoques como la arqueoastronomía y la manera en que el cielo y los saberes asociados a él aparecen en los instrumentos de gestión patrimonial.

Conclusiones

De cara a trabajos futuros, resulta fundamental aplicar esta propuesta metodológica a estudios de caso puntuales en Colombia que ya han sido identificados como contextos con potencial arqueoastronómico. Entre ellos se encuentra el Parque Arqueológico de Monquirá, interpretado como un observatorio prehispánico donde la disposición de los monolitos en relación con la trayectoria del Sol permiten explorar de manera concreta la articulación entre cultura material y formas de ver el cielo (Sanchez, 2021) o el caso del Humedal Jaboque como un sitio posiblemente empleado por las comunidades prehispánicas para la observación del cielo, la agricultura y el manejo hidráulico del territorio (López et al., 2008).

De igual forma, el caso del *Almanaque Bristol*, ampliamente difundido en el territorio colombiano y utilizado como referente para calendarios agrícolas y de pesca, abre la posibilidad de analizar cómo un impreso popular condensa saberes astronómicos que siguen influyendo las decisiones cotidianas de numerosas comunidades y en consecuencia, en la construcción identitaria de las mismas. Así mismo, se encuentra un sitio de interés más tardío, el Observatorio Astronómico Nacional, un edificio que fue pionero en los avances científicos del país, que si bien ha sido analizado desde una propuesta de intervención patrimonial (Reyes, 2020), también podría complementarse desde el enfoque de carácter arqueoastronómico.

Es así, que finalmente, estas líneas de investigación futura contribuirán a consolidar la arqueoastronomía como un enfoque participativo para la valoración del patrimonio cultural-científico en el contexto colombiano.

Referencias

- Avrami, E. (2000). Values and Heritage Conservation. The Getty Conservation Institute, Summer.
- Bastidas, M. F. y Vargias, M. M. (2013) Propuesta metodológica para la valoración participativa de testimonio de museos y entidades culturales en Colombia. Universidad Externado de Colombia.
- Bourdieu, P. (1977). Outline of a theory of practice. Cambridge University Press.
- Block, D. (2013). The agency of habitus: Bourdieu and language-at-work. *Language, Culture and Curriculum*, 26(2), 124–140.
- Cerón, A., Vargas, M. M., & Gamboa Sierra, W. (2014). Xiuaté, un legado por conservar: Valoración participativa del patrimonio cultural de Sibaté. Universidad Externado de Colombia.
- Congreso de la República. (1997, 7 de agosto). Ley 397 de 1997, por la cual se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomento y estímulos a la cultura, y se crea el Ministerio de Cultura. *Diario Oficial* 43.102. Colombia.
- Congreso de la República. (2008, 12 de marzo). Ley 1185 de 2008, por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 —Ley General de Cultura—. *Diario Oficial* 46.929.Colombia.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2009, marzo 10). Decreto 763 de 2009: Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 814 de 2003 y 397 de 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al patrimonio cultural de la Nación de naturaleza material. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=35447>
- Góez Therán, C., & Vargas Domínguez, S. (2021). Cielos oscuros como patrimonio científico y cultural de la humanidad: Una base para el desarrollo del turismo científico, responsable y sostenible en Colombia. En *Desarrollo sostenible: Casos y aplicaciones en el contexto colombiano* (pp. 133–154). Universidad Libre; Universidad EAN.
- López, L. F., López, C. E., & Ospina, G. (2008). Los observadores de Scorpius: maíz, astronomía y sistemas hidráulicos en el humedal de Jaboque–Engativá. Siglos x-xviii d. C. C. López, y G. Ospina (comp.), *Ecología histórica. Interacciones sociedad-ambiente a distintas escalas socio-temporales*, 235-248.
- Ministerio de Cultura [MinCultura] (2005). Manual para inventarios de bienes culturales muebles. Bogotá.
- Reyes, L. M. (2020). Propuesta de intervención para el observatorio astronómico nacional. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78695>
- Russel, R. & Winkworth, K (2009). Significance 2.0. A guide to assessing the significance of collections. Australia: Collection Council of Australia.
- Smith, L. (2006). Uses of heritage. Routledge.
- Sánchez, H. N. (2021). Archaeoastronomy at the Villa de Leiva Archaeological Site, A Reinterpretation. *Journal of Skyscape Archaeology*, 7(2).

MIC-PFL Micro - Eficiencia energética en trayectos fluviales turísticos mediante el uso de combustibles ecológicos: un estudio en el Amazonas colombiano

MIC-PFL Micro - Energy Efficiency in Tourist River Journeys through the Use of Green Fuels: A Study in the Colombian Amazon

DOI: 10.64325/zgw32q82

James Steven Sastre Rodríguez
Fundación Universitaria Internacional de La Rioja (UNIR)
jamessteven.sastre355@comunidadunir.net
<https://orcid.org/0009-0000-2100-1238>

Lina Rosenda Bonilla Rueda
Fundación Universitaria Internacional de La Rioja (UNIR)
linarosenda.bonilla@unir.net, <https://orcid.org/0000-0001-8046-6967>

Como citar: Sastre Rodríguez, J. S., & Bonilla Rueda, L. R. (2026). MIC-PFL Micro - Eficiencia energética en trayectos fluviales turísticos mediante el uso de combustibles ecológicos: un estudio en el Amazonas colombiano. In M. Chacón Castro (Ed.), Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/zgw32q82>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

En este estudio se ha evaluado la viabilidad técnica y socioeconómica de la transición a biocombustibles del transporte fluvial turístico en la Amazonía colombiana. Mediante una metodología mixta, el análisis ha combinado simulaciones de eficiencia energética y emisiones de CO₂ con un marco teórico interdisciplinario que aborda las barreras estructurales y contextuales. A su vez, los hallazgos demuestran una reducción de hasta el 90% en emisiones y del 50% en consumo energético, notando viabilidad en la implementación de un modelo de escalamiento en una primera fase. Si bien, la viabilidad real depende de la articulación de políticas públicas diferenciadas, el fortalecimiento de la gobernanza y la participación comunitaria para superar las barreras institucionales y de mercados locales.

Palabras clave: ecoturismo, energía de la biomasa, internacionalismo, transporte, medio ambiente.

Abstract

This study has evaluated the technical and socioeconomic feasibility of transitioning to biofuels for tourist river transportation in the Colombian Amazon. Using a mixed-methods approach, the analysis combined simulations of energy efficiency and CO₂ emissions with an interdisciplinary theoretical framework that addresses structural and contextual barriers. In turn, the findings show a reduction of up to 90% in emissions and 50% in energy consumption, noting the feasibility of implementing a scaling model in an initial phase. However, actual feasibility depends on the coordination of differentiated public policies, the strengthening of governance, and community participation to overcome institutional and local market barriers.

Keywords: ecotourism, biomass energy, internationalism, transport, environment.

Introducción

El transporte fluvial, crucial en ecosistemas hídricos vulnerables en la Amazonía colombiana, enfrenta desafíos ambientales significativos debido a la dependencia de combustibles fósiles para el tránsito fluvial de cargas, pasajeros, y/o habitantes de zonas aledañas. La combustión tradicional libera hidrocarburos, así como metales pesados y óxidos de nitrógeno que deterioran la calidad del agua, afectando directamente la biodiversidad y las cadenas tróficas. Esta contaminación se agrava por actividades como la minería no regulada, la cual libera mercurio con un impacto acumulativo y persistente en especies acuáticas y comunidades ribereñas. “En las cuencas del Amazonas y el Orinoco, el mercurio se ha liberado de la minería de oro artesanal e industrial desde la época colonial, así como resultado de la deforestación y la quema de bosques primarios, que liberan depósitos naturales de metilmercurio, afectando a la fauna local de vertebrados acuáticos.” Mosquera-Guerra et al. (2019, traducción propia). La transición hacia energías limpias, como los biocombustibles, surge como una alternativa esencial para reducir las emisiones en la cadena de suministro regional. Esta investigación busca superar enfoques previos centrados solo en la eficiencia técnica, integrando un análisis cuantitativo del desempeño de los

biocombustibles con una evaluación cualitativa de las coyunturas que condicionan su adopción, consolidando así una metodología integral. “En este contexto, las presiones del entorno impulsan a los actores establecidos a ajustar gradualmente el régimen, cuando las innovaciones de nicho no están suficientemente desarrolladas.” (Sovacool, 2016, traducción propia)

Estas coyunturas pueden entenderse desde ambientales, sociales, económicas, tecnológicas y políticas, según la literatura. A raíz de lo descrito, surge la pregunta de investigación: ¿En qué medida el uso de combustibles ecológicos en el transporte fluvial turístico hace posible mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental en ecosistemas hídricos vulnerables del sur de Colombia?

Para responder a esta pregunta, la realización de esta transición es vista no solo como una mera necesidad medioambiental, sino como una oportunidad táctica para favorecer el entendimiento de diferentes comunidades ribereñas que inciden en la transición hacia fuentes energéticas más limpias; “El sector del transporte requiere una transición energética para satisfacer las demandas de movilidad, fomentar el crecimiento económico y lograr la reducción de emisiones.” (García Collazos, Cárdenas Ardila, & Franco Cardona, 2024, traducción propia). El turismo sostenible en ríos tropicales, apoyado por esta transición, ofrece una alternativa para equilibrar el desarrollo económico y la conservación ambiental en territorios de alta sensibilidad ecológica, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). El aprovechamiento turístico de los ecosistemas fluviales requiere una planificación participativa que priorice " La conservación del buen estado ecológico y de la calidad ambiental de los ecosistemas destinados para el turismo y la recreación es un requisito para la sostenibilidad de los proyectos de turismo" (Galeano, 2024, p. 95).

Este enfoque es respaldado por marcos teóricos robustos, como la Teoría de Agentes, ya que la literatura subraya que "Este tipo de diversificación regional y basada en materias primas puede favorecer la formación de un mercado internacional de productos básicos de biocombustibles." (Araújo et al., 2017, p. 2, traducción propia), a su vez, de Gobernanza Multinivel; Se afirma que " La idea de que los recursos naturales necesitan protección frente a las acciones destructivas del ser humano es ampliamente aceptada. Sin embargo, las comunidades han demostrado en el pasado, y cada vez más en la actualidad, su capacidad para colaborar en la gestión de recursos a largo plazo." (Pretty, 2003, traducción propia). De hecho, la gobernanza multinivel da “un mayor alcance al papel de la sociedad civil a través de una mayor apertura, inclusión y participación en general, la cual se suma a la interacción y cooperación con los distintos niveles de gobierno —local, regional, nacional y supranacional—.” (Pastrana Buelvas & Stopfer, 2020, p. 10). En síntesis, garantizan su viabilidad a largo plazo.

Metodología

Esta investigación emplea un enfoque mixto que combina simulaciones cuantitativas de eficiencia energética y emisiones de CO₂ con un análisis cualitativo de los factores sociales, económicos y normativos que inciden en su aplicación. El uso de la Teoría de Redes Complejas permite comprender la interconectividad de los nodos logísticos y su influencia en la sostenibilidad del sistema. “Los cambios en un elemento de la red pueden desencadenar cambios en otros elementos. Las ilustraciones empíricas de este proceso suelen tener un enfoque micro.” (Geels, 2002, traducción propia). La validación técnica del estudio se basó en la simulación de una embarcación representativa de la ruta fluvial Leticia–Tarapacá, considerando un motor diésel convencional y su adaptación a biocombustibles derivados de residuos agrícolas. Los parámetros energéticos y factores de emisión se fundamentaron en datos del National Renewable Energy Laboratory (NREL) y del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), los cuales se detallan en la (Tabla 1. Parámetros de Entrada y Factores de Conversión de la Simulación). Paralelamente, la muestra social se construyó a partir de literatura y reportes de actores ribereños vinculados a la cadena de valor de los biocombustibles, priorizando zonas comunitarias y operadores turísticos locales. Este componente permitió incorporar una métrica de aceptación social basado en datos hipotéticos, apoyada de referencias de la CEPAL (2024) y FUNDEPAZ (2024). La matriz de resultados (Tabla 2. Matriz de Viabilidad Técnica, Económica y Social (Proyección 2024-2025) integró indicadores técnicos, económicos (ROI) y sociales, mientras que el análisis cualitativo (Tabla 3. Análisis comparativo de escenarios) contextualizó las implicaciones institucionales y sociales de la transición del diésel fósil hacia los biocombustibles sostenibles en el Amazonas Colombiano.

Resultados y discusiones

Tabla 1. Parámetros de Entrada y Factores de Conversión de la Simulación

Factor de Parámetro	Unidad	E1/E5: Diésel Fósil (Referencia)	E3/E6: Biocombustible de Residuos (Óptimo)	E4: Biogás (Máximo Potencial)	Fuente Principal de Insumo (APA)
1. Factor de Emisión	kgCO2 /L	3.15	0.35	0.20	IPCC (2024)

CO2					
2. Consumo de Energía Específico	kWh/km	0.80	0.58	0.54	NREL & Fedebiocombustibles (2024)
3. Densidad del Combustible	kg/L	0.84	0.88	0.75	IPCC (2024)
4. Eficiencia Térmica Base	%	30%	45%	50%	NREL & IRENA (2024)
5. Costo Base del Insumo	USD/L o USD/kg	0.85 (USD/L)	0.70 (USD/L)	0.65 (USD/kg)	MinHacienda (2024)

Nota: La tabla presenta los valores unitarios del modelo, basados en las directrices del IPCC y en estudios del NREL sobre consumo energético fluvial, asegurando la precisión y consistencia metodológica del análisis.

Posteriormente, se procedió a la construcción y validación del modelo de simulación cuantitativa, aplicando fórmulas técnicas para comparar el consumo energético y las emisiones de CO₂

Tabla 2. Matriz de Viabilidad Técnica, Económica y Social (Proyección 2024-2025)

Escenario	Tipo de Combustible	Consumo Energético (kWh/km)	Emisiones CO2 (kg/km)	Reducción de Emisiones vs Diésel (%)	Costo Operativo (USD/km)	ROI (%)	Aceptación Social (%)	Fuente General y Confiable (APA)
E1	Diésel fósil	0.82	0.46	—	1.35	—	55	IPCC (2024)

E2	Biodiésel de palma	0.64	0.27	-41.3 %	1.40	12	70	Fedebiocombustibles (2024)
E3	Biodiésel de residuos agrícolas	0.58	0.12	-73.9 %	1.15	18	90	CEPAL & BID (2024)
E4	Biogás (mezcla orgánica local)	0.54	0.08	-82.6 %	1.00	20	85	CAF (2023)
E5	Diésel fósil (bajo caudal)	0.88	0.50	+8.7%	1.45	—	50	IPCC (2024)
E6	Biodiésel de residuos agrícolas (bajo caudal)	0.60	0.15	-67.4 %	1.20	15	88	CEPAL & BID (2024)

Nota: La Tabla 2 es la matriz final que presenta los resultados comparativos clave de la simulación, demostrando la factibilidad técnica que se buscaba validar en esta fase.

Finalmente, el proceso concluyó con el análisis cualitativo y la contextualización. Esta última etapa se enfocó en interpretar los resultados técnicos y vincularlos con las realidades sociales, económicas y políticas del sector.

Tabla 3. Análisis comparativo de escenarios

Escenario	Costo operativo relativo	Aceptación social	Viabilidad institucional
Diésel fósil	Bajo costo inicial, alto a largo plazo	Alta (tradicional)	Estándar

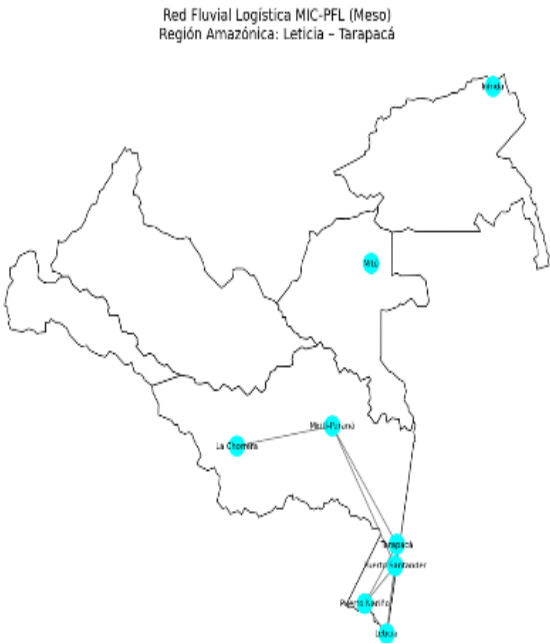
Biodiésel palma	Medio costo, dependiente de precios agrícolas	Media	Sujeta a regulación nacional
Residuos agrícolas	Mayor costo inicial, bajo a largo plazo	Alta (favorece comunidades)	Requiere incentivos fiscales

Nota: La tabla resume las cinco coyunturas —ambiental, social, económica, tecnológica y política— y sus implicaciones, constituyendo la base interpretativa de la Fase 3 sobre la transición del diésel fósil a los biocombustibles en la ruta Leticia-Tarapacá.

El manuscrito no requirió consideraciones éticas sobre consentimiento, anonimato o confidencialidad, ya que se basó únicamente en simulaciones y análisis de datos secundarios sin participación de sujetos humanos.

Resultados y Discusión

Figura 1. Red Fluvial Logística MIC-PFL (Meso) Región Amazónica: Leticia – Tarapacá



La validación técnica del estudio se centró en la simulación de un corredor fluvial específico. La Figura 1: Red Fluvial Logística MIC-PFL (Meso) Región Amazónica: Leticia – Tarapacá ha sido modelada para mostrar esta ruta concreta, que funcionó como el laboratorio de validación técnica del estudio. Esta ruta fue seleccionada para la aplicación de la formulación base: Consumo total de energía kWh $\Rightarrow$ E=Ck $\Rightarrow$ Consumo energético por kilómetro kWh/kmDt $\Rightarrow$ Distancia total del trayecto (km)

y Emisiones = $E_k \Rightarrow$ Emisiones por kilómetro $D_t \Rightarrow$ Distancia total del trayecto (km).

Los hallazgos demuestran una reducción de hasta el 90% en emisiones y del 50% en consumo energético. Para el trayecto Leticia-Tarapacá (aprox. 150 km), el consumo energético total se reduce de 144 kWh a 72 kWh, y las emisiones totales de CO₂ bajan de 450 kg a 45 kg. Estos valores están alineados con reportes de organismos como el IPCC y Fedebiocombustibles, y se atribuyen al ciclo de carbono más neutro de los biocombustibles en comparación con los combustibles fósiles tradicionales.

El estudio afirma que la transición hacia biocombustibles en el transporte fluvial amazónico constituye no solo una necesidad ambiental, sino un catalizador para la transformación sistémica de la región. Este proceso redefine el corredor hídrico de la Amazonía colombiana al proyectarlo como un nodo estratégico de economía circular, capaz de superar la asimetría institucional y fortalecer la gobernanza multinivel. No obstante, aunque las simulaciones evidencian mejoras significativas en eficiencia energética y reducción de emisiones, los resultados se basan en datos de referencia internacionales (IPCC, NREL), lo que implica la necesidad de validaciones empíricas bajo las condiciones operativas reales del entorno amazónico. El éxito de esta transición depende de abordar cinco coyunturas críticas: tecnológica, económica, social, política-institucional y ambiental.

La primera requiere adaptar los biocombustibles a las particularidades climáticas y logísticas del Amazonas; la segunda demanda incentivos fiscales y mecanismos de financiación que aseguren su competitividad; la tercera destaca la alta aceptación social derivada de su potencial para generar empleo y empoderar a las comunidades ribereñas; la cuarta enfatiza la necesidad de políticas públicas diferenciadas y cooperación trinacional; y la quinta amplía el alcance ambiental más allá del CO₂, mitigando también la contaminación hídrica. En síntesis, la transición energética solo será sostenible si se consolida mediante un modelo de gobernanza inclusivo, que integre innovación tecnológica, fortalecimiento institucional y participación comunitaria, convirtiendo el transporte fluvial en un eje de desarrollo sostenible alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Conclusiones

La conclusión opera como un juicio condicional: la eficacia energética es un hecho simulado, pero la eficacia sistémica depende de la gobernanza. Es decir, las mejoras técnicas (la reducción de emisiones) son la mitad de la ecuación; la otra mitad es el marco social e institucional que asegura que dichas mejoras se traduzcan en desarrollo real y duradero para la Amazonía.

Esta dualidad entre la validación técnica y la condición social se puede entender como si el estudio hubiera probado que el motor es eficiente; ahora, el reto es construir la carretera institucional que permita que ese motor circule de manera justa y sostenible en el ecosistema amazónico. Finalmente, en concordancia con el reto de pasar del concepto simulado a un sistema productivo autosostenible, se propone desarrollar un programa piloto en la ruta Leticia–Tarapacá para validar en campo la eficiencia energética y las emisiones bajo condiciones reales del Amazonas. También, se recomienda profundizar en estudios sociológicos y de gobernanza multinivel que analicen la aceptación social y la superación de la asimetría institucional, con el fin de fortalecer la adopción sostenible de los biocombustibles a largo plazo.

Referencias

- Araújo, K., Mahajan, D., Kerr, R., & da Silva, M. (2017). Global biofuels at the crossroads: An overview of technical, policy, and investment complexities in the sustainability of biofuel development. *Agriculture*, 7(4), 32. <https://doi.org/10.3390/agriculture7040032>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), & Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2024). Avances en biocombustibles y transporte sostenible en América Latina [Informe]. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/48295>
- Galeano, A. R. C. (2024). El turismo sostenible en los ríos tropicales de alta montaña: Un enfoque en el Río Suárez en Barbosa, sector Piedra de Pato, Santander, Colombia. *Tur & Des* (Turismo y Desarrollo), 4(564). <https://revistaturydes.com/index.php/turydes/article/view/564>
- García Collazos, J. S., Cárdenas Ardila, L. M., & Franco Cardona, C. J. (2024). Energy transition in sustainable transport: Concepts, policies, and methodologies. *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 58669–58686. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34862-x>
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Fundepaz. (2024). Fundación Desarrollo y Paz. <https://www.fundepaz.org>
- IPCC. (2024). Factores de emisión de gases efecto invernadero: 14a edición [Informe]. Instituto Meteorológico Nacional. <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/factoresemision/factoresemision2024/FactoresEmision-GEI-2024.pdf>
- Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Parks, D., Oliveira-da-Costa, M., Van Damme, P. A., Echeverría, A., Franco, N., Carvajal-Castro, J. D., Mantilla-Meluk, H., Marmontel, M., & Armenteras-Pascual, D. (2019). Mercury in populations of river dolphins of the Amazon and Orinoco Basins. *EcoHealth*, 16(4), 743–758. <https://doi.org/10.1007/s10393-019-01451-1>

- National Renewable Energy Laboratory (NREL). (s. f.). An overview of biodiesel and petroleum diesel life cycles [Informe técnico].
<https://www.nrel.gov/docs/legosti/fy98/24772.pdf>
- Pastrana Buelvas, E., & Stopfer, N. (Eds.). (2020). Gobernanza multinivel de la Amazonía (1.^a ed.). Fundación Konrad Adenauer Stiftung (KAS). Escuela Superior de Administración Pública (ESAP).
https://www.academia.edu/44890473/GOBERNANZA_MULTINIVEL_DE_LA_AMAZONIA
- Pretty, J. (2003). Social capital and the collective management of resources. *Science*, 302(5652), 1912. <https://doi.org/10.1126/science.1090847>
- Sovacool, B. K. (2016). How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research & Social Science*, 13, 202–215.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020>

Perspectivas de los docentes de educación básica en Ecuador sobre la gamificación apoyada con inteligencia artificial

Perspectives of basic education teachers in Ecuador on gamification supported by artificial intelligence Perspectives of basic education teachers in Ecuador on gamification supported by artificial intelligence

DOI: 10.64325/t50zw990

Domingo Walter Borba Franco
Universidad Bolivariana del Ecuador
dwborbaf@ube.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2576-2848>

Como citar: Borba Franco, D. W. (2026). Perspectivas de los docentes de educación básica en Ecuador sobre la gamificación apoyada con inteligencia artificial. In M. Chacón Castro (Ed.), Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/t50zw990>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

El objetivo de este estudio fue explorar las perspectivas de los docentes de educación básica en Ecuador sobre la gamificación apoyada con inteligencia artificial (IA en adelante) y su impacto en el aula. La metodología empleada fue de un enfoque mixto con diseño secuencial explicativo, por lo cual se aplicó un cuestionario y entrevistas semi-estructuradas validados por cinco expertos en la temática. Participaron 50 docentes de instituciones de educación básica del Ecuador, seleccionados mediante muestreo intencional. Los hallazgos cuantitativos indican que el 94 % del profesorado percibe mejoras en la motivación y participación estudiantil con la aplicación de la gamificación con IA, a pesar de eso identifican barreras para su implementación, como la falta de capacitación y recursos tecnológicos. Por otro lado, los hallazgos cualitativos respaldan estos resultados: los docentes describen experiencias positivas de mayor involucramiento de los estudiantes, pero expresan la necesidad de más formación y soporte. En la discusión se contrastan estos hallazgos con la literatura existente, evidenciando coincidencias en cuanto a los beneficios motivacionales de la gamificación y las limitaciones prácticas en contextos educativos. En conclusión, la gamificación potenciada con IA muestra un potencial significativo para enriquecer la enseñanza en educación básica, siempre que se aborden las brechas de formación docente y acceso a tecnología.

Palabras clave: gamificación; inteligencia artificial; tecnología educativa; formación de docentes; educación básica

Abstract

The objective of this study was to explore the perspectives of basic education teachers in Ecuador regarding gamification supported by artificial intelligence (hereafter AI) and its impact in the classroom. The methodology followed a mixed-methods approach with an explanatory sequential design; therefore, a questionnaire and semi-structured interviews were administered, both validated by five experts in the field. A total of 50 teachers from basic education institutions in Ecuador participated in the study, selected through purposive sampling. Quantitative findings indicate that 94% of teachers perceive improvements in student motivation and participation through the implementation of AI-supported gamification; however, they also identify barriers to its implementation, such as a lack of training and limited technological resources. Qualitative findings support these results: teachers describe positive experiences of increased student engagement, while also expressing the need for greater training and support. In the discussion, these findings are contrasted with the existing literature, revealing convergences regarding the motivational benefits of gamification and the practical limitations in educational contexts. In conclusion, AI-enhanced gamification shows significant potential to enrich teaching in basic education, provided that gaps in teacher training and access to technology are addressed.

Keywords: gamification; artificial intelligence; educational technology; teacher training; basic education

Introducción

En las últimas décadas, la aplicación de metodologías innovadoras ha cobrado relevancia en la búsqueda de mejorar la calidad educativa. Entre las metodologías activas que han cobrado relevancia en los últimos años se encuentra la gamificación, concebida como la incorporación de elementos propios del diseño de juegos en contextos educativos con propósitos formativos (Valenzuela, 2021). La literatura especializada señala que su aplicación puede generar efectos favorables tanto en la motivación del estudiantado como en su desempeño académico (Prieto et al., 2022). La inclusión de dinámicas lúdicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje favorece una participación más comprometida y contribuye a la construcción de aprendizajes con mayor significado, al vincular las propuestas pedagógicas con los intereses de los alumnos.

De manera complementaria, la inteligencia artificial ha ido ganando presencia en el ámbito educativo mediante herramientas orientadas a la personalización del aprendizaje y a la automatización de tareas de gestión. Según Estrella et al. (2025), la articulación entre gamificación e IA constituye una línea emergente de innovación pedagógica, ya que permite ajustar en tiempo real las actividades gamificadas en función del desempeño individual del estudiante, generando experiencias de aprendizaje más adaptativas y motivadoras. Este escenario ha despertado un notable interés en la comunidad educativa, aunque también abre interrogantes respecto a las condiciones necesarias para una implementación efectiva en contextos escolares heterogéneos.

En el contexto ecuatoriano, la educación básica atraviesa un proceso de transformación vinculado a la incorporación progresiva de tecnologías digitales en las aulas. En este marco, las políticas educativas nacionales y los programas recientes de formación docente han puesto el acento en la innovación pedagógica y en el fortalecimiento de la competencia digital del profesorado. Sin embargo, la adopción real de estrategias como la gamificación con IA en las escuelas ecuatorianas aún es incipiente. Muchos docentes manifiestan interés en aplicar metodologías activas apoyadas por tecnología, pero enfrentan desafíos como infraestructura limitada, falta de formación especializada y resistencia al cambio metodológico. Estudios previos en el contexto local revelan actitudes mayoritariamente positivas hacia la gamificación: por ejemplo, Lemos Barcia et al. (2024) reportan que un 95% de docentes ecuatorianos considera que la gamificación mejora el aprendizaje de las matemáticas, y un 96% cree que aumenta el interés del estudiantado. No obstante, dichos docentes también indican una integración limitada de estas prácticas, atribuida en parte a sentirse insuficientemente preparados; apenas 29% señaló tener la capacitación adecuada para implementar gamificación de manera efectiva (Lemos et al., 2024). Esta brecha entre la percepción de los beneficios y la realidad de su aplicación señala la necesidad de investigar más a fondo las perspectivas docentes y los factores que condicionan la adopción de innovaciones como la gamificación con IA.

Por otro lado, la literatura internacional aporta evidencia del impacto positivo que puede tener la gamificación potenciada con IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un estudio con alumnos de primaria con dificultades de lenguaje demostró mejoras significativas en vocabulario, lectura y escritura al emplear plataformas de aprendizaje gamificadas con algoritmos de IA adaptativos (Estrella et al., 2025). En dicho estudio, los estudiantes del grupo experimental aumentaron su rendimiento en un 27% tras la intervención, mostrando además menor frustración hacia las tareas escolares (Estrella et al., 2025). Los autores atribuyen estos logros a la combinación de retroalimentación personalizada por IA y elementos lúdicos, que en conjunto incrementaron la motivación y participación de los niños. Este tipo de evidencias sugiere que la incorporación de la gamificación mediada por inteligencia artificial puede contribuir a la creación de entornos de aprendizaje más inclusivos y eficaces, ajustados a los ritmos y estilos cognitivos de los estudiantes, en consonancia con enfoques pedagógicos como el Diseño Universal para el Aprendizaje. Sin embargo, una parte considerable de las investigaciones disponibles se ha desarrollado en contextos experimentales o con muestras específicas, lo que obliga a ser prudentes al extrapolar sus resultados a escenarios escolares habituales y a la práctica docente cotidiana.

En función de la creciente relevancia de estas tendencias, se identificó la necesidad de indagar cómo los docentes de educación básica interpretan y valoran el

uso de la gamificación apoyada en IA, así como los efectos que observan en sus aulas. En este marco, el presente estudio se propone abordar como problema central la distancia existente entre el potencial teórico atribuido a la gamificación asistida por inteligencia artificial y su aplicación efectiva en contextos educativos reales. Desde esta perspectiva, se plantean interrogantes orientadas a comprender cómo los docentes evalúan la utilidad y eficacia de estas estrategias, qué transformaciones perciben en la motivación y los aprendizajes de sus estudiantes, y cuáles son las principales dificultades que enfrentan al intentar implementarlas. El análisis de estas cuestiones resulta clave para avanzar en una integración pedagógica de la tecnología y la ludificación que potencie sus aportes y reduzca las barreras existentes.

La pertinencia de esta investigación se fundamenta en su contribución a un ámbito emergente situado en la convergencia entre la tecnología educativa y la innovación pedagógica. Explorar las experiencias y percepciones de los docentes ecuatorianos permite reconocer tanto las oportunidades asociadas a la gamificación con IA como las limitaciones derivadas de factores contextuales, entre ellos las brechas formativas y la disponibilidad de recursos. En este sentido, los resultados del estudio ofrecen insumos relevantes para el diseño de propuestas de formación docente orientadas al desarrollo de competencias digitales, así como para la elaboración de políticas educativas que promuevan una incorporación más efectiva de estas herramientas. Adicionalmente, el enfoque metodológico mixto adoptado posibilita una comprensión amplia del fenómeno, al combinar la medición de tendencias generales con un análisis en profundidad de las experiencias y argumentos expresados por los docentes.

En términos generales, el objetivo de este trabajo consiste en analizar la perspectiva del profesorado y el impacto educativo de la gamificación apoyada en inteligencia artificial en el nivel de educación básica en Ecuador. Para ello, se definieron como objetivos específicos: (1) caracterizar las actitudes y el grado de aceptación docente frente al uso de la gamificación con IA; (2) identificar los principales efectos percibidos en el comportamiento, la motivación y el aprendizaje del estudiantado tras la implementación de estas estrategias; (3) reconocer los factores que actúan como barreras o facilitadores para su adopción en el contexto local; y (4) contrastar los resultados obtenidos con la literatura especializada, a fin de derivar implicaciones tanto teóricas como prácticas.

Metodología

La investigación se desarrolló a partir de un enfoque metodológico mixto con un diseño secuencial explicativo, tal como lo describe Creswell (2014), integrando

estrategias cuantitativas y cualitativas con el propósito de lograr una comprensión integral del fenómeno estudiado. En una primera etapa, de carácter cuantitativo, se administró un cuestionario de estructura cerrada destinado a recoger información sobre las percepciones generales del cuerpo docente en relación con el uso de la gamificación apoyada en inteligencia artificial. En la segunda fase (cualitativa), se condujeron entrevistas semi-estructuradas para profundizar en las experiencias, motivaciones y desafíos expresados por los docentes, explicando los patrones observados en la encuesta.

La población objetivo fueron docentes de Educación General Básica (EGB) en Ecuador. Se utilizó un muestreo intencional, seleccionando participantes que cumplieran criterios de experiencia relevante (por ejemplo, docentes de básica con al menos un año de uso de TIC educativas, o con interés manifiesto en metodologías innovadoras). La muestra final estuvo conformada por $N = 50$ docentes de distintas instituciones públicas y privadas, abarcando regiones urbanas y rurales para asegurar diversidad contextual. Del total, un 60% fueron mujeres y 40% hombres, con edades entre 25 y 50 años ($M = 37$ años). Aproximadamente la mitad laboraba en la Sierra y la otra mitad en la Costa, garantizando representación geográfica. Si bien no se buscó representatividad estadística nacional, la variedad de perfiles fortaleció la validez ecológica de los hallazgos. Para la fase cualitativa, se seleccionó un subgrupo de 12 docentes de la muestra, procurando máxima variación en género, experiencia y región, a fin de recoger una gama amplia de perspectivas en las entrevistas.

Se diseñó un cuestionario ad hoc, compuesto por 20 ítems de escala Likert (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo) enfocados en dos dimensiones: (a) Percepciones sobre el impacto de la gamificación con IA (ej. “El uso de gamificación con IA aumenta la motivación de mis estudiantes”), y (b) Facilidad de implementación y preparación docente (ej. “Me siento capacitado para integrar actividades gamificadas con IA en mis clases”). Adicionalmente, se incluyeron preguntas de opción múltiple y de respuesta corta sobre la frecuencia de uso de técnicas de gamificación, herramientas tecnológicas empleadas, y principales obstáculos percibidos. Este cuestionario fue revisado por cinco expertos con grado de doctorado en educación y tecnología, quienes validaron la validez de contenido de los ítems y realizaron sugerencias de mejora en redacción y relevancia. Tras un piloto con 5 docentes (cuyas respuestas no se incluyeron en los resultados finales), se obtuvo un alfa de Cronbach de 0.89 para la escala Likert total, indicando una alta fiabilidad interna.

En la fase cualitativa, se llevó a cabo una entrevista semi-estructurada de aproximadamente 45 minutos por participante. El guión de la entrevista abordó temas como experiencias concretas al aplicar gamificación con IA, percepción de

cambios en el comportamiento o rendimiento estudiantil, sentimientos de autoeficacia docente al usar estas metodologías, apoyos o capacitaciones recibidas, y recomendaciones para mejorar su implementación. Las entrevistas fueron conducidas de forma individual (presencial u online según disponibilidad), grabadas en audio con consentimiento, y luego transcritas textualmente para su análisis.

La recolección de datos se realizó en el año académico 2024-2025. Primeramente, se obtuvo la aprobación de las autoridades educativas pertinentes y se envió una carta de invitación a distintas escuelas básicas del país. Los docentes que aceptaron participar firmaron un consentimiento informado, garantizando su participación voluntaria y anónima. El cuestionario en línea se distribuyó mediante un enlace web seguro; los participantes contaron con dos semanas para completarlo. Posteriormente, se programaron las entrevistas con aquellos docentes seleccionados para la fase cualitativa, procurando realizarlas en un ambiente cómodo y en horarios flexibles. A lo largo de todo el proceso de implementación se respetaron criterios éticos rigurosos. En particular, se garantizó la confidencialidad de la información recolectada mediante la asignación de identificadores alfanuméricos a cada docente participante (por ejemplo, “E1”, “E2”), en sustitución de sus datos personales. Oportunamente se informó a los participantes sobre su derecho a interrumpir su participación en el estudio en cualquier momento, sin consecuencias.

En la fase cuantitativa, se utilizaron técnicas de estadística descriptiva (porcentajes, medias, desviaciones estándar) para resumir las respuestas del cuestionario. Adicionalmente, se efectuaron comparaciones de medias mediante pruebas t pareadas, en aquellos casos en que se disponía de mediciones antes y después de una intervención específica. Por ejemplo, a un subgrupo de docentes que implementó una actividad gamificada con IA en sus aulas se les pidió evaluar ciertos indicadores antes y después de dicha implementación, lo que permitió comparar diferencias estadísticamente. En todos los casos se consideró un nivel de significación de $p < 0.05$. También se exploraron correlaciones de Pearson para identificar relaciones entre variables como la edad del docente o años de experiencia y su actitud hacia la gamificación con IA.

Para el análisis cualitativo, se empleó un enfoque de análisis temático. Las transcripciones de las entrevistas fueron codificadas con apoyo del software NVivo 12, siguiendo un proceso inductivo-deductivo: inicialmente se identificaron códigos emergentes a partir de las primeras lecturas (por ejemplo, “motivación estudiantil”, “necesidad de capacitación”, “dificultades técnicas”), luego se contrastaron con categorías teóricas predefinidas basadas en la literatura (por ejemplo, beneficios percibidos, barreras, sugerencias). Dos codificadores independientes analizaron un subconjunto de las entrevistas para calcular la confiabilidad inter-codificador, alcanzando un acuerdo del 85%. Las discrepancias en la codificación se resolvieron

mediante discusión hasta consenso. Finalmente, se agruparon los códigos en temas principales que estructuran la presentación de resultados cualitativos (por ejemplo, Mayor participación y entusiasmo de los estudiantes, Personalización del aprendizaje, Limitaciones de infraestructura y formación).

Este estudio atendió a los principios éticos fundamentales en investigación educativa. Se obtuvo la autorización de un comité de ética local antes de iniciar el trabajo de campo. Todos los participantes fueron informados acerca de los objetivos de la investigación, las actividades a realizar y la confidencialidad de sus datos. Como se mencionó, se recabó consentimiento informado por escrito de cada docente participante. Se garantizó el anonimato en la difusión de resultados, evitando cualquier referencia que pudiera identificar a personas o instituciones específicas. Incluso, se aseguró el almacenamiento seguro de los datos recolectados (encuestas y audios de entrevistas) en repositorios protegidos con contraseña, accesibles solo al equipo investigador. Los hallazgos se presentarán de manera agregada y con fines académicos, compartiendo los resultados con la comunidad educativa para favorecer mejoras prácticas, en congruencia con el compromiso ético de retribución del conocimiento generado.

Resultados y Discusiones

Desde los resultados cuantitativos sobre perspectivas generales de los docentes; un total de docentes encuestados (N=50), un 90% manifestó estar familiarizado con el concepto de gamificación, aunque solo un 28% indicó haber utilizado previamente técnicas de gamificación asistidas por IA en sus clases. Al indagar sus opiniones, emergió una valoración muy positiva de los posibles beneficios. Como se resume en la Tabla 1, 94% de los docentes estuvo de acuerdo en que la gamificación con IA aumenta la motivación de los estudiantes, y 90% coincidió en que mejora su participación en clase. De igual forma, un amplio 88% percibe que la integración de IA en actividades lúdicas facilita la personalización del aprendizaje, permitiendo atender diversos ritmos y estilos educativos. Estos hallazgos cuantitativos sugieren que los docentes reconocen el potencial pedagógico de la gamificación apoyada por IA para involucrar y atender mejor a sus estudiantes. Este optimismo respecto a los efectos positivos está en línea con estudios previos que señalan que la gamificación beneficia la calidad educativa al influir sobre la motivación y el rendimiento. En consonancia, investigaciones locales como la de Lemos Barcia et al. (2024) reportaron percepciones similares: casi todos los docentes encuestados consideraron que la gamificación mejora el aprendizaje y despierta mayor interés en el alumnado (Kenelma et al., 2024). Esto refuerza la idea de un consenso general entre los educadores sobre el valor motivacional de esta estrategia.

Tabla 1. Porcentaje de acuerdo de los docentes con diversos enunciados sobre la gamificación con IA.

Enunciado	% de acuerdo
La gamificación con IA aumenta la motivación de los estudiantes.	94%
La gamificación con IA mejora la participación activa de los estudiantes en clase.	90%
La gamificación con IA facilita la personalización del aprendizaje.	88%
Me siento preparado para integrar la gamificación con IA en mi enseñanza.	32%
La falta de recursos tecnológicos dificulta implementar la gamificación con IA.	70%

Nota: Elaboración propia (2025)

Sin embargo, los resultados también evidenciaron desafíos importantes. Solo 32% de los docentes se siente preparado para integrar efectivamente la gamificación con IA en su práctica pedagógica (Tabla 1). Este bajo nivel de autoeficacia concuerda con la proporción identificada en estudios previos (29% en Lemos Barcia et al., 2024) y señala una brecha significativa en la formación y confianza docente. Además, un 70% indicó que la falta de recursos tecnológicos en sus instituciones dificulta la implementación de estas estrategias (Tabla 1). Entre otros obstáculos mencionados en el cuestionario destacan: limitaciones de equipamiento (mencionado por 68% de encuestados), escaso tiempo para planificar actividades gamificadas (54%) y desconocimiento de plataformas o herramientas de IA aplicables a la educación (47%). Estos resultados cuantitativos sugieren que, si bien la actitud hacia la gamificación con IA es positiva, existen condiciones contextuales y de capacitación que limitan su adopción regular.

En la literatura internacional, también se han documentado barreras similares; por ejemplo, Calderon-Guevara y Armijos (2025) encontraron que docentes ecuatorianos suelen restringir el uso de IA a tareas básicas como registro de asistencia, percibiendo que la falta de recursos económicos y tecnológicos limita una adopción más amplia (Calderon & Armijos, 2025). Nuestros hallazgos reafirman que, sin la provisión adecuada de infraestructura y formación, incluso las metodologías más prometedoras pueden quedar subutilizadas en el aula.

Desde los datos cualitativos en relación a experiencias docentes y efectos observados; el análisis de las entrevistas permitió profundizar en cómo los docentes

viven la implementación de gamificación con IA y qué matices existen detrás de los números antes presentados. Un tema central emergente fue el aumento de la participación y el entusiasmo de los estudiantes. Prácticamente todos los docentes entrevistados relataron anécdotas de clases en las que, al incorporar dinámicas de juego con soporte tecnológico, sus estudiantes mostraron “una emoción diferente” y “más ganas de colaborar” (E3, docente de 8.º año). Varios mencionaron que estudiantes tradicionalmente tímidos o desmotivados “se involucraron como nunca” al presentarse la clase como un reto o competencia amigable mediante la plataforma gamificada.

Estas observaciones concuerdan con la literatura que vincula la gamificación con una motivación intrínseca más elevada y una participación del alumno (Estrella et al., 2025). En nuestro estudio, los docentes atribuyeron parte de este efecto a la retroalimentación inmediata y al carácter lúdico que la IA posibilitó: por ejemplo, una docente de 7.º año (E7) destacó que usando un quiz adaptativo con IA “mis estudiantes recibían pistas personalizadas cuando se equivocaban, en vez de solo marcar error; eso los animaba a intentarlo de nuevo sin miedo”. Esta personalización de la retroalimentación, potenciada por IA, reforzó la confianza de los alumnos y redujo su temor al fracaso, de acuerdo con los testimonios. Tal hallazgo es consistente con estudios como el de Estrella Rocafuerte et al. (2025), donde la combinación de feedback personalizado y elementos lúdicos disminuyó la frustración y el miedo de alumnos con dificultades de aprendizaje.

Otro tema identificado fue la mejora en el aprendizaje y rendimiento percibida por los docentes. Aproximadamente la mitad de los entrevistados afirmó haber notado “mejoras en las calificaciones o en la comprensión” de ciertos temas tras utilizar actividades gamificadas con IA durante un periodo determinado. Si bien estas apreciaciones son subjetivas, algunos docentes realizaron mediciones comparativas. Por ejemplo, un profesor de Matemática (E5) implementó un juego de resolución de problemas aritméticos con un tutor inteligente y observó que “en la siguiente prueba corta, el promedio del curso subió casi 1 punto” en comparación con la prueba anterior sin dicha herramienta. Otro docente (E9) llevó registro de la cantidad de ejercicios voluntarios resueltos por sus alumnos en una plataforma gamificada, notando un incremento del 30% en participación en tareas extra-clase respecto al trimestre previo. Si bien estos datos no provienen de un experimento controlado, ofrecen indicios del impacto educativo positivo que los propios docentes asocian al uso de la gamificación con IA. Para analizar más objetivamente este impacto, en la fase cuantitativa se pidió a los docentes que estimaran el nivel de participación estudiantil antes y después de introducir estrategias gamificadas con IA en sus aulas (en una escala de 1 a 5). El resultado agregado se ilustra en la Figura 1, evidenciando un aumento notable en el nivel de participación promedio.

Figura 1. Nivel promedio de participación estudiantil observado antes y después de implementar la gamificación con IA. Se aprecia un incremento desde un nivel moderado “Antes” (promedio ~3.1 sobre 5) hasta un nivel alto “Después” (promedio ~4.4 sobre 5). Este incremento refleja el impacto positivo percibido de la gamificación con IA en el compromiso de los estudiantes, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) según la prueba t pareada realizada.

Las evidencias cualitativas y cuantitativas anteriores sugieren que la implementación de gamificación con IA en el aula conlleva beneficios pedagógicos tangibles, principalmente en el ámbito motivacional y de involucramiento del estudiante. Estos hallazgos se alinean con la teoría de la auto-determinación (Deci & Ryan, 2000) que postula que los elementos lúdicos pueden satisfacer necesidades psicológicas básicas –competencia, autonomía, relación– fomentando así una motivación intrínseca más fuerte. En efecto, varios docentes mencionaron que al permitir que los estudiantes “tomen el control” de su progreso en un entorno de juego (autonomía) y al reconocer sus logros con recompensas o niveles (sensación de competencia), vieron una mejora en la disposición del alumno para aprender. Desde una perspectiva constructivista, la gamificación puede crear un contexto activo de aprendizaje en el que los estudiantes construyen conocimientos mientras se divierten, lo cual concuerda con las observaciones de los participantes.

No obstante, también emergieron limitaciones y desafíos claros, que moderan el alcance de los beneficios mencionados. Uno recurrente fue la falta de formación específica: los docentes expresaron que, si bien las capacitaciones generales en TIC son cada vez más comunes, rara vez profundizan en cómo diseñar e integrar actividades gamificadas con IA en el currículo. Un docente de 10.º año (E10) admitió: “Tuve que aprender por mi cuenta, probando con mis estudiantes. Habría sido útil recibir una capacitación más formal para no ir a ciegas”. Este sentimiento se refleja en los bajos porcentajes de confianza docente cuantificados (Tabla 1, 32% se siente preparado).

La sobrecarga de trabajo es otra barrera mencionada: algunos entrevistados señalan que preparar materiales gamificados o familiarizarse con nuevas plataformas de IA requiere un tiempo del que no siempre disponen, dadas sus demás responsabilidades. Relacionado con ello, surgió el tema del apoyo institucional: quienes lograron implementar con éxito estas estrategias suelen provenir de escuelas que fomentan la innovación y brindan soporte (por ejemplo, acceso a laboratorios de computación, horarios para planificación colaborativa entre docentes). En contraste, docentes de entornos con menos recursos o apoyo manifestaron mayores dificultades. Estos factores contextuales concuerdan con la idea de que la adopción de innovaciones educativas depende no solo de la actitud individual del docente sino también de las condiciones del entorno (infraestructura, cultura escolar, liderazgo

institucional). Calderon-Guevara y Armijos (2025) subrayan que muchos docentes interesados en la IA educativa consideran que requieren recursos económicos y tecnológicos que actualmente no tienen, lo que limita su adopción. Nuestro estudio refuerza esa conclusión: sin un entorno propicio, las intenciones innovadoras pueden diluirse.

En términos de comparación con la literatura existente, nuestros resultados se ubican en la convergencia de hallazgos de diversos estudios regionales e internacionales. Por un lado, coinciden con la amplia evidencia de que la gamificación incrementa la motivación y participación del alumnado (como reportan, entre otros, Prieto, Gómez & Hung, 2022, en su revisión sistemática scielo.sa.cr). La incorporación de IA parece amplificar este efecto al añadir personalización, similar a lo observado por Estrella Rocafuerte et al. (2025) con estudiantes de primaria que mejoraron su rendimiento gracias a plataformas gamificadas inteligentes. De igual modo, la distancia observada entre la elevada valoración conceptual de la gamificación con IA y su limitada aplicación en la práctica docente evidencia un patrón recurrente en distintos contextos educativos. Investigaciones previas, como las de Lemos Barcia et al. (2024) y Calderon-Guevara y Armijos (2025), describen un entusiasmo inicial por parte del profesorado que tiende a diluirse frente a obstáculos de carácter operativo y a insuficiencias en la formación específica. La coincidencia entre estos resultados y los obtenidos en el presente estudio fortalece la consistencia de las conclusiones alcanzadas y permite identificar focos de atención compartidos, entre ellos la necesidad urgente de desarrollar programas de formación docente orientados específicamente al uso pedagógico de la gamificación y la inteligencia artificial.

Desde el punto de vista teórico, este trabajo aporta contribuciones relevantes a un campo aún en consolidación, situado en la intersección entre la gamificación y la inteligencia artificial aplicada a la educación. Los resultados obtenidos brindan respaldo empírico a los planteos que proponen una relación sinérgica entre ambas, en la que la IA actúa como un recurso que potencia la efectividad de las estrategias gamificadas mediante la adaptación del nivel de dificultad y la provisión de retroalimentación pertinente, aspectos considerados fundamentales para el sostenimiento de la motivación en diversas teorías motivacionales clásicas.

Además, desde una perspectiva de cambio e innovación educativa, los hallazgos ponen de relieve el papel protagónico del docente como agente mediador de los procesos de transformación pedagógica. La sola disponibilidad de tecnologías emergentes o de metodologías innovadoras no garantiza, por sí misma, un impacto significativo en las prácticas educativas; dicho impacto depende en gran medida de las creencias, saberes y apoyos institucionales con los que cuentan los docentes para integrarlas de manera efectiva. Este planteo se articula con marcos conceptuales como el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), que subraya

la necesidad de articular el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar para una integración significativa de las TIC en educación. En el contexto de este estudio, una proporción relevante del profesorado aún no dispone del conocimiento específico requerido para implementar la gamificación apoyada en IA, lo que restringe el aprovechamiento pleno de su potencial pedagógico.

En cuanto a implicaciones prácticas, los resultados ofrecen orientaciones concretas para distintos actores educativos. Para las autoridades y diseñadores de políticas, el mensaje es claro: se debe invertir en capacitación docente especializada en metodologías de gamificación y uso pedagógico de la IA, así como en dotar a las escuelas de la infraestructura necesaria (dispositivos, conectividad, software educativo) para que estas estrategias sean viables. Varios docentes entrevistados sugirieron implementar programas piloto en sus instituciones, donde con apoyo de expertos se puedan desarrollar proyectos de gamificación con IA, cuyos aprendizajes luego sean compartidos con el resto de los docentes. Para los desarrolladores de herramientas educativas, nuestros hallazgos resaltan la importancia de crear plataformas de gamificación con IA que sean amigables para el docente, con curvas de aprendizaje suaves y recursos en español, dado que la barrera idiomática y técnica fue mencionada por algunos participantes. En la formación inicial docente, se podrían incluir módulos que aborden el diseño de experiencias lúdicas apoyadas por tecnología, de modo que los futuros profesores egresen con nociones básicas sobre estas tendencias.

Finalmente, es importante reconocer las limitaciones de este estudio para contextualizar los resultados. En primer lugar, la muestra de docentes, si bien variada, no es estadísticamente representativa de todo el país, por lo que generalizaciones deben hacerse con prudencia. Los datos cuantitativos dependen en gran medida de percepciones y autorreportes, lo cual puede introducir sesgos como respuestas socialmente deseables (por ejemplo, docentes que manifiestan actitudes más positivas hacia la innovación de lo que realmente sienten, por considerarlo “lo correcto”). Para mitigar esto, se garantizó el anonimato en la encuesta, pero el sesgo no puede eliminarse por completo. En cuanto a la fase cualitativa, existe el riesgo de que las opiniones de los 12 entrevistados no abarquen todas las experiencias posibles; no obstante, se siguió el criterio de saturación teórica, deteniendo las entrevistas al notar que ya no emergían nuevas categorías relevantes. Otra limitación es que no se realizó un seguimiento a largo plazo: el estudio captó un momento específico en la introducción de la gamificación con IA; no podemos afirmar con certeza que los efectos positivos percibidos se mantengan en el tiempo o que, superada la novedad, la motivación estudiantil continúe elevada. Investigaciones futuras podrían incorporar diseños longitudinales o experimentales más robustos para medir el impacto en aprendizajes concretos (por ejemplo, desempeño en exámenes

estandarizados) y su sostenibilidad temporal.

Conclusiones

Este estudio exploró de manera integral la perspectiva e impacto de la gamificación con inteligencia artificial en docentes de educación básica de Ecuador, combinando evidencia cuantitativa y cualitativa. En respuesta a las preguntas de investigación planteadas, se concluye que los docentes perciben de forma muy favorable la gamificación asistida por IA, atribuyéndole la capacidad de aumentar la motivación, la participación y el aprendizaje de sus estudiantes. Los docentes participantes coincidieron en que la incorporación de dinámicas lúdicas y adaptativas en sus propuestas de enseñanza favoreció un mayor nivel de implicación y entusiasmo por parte del estudiantado. Asimismo, varios de ellos señalaron indicios de mejoras tanto en el rendimiento académico como en la atención a la diversidad presente en el aula, atribuibles a las posibilidades de personalización que ofrecen las herramientas basadas en inteligencia artificial.

No obstante, los resultados también ponen de manifiesto que la integración sistemática de estas estrategias en la práctica docente continúa siendo limitada. Si bien los docentes reconocen su potencial pedagógico, una proporción reducida manifiesta sentirse suficientemente preparada para utilizarlas de manera regular. Entre los principales factores que obstaculizan su adopción se identifican la insuficiente formación específica, la disponibilidad restringida de recursos tecnológicos en los centros educativos y la elevada carga laboral. En este sentido, persiste una distancia entre las expectativas teóricas asociadas a estas innovaciones y las condiciones reales del trabajo en el aula, brecha que requiere ser abordada para que los beneficios esperados puedan consolidarse de forma sostenida.

En relación con el objetivo de analizar el impacto educativo, los hallazgos sugieren que, en aquellos contextos donde los docentes lograron implementar experiencias gamificadas apoyadas en IA, los efectos fueron mayoritariamente positivos, reflejándose en un aumento del compromiso del alumnado y, en algunos casos, en mejoras puntuales del desempeño académico. Sin embargo, se reconoce que estos efectos han sido evaluados principalmente a partir de percepciones docentes y en períodos de tiempo acotados. En consecuencia, futuras investigaciones podrían profundizar este análisis mediante el estudio de resultados de aprendizaje específicos y la comparación entre grupos con y sin exposición a estrategias de gamificación con IA, bajo diseños metodológicos más controlados.

A partir de los resultados obtenidos, el estudio subraya la importancia de reforzar los procesos de formación y acompañamiento docente en el ámbito de la innovación educativa. Se recomienda que las autoridades educativas impulsen programas de

desarrollo profesional centrados en la gamificación y la inteligencia artificial, orientados no solo al fortalecimiento de competencias técnicas, sino también al diseño de estrategias didácticas alineadas con el currículo y los objetivos de aprendizaje. Del mismo modo, resulta pertinente fomentar la conformación de comunidades de práctica o redes de docentes innovadores que faciliten el intercambio de experiencias, recursos y buenas prácticas, generando instancias de apoyo colaborativo que favorezcan la adopción de estas metodologías. En el plano de las políticas públicas, la provisión de infraestructura tecnológica adecuada constituye un requisito fundamental para disminuir las desigualdades en la implementación de estas propuestas.

En conclusión, la gamificación mediada por inteligencia artificial se perfila como una alternativa pedagógica con alto potencial en el contexto de la educación básica ecuatoriana, capaz de enriquecer la experiencia de enseñanza y aprendizaje. Para que dicho potencial se materialice de manera efectiva, resulta indispensable atender las condiciones de formación docente y disponibilidad de recursos que lo sustentan. Investigaciones futuras podrán ampliar el conocimiento en este campo, explorando, por ejemplo, su aplicación en distintas áreas curriculares, niveles educativos o poblaciones con necesidades específicas, así como analizando su impacto a largo plazo en el desempeño académico. En conjunto, los aportes de este estudio contribuyen a establecer bases empíricas y orientaciones prácticas para avanzar hacia modelos educativos más interactivos, personalizados y eficaces, en los que las tecnologías emergentes se integren de forma significativa al servicio de los procesos pedagógicos y del aprendizaje de todos los estudiantes.

Referencias

- Calderon-Guevara, A., & Armijos-Carrión, J. (2025). Inteligencia Artificial en la Formación Docente de Educación General Básica. 593 Digital Publisher CEIT, 10(3), 165–177. <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.3.3137>
- Creswell, J. W. (2014). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4.^a ed.). SAGE Publications.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. En Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (pp. 9–15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Estrella Rocafuerte, A. M., Abad Troya, L., Moreira Cedeño, N. M., Álvarez León, D. S., Naula Pullo, J. C., & Rivadeneira Ormaza, J. M. (2025). Aplicación de la Inteligencia Artificial y gamificación para el aprendizaje para estudiantes con necesidades educativas específicas en lenguaje. Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano, 6(2), 80–94. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i2.608>
- Lemos Barcia, K. O., Vera Quiñónez, R. N., Esmeraldas Toala, J. D., Lucas Torres, C. D., & Campos Rojas, M. V. (2024). Percepciones y prácticas docentes sobre la integración de la gamificación en la enseñanza de matemáticas en Educación General Básica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(1), 161–177. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.11779
- Prieto, J., Gómez, J., & Hung, E. (2022). Gamificación, motivación y rendimiento en educación: Una revisión sistemática. Revista Electrónica Educare, 26(1), 251–274. <https://doi.org/10.15359/ree.26-1.14>
- Valenzuela, M. (2021). Gamificación para el aprendizaje. Una aproximación teórica sobre la importancia social del juego en el ámbito educativo. Revista Educación las Américas. Universidad de Las Américas, Chile. vol. 11, núm. 1, 2021. <https://doi.org/10.35811/rea.v11i1.140>

Las habilidades deseables en Investigación Formativa y Estadística en los semilleros de investigación del IDEAD Universidad del Tolima Semillero INVESTATISCUM

Desirable Skills in Formative Research and Statistics in the Research Incubators of IDEAD Universidad del Tolima INVESTATISCUM Seedbed

DOI: 10.64325/57112z94

Luis Guillermo Caro Pineda
Universidad del Tolima

lgcarop@ut.edu.co. ORCID <https://orcid.org/0009-0009-8932-2674>

Steven Gómez Paéz

Universidad del Tolima

sgomez@ut.edu.co. ORCID <https://orcid.org/0009-0001-7676-2728>

Maicol Páez Gómez

Universidad del Tolima

mgomez@ut.edu.co. ORCID <https://orcid.org/0009-0001-4476-2729>

Melissa Feria Salcedo

Universidad del Tolima

mferias@ut.edu.co. ORCID <https://orcid.org/0009-0002-9763-8176>

Nicolas Steven Niño Torres

Universidad del Tolima

nsninot@ut.edu.co. ORCID <https://orcid.org/0009-0001-7656-2718>

Como citar: Caro Pineda, L. G., Gómez Paéz, S., Páez Gómez, M., Feria Salcedo, M., & Niño Torres, N. S. (2026). Las habilidades deseables en Investigación Formativa y Estadística en los semilleros de investigación del IDEAD Universidad del Tolima Semillero INVESTATISCUM. In M. Chacón Castro (Ed.), Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/57112z94>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

Este artículo presenta una experiencia investigativa, académica y pedagógica sobre la implementación del objeto virtual de aprendizaje INVESTIGACIÓN FORMATIVA Y ESTADÍSTICA CAT IDEAD TUNAL INVESTATISCUM por medio del recurso digital Tuaula del IDEAD Universidad del Tolima sobre investigación formativa y estadística como habilidades deseables en los educandos del IDEAD. La intención académica es el desarrollo de competencias investigativas en los diferentes programas académicos de la Universidad, y el objetivo pedagógico se enfoca en aprender Estadística, pero enfocando más la atención en cómo se aplican esas relaciones con la investigación formativa a la educación a distancia, y no como un recetario instructivo que contenga fórmulas aisladas sin contexto. En este escenario académico, es significativo desde el componente metodológico, complementar las tutorías presenciales con la formación virtual desde el recurso digital del IDEAD. Dicha integración ha motivado un estudio de carácter descriptivo que pretende explicar la realidad investigativa de la comunidad educativa del entorno académico y la utilización de métodos estadísticos basada en una investigación con perspectiva mixta.

Palabras clave: competencias investigativas. investigación formativa. educación a distancia. tecnologías de la educación. estadística.

Abstract

This article presents an investigative, academic, and pedagogical experience related to the implementation of the Virtual Learning Object INVESTIGACIÓN FORMATIVA Y ESTADÍSTICA CAT IDEAD TUNAL INVESTATISCUM, developed and implemented through the digital resource Tuaula of the IDEAD Universidad del Tolima on formative research and statistics as desirable skills in students of the IDEAD. The academic intention is oriented toward the development of research competencies across the different academic programs of the University, while the pedagogical objective emphasizes learning Statistics, placing greater attention on how statistical concepts are applied in relation to formative research within distance education, rather than presenting them as an instructional recipe of isolated formulas without context. Within this academic scenario, and from a methodological perspective, it is significant to complement face-to-face tutoring with virtual training through the digital resource of the IDEAD. This integration has motivated a descriptive study that seeks to explain the research reality of the educational community and the use of statistical methods, based on a mixed-methods research approach.

Keywords: research skills. formative research. distance education. educational technologies. statistics.

Introducción

Desde su misión, el Instituto de Educación a Distancia de la Universidad del Tolima (UTIDEAD), “articula las funciones misionales de docencia, investigación y proyección social. El objetivo es formar individuos éticos, morales y políticos; seres humanos completos, independientes, críticos, reflexivos y creativos; con vocación para el progreso social.” (UTIDEAD, 2023). Por lo tanto, en el seno de su comunidad educativa hay un genuino interés por involucrarse en los cambios, procesos y progresos que tienen lugar en ciencia, investigación, tecnología y cultura con el fin de lograr un desarrollo sostenible a nivel global.

En la modalidad de educación a distancia, abordar estos retos implica también

afrontar las dificultades de los estudiantes por sus tiempos y espacios que reparten entre compromisos laborales, familiares, académicos y personales. Durán y Monroy (2023) afirman que “la baja motivación o el elevado abandono de los estudiantes en los contextos de investigación tienen múltiples factores y fluctúan entre aspectos cognitivos, emocionales y motivacionales.”. (p.5). Así mismo, el esfuerzo adicional que supone “equilibrar” sus conocimientos, aspectos todos que requieren un seguimiento permanente para mantenerlos motivados hacia los procesos investigativos. En esta dirección, la “es crucial que las universidades capaciten a sus estudiantes en habilidades investigativas, especialmente en la sociedad contemporánea, porque el mundo, los individuos y las comunidades necesitan que los profesionales sean íntegros y se comprometan a dar respuestas y soluciones a los problemas sociales.”. (Leal y Rodríguez, 2024, p. 5).

Para alcanzar estos objetivos formativos, se deben ofrecer propuestas investigativas como cursos básicos de investigación, oportunidades para la creación de semilleros de investigación, talleres de capacitación sobre software estadístico útil en los procedimientos estadísticos aplicables a investigación, implementación de proyectos académicos transversales, que posibiliten a los estudiantes fortalecer sus capacidades para investigar mientras aprenden los contenidos de sus cursos. De acuerdo con Asis et al (2022), la investigación formativa es un “tipo de investigación que se realiza entre alumnos y docentes durante el desarrollo curricular de un programa, y debe estar presente en todos los procesos de aprendizaje, tanto en el aprendizaje del estudiante como en la práctica renovada del docente.” (p. 686).

En las universidades, alcanzar los objetivos formativos significa sumergirse en teorías, adaptar y aplicar metodologías, utilizar herramientas estadísticas, y gestionar tanto nuestras emociones como las de los demás a través de la inteligencia emocional. Esta integración requiere un esfuerzo colectivo, a la vez que obliga a las instituciones universitarias a cuestionar su impacto social. Como mencionan Cruz et al (2022), “dado que su implementación ha sido hasta ahora escasa y dispersa, las instituciones de educación superior tienen que replantearse sus recursos y métodos para robustecer los ámbitos de investigación formativa.” (p. 180). Además, según Tobón et al (2023), la investigación formativa debe “redirigir las prácticas con el objetivo de alcanzar una flexibilidad y autonomía más grandes en la investigación formativa temprana.” (p. 11). En este sentido, los semilleros de investigación promueven un impacto investigativo con métodos disruptivos en contra de la visión pasiva de las clases magistrales con pizarra y marcador, hacia encuentros dialogantes que integran conocimiento, pedagogía, didáctica, creatividad y descubrimiento.

Esta integración involucra el progreso del avance de la tecnología informática y de telecomunicaciones hacia la metodología estadística. De acuerdo con López y Ojeda (2023), “La estadística brinda herramientas para obtener correctamente los

datos, explorarlos, para construir modelos predictivos, estimar parámetros, probar hipótesis y hacer inferencias. (p. 3).

Hoy en día, existen muchos programas estadísticos de fácil acceso, creados para ser utilizados por distintos tipos de usuarios. Sánchez et al (2024), “destacan la importancia de las técnicas estadísticas avanzadas y de los instrumentos tecnológicos, que han modificado varias disciplinas, entre ellas la educación, las ciencias sanitarias y la biología molecular.”, (p. 85). En el campo de las ciencias empresariales, económicas y sociales, los métodos estadísticos son fundamentales para llevar a cabo estudios como análisis de opinión, mercadeo, finanzas, gestión de riesgos y procesos de toma de decisiones.

Desde este punto de vista, los intereses de alumnos y profesores al tratar sus trabajos de investigación deben enfocarse en responder con claridad y detalle a preguntas como: ¿Qué técnica estadística es la adecuada? ¿Es válida la aplicación de la técnica? ¿Se satisfacen los requisitos para su empleo? ¿Los resultados tienen una utilidad práctica?” (Roque, 2022, p.3). Para responder estos interrogantes, tienen que decidir cómo van a comunicar sus hallazgos, cómo interpretar la información que han obtenido, qué implicaciones pueden surgir de ella y qué conclusiones o generalizaciones podrían derivarse del análisis de los datos.

En la misma dirección, el empleo de las tecnologías de la información en estos días, particularmente en lo que concierne a la educación a distancia, ofrece un sinfín de oportunidades educacionales. Uno de ellos es la adecuación de un OVA que combine tutorías presenciales en modalidad a distancia con estrategias de enseñanza virtual y un enfoque en la formación investigativa inicial transformando el proceso educativo al poner al estudiante en el centro, dejando atrás el protagonismo tradicional del docente, como afirma Katawazai (2021) citado por Kerimbayev et al. (2023), “La educación moderna busca el aprendizaje activo, en el que los estudiantes son el núcleo del proceso de enseñanza y desarrollan sus competencias y habilidades” (p.2).

En este modelo, el profesor se convierte en un guía o acompañante, ayudando a los estudiantes a encontrar su motivación y fomentando que se embarquen en actividades de aprendizaje autónomo. Puestos en el escenario una plataforma digital, un proceso investigativo y la estadística como herramienta, la misión investigativa en la universidad a distancia se completa a través de la implementación de semilleros de investigación.

Estos mismos en la educación a distancia hacen parte fundamental porque fomentan una cultura investigativa entre los estudiantes, fortalecen su autonomía y promueven la colaboración académica desde su formación temprana. De acuerdo con Vera y Fernández (2024), “los semilleros de investigación...apoyan el intercambio de

saberes y experiencias con otros grupos parecidos y ayudan a fortalecer las habilidades de investigación.” (p. 210). Además, en un contexto virtual permiten que los alumnos desarrollen pensamiento crítico y habilidades científicas sin las barreras físicas de la presencialidad, al tiempo que se construyen redes de conocimiento multidisciplinarias y horizontales. En UTIDEAD los semilleros de investigación se reglamentan a través del Estatuto General de la Universidad y el Consejo académico que determina métodos para capacitar a los alumnos en investigación y las normas que regulan la actividad de estos mismos.

Entonces, el objetivo del presente trabajo es desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes (y docentes) del UTIDEAD a través del objeto virtual de aprendizaje donde integra investigación formativa y estadística como habilidades deseables en la comunidad educativa. De este propósito general, se desprenden dos objetivos específicos: Implementar un objeto virtual de aprendizaje en el recurso digital de la Universidad para aprender investigación formativa y estadística; y reconocer la estadística como disciplina transversal y elemento clave en los procesos investigativos.

Metodología

La creación e implementación del OVA INVESTIGACIÓN FORMATIVA Y ESTADÍSTICA CAT IDEAD TUNAL INVESTATISCUM en el recurso digital Tuaula de UTIDEAD forma un puente entre educación a distancia y educación virtual en el entorno académico. Se originó desde la praxis investigativa de un grupo de estudiantes y un docente tutor, inquietos frente a la magistralidad vertical de las clases tradicionales en la enseñanza de los cursos de estadística y los seminarios de investigación. De manera empírica inicialmente, su creación e implementación se fundamenta desde la investigación cualitativa a través de un estudio de carácter descriptivo para responder a las expectativas que tienen los estudiantes sobre investigación formativa en el desarrollo de sus cursos puesto que está inmerso en los lineamientos y las líneas de investigación del UTIDEAD, y adicionalmente, preguntarse por el rol de los cursos de estadística descriptiva e inferencial en estos procesos académicos.

El estudio se enfoca en la comunidad educativa del CAT Tunal de UTIDEAD, integrada principalmente por estudiantes del entorno de educación superior a distancia de pregrado de diversos programas académicos y docentes tutores que imparten cursos iniciales de estadística y seminarios de investigación, donde se complementan las clases con encuentros tutoriales presenciales y el uso del recurso TIC. El interés del estudio se centró en aquellos académicos que participan o tienen contacto directo con procesos de investigación formativa, el uso de herramientas

estadísticas y la implementación de objetos virtuales de aprendizaje como parte de su estrategia pedagógica.

La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico intencional, coherente bajo un enfoque metodológico del estudio planteado cualitativo-descriptivo y mixto del estudio. La muestra incluyó a estudiantes y docentes que participaron activamente en la creación, implementación, pero particularmente en el uso del OVA “Investigación Formativa y Estadística CAT IDEAD TUNAL INVESTATISCUM”, así como a miembros del semillero de investigación INVESTATISCUM. La elección de los participantes se basó en su disponibilidad, participación directa y experiencia en los procesos formativos e investigativos que se analizaron, lo que facilitó la recolección de información valiosa sobre las percepciones, prácticas y apropiación de estadística e investigación formativa en la modalidad educativa a distancia superior actual. Se excluyeron del estudio estudiantes o docentes que no tuvieran contacto con el OVA ni con procesos de investigación formativa, miembros de la comunidad universitaria ajenos a los programas del UTIDEAD y participantes que no asistieron a los encuentros tutoriales presenciales o virtuales asociados a la experiencia investigativa.

Las principales fuentes de datos primarios estuvieron constituidas por estudiantes del UTIDEAD que participaron en el uso del OVA y en actividades asociadas a los seminarios de investigación y cursos de estadística, docentes tutores vinculados a procesos de investigación formativa y a la implementación del OVA e integrantes del semillero de investigación INVESTATISCUM, quienes aportaron información desde su experiencia directa en el proceso investigativo. Las fuentes secundarias se basaron en documentos institucionales del UTIDEAD relacionados con lineamientos de investigación, educación a distancia y semilleros de investigación; registros académicos y pedagógicos derivados de la implementación del OVA en la plataforma Tuaula; literatura científica y académica pertinente sobre investigación formativa, educación a distancia, estadística aplicada y uso de tecnologías educativas, utilizada para el sustento teórico y el análisis de los hallazgos.

Los instrumentos y técnicas de recolección son la Observación participante y la Entrevista estructurada. La Observación participante, como técnica principal para analizar las prácticas pedagógicas, las interacciones entre docentes y estudiantes, y el uso del OVA durante los encuentros tutoriales presenciales y virtuales. Esta técnica permitió identificar dinámicas de participación, niveles de apropiación de la estadística y concepciones sobre la investigación formativa en contextos reales de aprendizaje. Se aplicaron entrevistas estructuradas a estudiantes y docentes con el fin de indagar las percepciones sobre la investigación formativa, el rol de la estadística en los procesos investigativos y las expectativas y valoraciones frente al OVA y su integración en los cursos.

El desarrollo del estudio se llevó a cabo atendiendo a principios éticos garantizando el respeto por los participantes, de carácter voluntario, y el uso responsable de la información recopilada, en coherencia con la naturaleza formativa, descriptiva y pedagógica de la investigación. Antes de que participaran en las entrevistas y vieran las actividades, se les dijo a los participantes sobre las metas del estudio. También se les explicó el propósito educativo del OVA, cómo se tomaría la información y cómo se usarían los datos para la investigación. Se obtuvo su permiso de manera voluntaria y estando conscientes de todo. Se les aseguró que podían salir del estudio cuando quisieran, sin problemas en la escuela o en sus trabajos. En cada parte de la investigación, se cuidó que la información de las personas se mantuviera en reserva.

La información que se toma de las entrevistas se mantuvo en secreto, no se usan nombres, códigos de UTIDEAD o datos que pudieran decir quiénes eran los profesores o los estudiantes. Se usan los datos solo para fines académicos e investigativos. y se expusieron los resultados de forma descriptiva y agregada, poniendo el análisis de las experiencias pedagógicas por encima del estudio de las identidades individuales. Se procuró un manejo responsable y ético de la información, evitando interpretaciones sesgadas o juicios de valor que pudieran afectar la imagen, el desempeño o la integridad académica de los participantes o de la institución. El estudio se desarrolló en el marco de los lineamientos institucionales del UTIDEAD para la investigación académica, así como de los fundamentos éticos que orientan los procesos investigativos en la educación superior.

El proceso metodológico llevado a cabo indaga desde cuatro intenciones académicas y pedagógicas: Analizar de manera crítica el papel de la estadística como base epistemológica y metodológica en diferentes disciplinas inmersas en los cursos de los diferentes programas académicos del UTIDEAD y en los procesos inherentes de los proyectos de investigación en los estudiantes de últimos semestres; Encontrar indicadores que describan la conexión sistemática entre los saberes de la Estadística Descriptiva y la Inferencial, destacando su función como disciplina transversal; Impulsar el fomento y fortalecimiento de las habilidades investigativas en estudiantes y docentes, orientadas a formar investigadores competentes para la investigación formativa; como sostiene Rodríguez (2024), “La investigación es la manera de mostrar las habilidades que el estudiante ha obtenido a lo largo de su formación académica.” (p. 60), lo que evidencia que el hacer ciencia desde lo virtual es clave para consolidar su identidad intelectual y aportar soluciones innovadoras a su entorno; Revisar de manera permanente los lineamientos básicos para diseñar y actualizar un curso virtual que integre la metodología de las clases presenciales en la modalidad a distancia con la formación virtual por medio de la plataforma Tuaula.

Resultados y Discusiones

Se ha demostrado que combinar tutorías presenciales con formación virtual es una estrategia pedagógica muy efectiva para fomentar procesos de investigación en la educación a distancia. Esto se observó en el OVA INVESTIGACIÓN FORMATIVA Y ESTADÍSTICA CAT IDEAD TUNAL INVESTATISCUM. Los estudiantes vieron este recurso como una alternativa fresca en comparación con la enseñanza tradicional de la estadística. Esto es especialmente cierto porque les permite reinterpretar el aprendizaje al aplicarlo en situaciones reales, en lugar de simplemente memorizar fórmulas sueltas. Este hallazgo coincide con lo que menciona Katawazai, según Kerimbayev et al. (2023), quien argumenta que la educación actual debe centrarse en el estudiante durante todo el proceso de aprendizaje, fomentando su independencia y participación. En este contexto, el OVA se desempeñó como un mediador pedagógico que modifica la percepción de los alumnos acerca de la estadística, al mostrarla como un instrumento valioso para la investigación formativa.

El análisis de la experiencia reveló que hay una discrepancia conceptual entre lo que piensan los alumnos y los profesores sobre la investigación formativa. Algunos la ven simplemente como un requisito académico para aprobar un seminario, mientras que otros la consideran un proceso continuo de desarrollo intelectual a lo largo de su formación profesional. La implementación del OVA ayudó a visibilizar estas diferencias y a fomentar espacios de reflexión sobre la importancia de establecer una cultura investigativa más crítica y sostenible. Esta conclusión coincide con lo que mencionan Cruz et al. (2022), quienes argumentan que las universidades deben replantear sus enfoques para fortalecer los contextos de investigación formativa, ya que la práctica histórica ha sido inconsistente y fragmentada.

Además, se observó que no utilizar herramientas estadísticas de manera sistemática en los primeros semestres limita el desarrollo de habilidades investigativas en etapas posteriores. Los estudiantes comentaron que se sienten listos para plantear problemas, pero no para analizarlos de forma cuantitativa, lo que pone de manifiesto una desconexión en el currículo entre las materias de estadística y los seminarios de investigación. La experiencia con el OVA permitió comprender técnicas como la estimación de parámetros, las pruebas de hipótesis y el análisis descriptivo a través de problemas reales, lo que ayudó a integrar ambos campos. Esta conexión respalda lo que mencionan Ojeda y López (2023), quienes subrayan la importancia de la estadística como base metodológica para la investigación aplicada.

Un aporte importante fue la creación del semillero INVESTATISCUM, un espacio alternativo para el desarrollo académico donde los estudiantes interesados en la investigación pudieron expandir el uso del OVA más allá del aula convencional. Estos entornos extracurriculares promovieron el trabajo en equipo, la discusión de métodos

y la creación de proyectos relacionados con varios programas del UTIDEAD, respaldando así lo que Vera y Fernández (2024) mencionan sobre la relevancia estructural de los semilleros en la formación temprana de habilidades investigativas. Por lo tanto, la experiencia demuestra que la virtualidad no solo ofrece acceso y flexibilidad, sino que también fomenta redes académicas interconectadas.

Finalmente, el estudio nos ha permitido identificar varios desafíos técnicos y pedagógicos que son clave para fortalecer esta iniciativa. Entre ellos, destaca la necesidad de mejorar la capacitación de los docentes en el uso pedagógico de herramientas estadísticas y asegurarnos de que este OVA esté siempre actualizado con nuevas metodologías. También es crucial optimizar los recursos digitales para fomentar una mayor interactividad. Además, el análisis metodológico ha demostrado que la investigación formativa necesita un seguimiento constante para evitar que la distancia geográfica se traduzca en una desconexión intelectual. En resumen, aunque el OVA representa una contribución significativa, su sostenibilidad depende de la colaboración institucional y del compromiso colectivo para establecer una cultura de investigación en el UTIDEAD.

Durante la implementación del OVA, se ha notado un aumento significativo en el interés por la investigación. Muchos estudiantes de diferentes programas académicos del UTIDEAD que utilizaron el OVA expresaron un mayor entusiasmo por los procesos de aprendizaje investigativo y su relación con los semilleros de investigación académica. Los textos y documentos académicos que revisados han ayudado a entender mejor la estadística aplicada. Los estudiantes han demostrado que pueden elegir y usar procedimientos estadísticos básicos en proyectos reales, dejando atrás esa forma mecánica de aprender que solo se centra en fórmulas. Además, han desarrollado la habilidad de utilizar software estadístico de manera efectiva. Se notó una mejor coherencia curricular entre los cursos iniciales de seminarios de investigación y estadística durante el proceso de conexión, especialmente en la propuesta de proyectos académicos interdisciplinarios dentro de los programas de UTIDEAD.

El impacto del semillero de investigación INVESTATISCUM no se limita solo al UTIDEAD; su influencia se extiende a varias regiones del país. La participación y la divulgación de los estudiantes "avanzados" ha permitido que guíen a sus compañeros de semestres más tempranos, fortaleciendo así las comunidades académicas entre diferentes programas y centros de apoyo tutorial. Este cambio en el rol tanto del estudiante como del docente transforma la función de ser meramente instructivos a convertirse en guías y acompañantes, lo que favorece un aprendizaje más autónomo y crítico.

Conclusiones

La implementación del OVA INVESTIGACIÓN FORMATIVA Y ESTADÍSTICA CAT IDEAD TUNAL INVESTATISCUM ha demostrado que combinar tutorías presenciales con entornos virtuales es una estrategia muy efectiva para fomentar las dinámicas de investigación en la educación a distancia. Este OVA coloca al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, integrando la estadística aplicada, recursos digitales y una interacción guiada, lo que ha permitido una participación más activa, mayor motivación y autonomía en sus proyectos de investigación. Esta experiencia muestra que, al abordar la virtualidad desde un enfoque pedagógico activo, se puede transformar la enseñanza tradicional centrada en contenidos hacia contextos de aprendizaje más significativos.

Los hallazgos mostraron una diferencia clara entre cómo los estudiantes y los docentes entienden la investigación formativa, además de señalar la falta de un uso coordinado de herramientas estadísticas en los primeros semestres académicos. Esta desconexión en el currículo dificulta el desarrollo progresivo de habilidades para la investigación aplicada, haciendo que se vea como un mero requisito académico en lugar de un proceso integral de formación. La implementación del OVA ayudó a visibilizar estas tensiones y a fomentar la integración de la estadística, los seminarios de investigación y las prácticas pedagógicas innovadoras en los programas del UTIDEAD. La creación del semillero INVESTATISCUM en el ámbito institucional se ha convertido en una contribución clave que va más allá de los cursos formales. Este espacio promueve el trabajo en equipo, la aplicación práctica de herramientas estadísticas y la formación de comunidades académicas centradas en la investigación. La participación de los estudiantes en estos entornos ha dado lugar a proyectos interdisciplinarios, ha fortalecido su pensamiento crítico y ha facilitado la interacción académica entre diferentes programas y áreas de la universidad. De esta manera, el impacto de la investigación se ha expandido más allá de las limitaciones de la presencia física.

Finalmente, el análisis resalta la importancia de contar con una estrategia constante para fortalecer la investigación formativa en la educación a distancia. Esto implica ofrecer capacitación a los docentes, asegurar que haya coherencia entre el currículo y la investigación estadística, proporcionar apoyo institucional de manera continua y garantizar que las herramientas digitales se mantengan actualizadas. El OVA se ha convertido en una herramienta realmente transformadora, pero su verdadero impacto dependerá de que sigamos impulsando y ampliando iniciativas similares que busquen fomentar en el ámbito universitario una cultura de investigación crítica, autónoma y con un enfoque social.

Referencias

- Asis, M., Monzón, E., Hernández, E. (2022). Investigación formativa para la enseñanza y aprendizaje en las universidades. *Mendive* 20 (2), 675-691. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/2676>
- Cruz, J., Olarte, J., Hernández, S., Hernández, E. (2022). La investigación formativa en Colombia: Una mirada desde su implementación. *Revista Boletín REDIPE* 11 (2), 177-187. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1676/1586>
- Durán, E., Monroy, D. (2023). Estrategia para promover la formación investigativa y la participación de integrantes en los semilleros de la Universidad Católica de Colombia <https://www.ucatolica.edu.co/portal/wp-content/uploads/2024/02/Estrategia-para-el-fomento-de-los-semilleros.pdf>
- Instituto de Educación a Distancia de la Universidad del Tolima. (2023). Misión y Visión. <http://administrativos.ut.edu.co/mision-y-vision-ut.html>
- Kerimbayev, N., Umirzakova, Z., Shadiev, R., Jotsov, V. (2023). A student-centered approach using modern technologies in distance learning: a systematic review of the literature. *Smart Learning Environments*, 1-28. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00280-8>
- Leal, M., y Rodríguez, Y. (2024). Estrategias para la formación en competencias investigativas en educación superior: revisión narrativa. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 17, 1-26. doi: 10.11144/Javeriana.m17.efci
- López, A., Ojeda, M. (2023). Innovación en consultoría estadística durante la pandemia de COVID-19: un estudio de caso. *Revista de investigación educativa de la Rediech*, 14, 1-17. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1675
- Mesa, N., Gómez, A., Arango, S. (2023). Escenarios colaborativos de enseñanza-aprendizaje mediados por tecnología para propiciar interacciones comunicativas en la educación superior. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(2), 259-282. <https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/36241/27450>
- Rodríguez, M. (2024). Procesos de investigación educativa en la virtualidad. *Revista Honoris Causa* 16, 55 – 70. <https://orcid.org/0000-0001-5108-8952>
- Roque, R. (2022). La enseñanza de la estadística para la investigación: algunas recomendaciones reflexionadas desde la praxis. *Educación*, 46 (2). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/47569/51617>
- Sánchez, W., Ramos, J., Montoya, W., García, F. (2024). Herramientas estadísticas avanzadas para el análisis de datos en investigaciones cuantitativas: una revisión sistemática. *Revista Ciencia y Educación*, 5 (12), 71-89. https://cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/567/830?utm_source=chatgpt.com
- Tobón, F., López, L., Londoño, C. (2019). Investigación formativa y prácticas académicas integradoras en el marco de la Responsabilidad Social Universitaria: Un análisis a partir de metodología mixta. *Revista Entramado*, 15 (2) 188-200. <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v15n2/1900-3803-entra-15-02-188.pdf>
- Vera, C., y Fernández, E. (2024). Los semilleros de Investigación” hacia la consolidación de una cultura investigativa en el contexto universitario. *Revisión de literatura 2017-2023. Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 12(2), 204-214, doi: 10.15649/2346030x.3445

Impacto Maker: La IA es tu herramienta, la creatividad es tu superpoder

Maker Impact: AI is your tool, creativity is your superpower

DOI: 10.64325/dh1sh741

Jorge Andrés Restrepo Múnera
AtlanttiCO EdTech

jole@AtlanttiCO.com, <https://orcid.org/0009-0004-3756-9943>

Tatiana Jiménez Hoyos
AtlanttiCO EdTech

tatianajimenez@AtlanttiCO.com, <https://orcid.org/0009-0004-0683-6076>

Maryuri Agudelo Franco
AtlanttiCO EdTech

maryuri.agudelo@uniminuto.edu, <https://orcid.org/0000-0002-0233-8676>

Zaily del Pilar García Gutiérrez
AtlanttiCO EdTech

zgarcia@uniminuto.edu, <https://orcid.org/0000-0002-9846-7762>

Como citar: Restrepo Múnera, J. A., Jiménez Hoyos, T., Agudelo Franco, M., & García Gutiérrez, Z. del P. (2026). Impacto Maker: La IA es tu herramienta, la creatividad es tu poder. In M. Chacón Castro (Ed.), Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/dh1sh741>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

Este artículo analiza la implementación de ImpActo Maker, una plataforma digital educativa nacional desarrollada por AtlanttiCO EdTech en articulación con Fundación Estrategia País con el apoyo de Google.org, que representa una apuesta estratégica por la transformación educativa mediante el uso ético y contextualizado de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG). El objetivo es presentar la efectividad del desarrollo de la plataforma ImpActo Maker como ecosistema de aprendizaje digital colaborativo orientado al cierre de brechas educativas mediante el uso óptimo de tecnologías emergentes en comunidades diversas de Colombia. La investigación adopta un enfoque metodológico mixto convergente paralelo que combina estudio pre-experimental cuantitativo con investigación basada en desarrollo cualitativo, empleando analíticas de LMS (Learning Management System), pretest-posttest, matrices de ordenación, mapeo territorial y mesas de co-creación. Se reporta como resultado una plataforma que integra más de 25 herramientas de IAG gratuitas, la metodología creativa GENIA (fusión entre Design Thinking y método científico), sistemas de analíticas de aprendizaje y comunidades de práctica, alcanzando 32.282 usuarios que integran la tecnología con propósito. En conclusión, se evidencia alineación con el CONPES 4144 sobre adopción de IA en Colombia, constituyendo una experiencia piloto de referencia nacional en democratización tecnológica educativa para contextos de inequidad digital.

Palabras clave: plataforma de aprendizaje digital, movimiento maker, inteligencia artificial generativa, educación STEM, tecnología educativa.

Abstract

This article analyzes the implementation of ImpActo Maker, a national digital educational platform developed by AtlanttiCO EdTech in collaboration with Fundación Estrategia País and supported by Google.org. The platform represents a strategic initiative for educational transformation through the ethical and context-sensitive use of Generative Artificial Intelligence (GAI). The objective is to present the effectiveness of ImpActo Maker as a collaborative digital learning ecosystem aimed at reducing educational gaps through the optimal use of emerging technologies across diverse communities in Colombia. The study adopts a convergent parallel mixed-methods approach, combining a quantitative pre-experimental design with qualitative development-based research, employing LMS (Learning Management System) analytics, pretest-posttest instruments, ranking matrices, territorial mapping, and co-creation workshops. The results report the development of a platform that integrates more than 25 free GAI tools, the creative GENIA methodology (a fusion of Design Thinking and the scientific method), learning analytics systems, and communities of practice, reaching 32,282 users who engage in purposeful technology integration. In conclusion, the findings demonstrate alignment with CONPES 4144 on AI adoption in Colombia, positioning ImpActo Maker as a national reference pilot in the educational democratization of technology in contexts marked by digital inequity.

Keywords: digital learning platforms, maker movement, generative artificial intelligence, STEM education, educational technology.

Introducción

En la actualidad, los sistemas educativos se sitúan en la intersección entre la acelerada transformación digital y la exigencia de garantizar una educación de calidad, inclusiva y equitativa. En este contexto, la UNESCO (2023) reconoce que la inteligencia artificial (IA) puede ampliar el acceso, personalizar los aprendizajes y optimizar la gestión educativa, siempre que su incorporación esté guiada por principios de equidad, inclusión y enfoque de derechos, especialmente en beneficio de poblaciones históricamente excluidas. Este escenario impone la necesidad de replantear las prácticas tradicionales de enseñanza mediante metodologías activas e interdisciplinarias que articulen tecnología, creatividad y resolución colaborativa de problemas.

Desde esta perspectiva, las propuestas que integran IA, cultura maker y enfoque STEM adquieren una relevancia estratégica, al trascender el uso instrumental de herramientas digitales para resignificar las experiencias de aprendizaje. Su propósito es que jóvenes y adultos, particularmente en territorios con mayores brechas, utilicen la IA como un medio para potenciar la creatividad, la experimentación y el pensamiento crítico, y no como un factor que profundice las desigualdades educativas.

Estas necesidades resultan especialmente visibles en contextos como el colombiano y el latinoamericano, donde persisten brechas educativas y digitales que limitan el desarrollo equitativo de competencias científicas y tecnológicas (Observatorio de Innovación Empresarial Universidad del Rosario, 2025). La pandemia por COVID-19 hizo evidentes estas desigualdades a través del acceso diferenciado a conectividad, dispositivos y entornos digitales, con efectos más severos en poblaciones rurales y vulnerables (MEN, 2020). En la región, además, solo una proporción reducida de la población cuenta con las habilidades necesarias para afrontar los desafíos de la transformación digital (OECD, 2020).

A este panorama se suma una desigualdad transversal vinculada al género, la ruralidad y la diversidad cultural. La brecha en las vocaciones científicas y tecnológicas afecta tanto a las mujeres como a comunidades indígenas, afrodescendientes y rurales. En Colombia, las mujeres representan apenas el 14,4 % de las graduadas en áreas STEM y menos del 30 % de quienes se dedican a la investigación científica a nivel mundial (UNESCO, 2019; Observatorio de Innovación Empresarial Universidad del Rosario, 2025), desigualdad que se intensifica en territorios con menor infraestructura educativa y digital, tal como reflejan los resultados de PISA (MEN, 2020).

Este conjunto de condiciones evidencia la urgencia de transformar los procesos

de enseñanza y aprendizaje mediante enfoques que integren creatividad, experimentación y tecnología como mediadores de equidad y desarrollo. En este marco surge la pregunta que orienta el estudio: ¿cómo contribuye la implementación de un ecosistema digital que integra inteligencia artificial generativa y metodologías creativas al cierre de brechas educativas territoriales en el desarrollo de habilidades digitales de jóvenes y adultos en distintas regiones de Colombia?

La literatura académica aborda esta cuestión desde perspectivas interrelacionadas como el aprendizaje activo, el enfoque STEM, el movimiento maker, las tecnologías emergentes y la inclusión educativa. Metodologías como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje experiencial han demostrado efectos positivos en el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad (Lou et al., 2017; Mota et al., 2025), especialmente cuando se articulan al enfoque STEM, fortaleciendo una cultura científica orientada a la innovación y la participación ciudadana (Gras & Ali, 2023). El movimiento maker refuerza esta visión al situar el aprendizaje en la acción y la creación, reconociendo el error y la iteración como parte del proceso formativo, a la vez que advierte la necesidad de superar enfoques tecnocéntricos desde perspectivas éticas e inclusivas (Metres et al., 2017).

En paralelo, la IA generativa amplía las posibilidades para diseñar ecosistemas de aprendizaje personalizados y colaborativos, siempre que se preserve la agencia humana como eje del proceso educativo (UNESCO, 2023). No obstante, diversos estudios alertan sobre el riesgo de dependencia tecnológica o profundización de brechas si su integración no se acompaña de alfabetización crítica (García et al., 2024). Desde la inclusión educativa, la innovación tecnológica solo adquiere sentido cuando contribuye efectivamente a la equidad, entendiendo la brecha digital como un fenómeno multidimensional que involucra acceso, habilidades y usos significativos (OECD, 2020).

Desde esta convergencia teórica, el objetivo de la investigación es desarrollar la plataforma ImpActo Maker como un ecosistema de aprendizaje digital colaborativo orientado al cierre de brechas educativas, mediante el uso ético y pedagógicamente situado de tecnologías emergentes, en especial la inteligencia artificial, con el fin de fortalecer el enfoque STEM y promover vocaciones científicas y tecnológicas en diversos territorios de Colombia.

Metodología

La investigación adopta un enfoque metodológico mixto de tipo convergente paralelo, integrando datos cuantitativos y cualitativos para abordar la complejidad del fenómeno de estudio (Creswell & Plano Clark, 2018). Este diseño resulta

pertinente para analizar plataformas educativas digitales y su impacto en el cierre de brechas territoriales, al combinar la medición objetiva de resultados con la comprensión profunda de las experiencias de los participantes y los procesos de apropiación territorial. El estudio se fundamenta epistemológicamente en el pragmatismo, reconociendo la necesidad de articular múltiples formas de conocimiento para comprender fenómenos educativos que involucren dimensiones tecnológicas, pedagógicas, sociales y culturales.

Desde la perspectiva cuantitativa, se desarrolló un estudio cuasi experimental con pretest y posttest, apoyado en analítica automatizada del LMS, orientado a evaluar la intencionalidad pedagógica, la funcionalidad tecnológica y el impacto territorial de ImpActo Maker en el cierre de brechas educativas. El componente cualitativo se estructura desde la investigación basada en desarrollo, enfoque que, según McKenney y Reeves (2019), permite analizar tecnologías educativas mediante ciclos iterativos de análisis, diseño, implementación y evaluación.

El alcance de la investigación es exploratorio, descriptivo y explicativo. La fase exploratoria identifica necesidades educativas y brechas digitales; la descriptiva caracteriza los componentes de la plataforma, los patrones de uso y las dinámicas de la comunidad de práctica; y la explicativa establece relaciones entre intencionalidad pedagógica, desarrollo tecnológico y uso de inteligencia artificial en función del cierre de brechas educativas territoriales.

La población estuvo conformada por 32.282 participantes de contextos urbanos, rurales y rurales dispersos en Colombia. Para el componente cuantitativo se aplicó muestreo probabilístico estratificado, con una muestra de 3.635 participantes distribuidos en cinco regiones, garantizando potencia estadística adecuada. En el componente cualitativo se empleó muestreo intencional por máxima variación con 30–40 participantes, hasta alcanzar saturación teórica.

La recolección de datos se realizó mediante analítica del LMS, cuestionarios digitales estandarizados de pretest y posttest, análisis documental, georreferenciación territorial y mesas de co-creación documentadas en bitácoras de investigación. El estudio se desarrolló durante 13 meses en cuatro fases secuenciales alineadas con los ciclos de la investigación basada en desarrollo (McKenney y Reeves, 2019): análisis contextual, diseño iterativo y validación, implementación y recolección de datos, y análisis integrado con triangulación de fuentes.

El análisis siguió un enfoque convergente, integrando ambos componentes para generar meta-inferencias. Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadística descriptiva, pruebas de comparación pretest–posttest, análisis de varianza, tamaños del efecto y regresión múltiple con SPSS ($\alpha = 0.05$). El análisis cualitativo se realizó mediante análisis temático según Braun y Clarke (2006), asistido con NVivo,

aplicando triangulación y validación con expertos. El protocolo fue aprobado por el comité institucional de ética y cumple la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales, garantizando anonimización, almacenamiento seguro y acceso restringido.

Resultados y Discusiones

Los resultados de la investigación se organizan en cuatro dimensiones complementarias que integran hallazgos cuantitativos y cualitativos sobre la implementación de la investigación ImpActo Maker.

ImpActo Maker: democratización de la innovación educativa mediante Inteligencia Artificial

ImpActo Maker alcanzó una cobertura de 32,282 usuarios, según la Tabla 1, se distribuyen en los 32 departamentos de Colombia, de los cuales 20,529 finalizaron completamente su proceso formativo, representando una tasa de culminación del 64.5%. Esta cifra supera significativamente los promedios de finalización en programas de desarrollo profesional en línea, que oscilan entre 30% y 50%, y resulta particularmente relevante considerando que solamente el 18% de hogares rurales en Colombia cuentan con acceso a internet (CEPAL, 2025).

Tabla 1. Características Demográficas de los Participantes (N=32,282)

Variable	n	%
Género		
Femenino	18,240	56.5
Masculino	14,042	43.5
Edad		
14-17 años	23,178	71.8
18-27 años	2,130	6.6
28+ años	6,974	21.6
Rol		

Estudiante	23,146	71.7
Profesor	6,262	19.4
Mentor	2,874	8.9
Experiencia previa IA		
Sí	1,324	4.1
No	30,958	95.9
Avance en la plataforma		
Finalizado	20.529	64,5
Con progreso	9.708	29,6
No iniciado	2.045	5,9

Nota: Los porcentajes se calculan sobre el total de respuestas válidas en cada variable (N=32,282). La categoría "Experiencia previa IA" evalúa familiaridad con herramientas de Inteligencia Artificial Generativa al momento de la inscripción en la plataforma. La categoría "No iniciado" representa participantes que abandonaron el programa sin completar módulos.

El análisis demográfico evidencia una distribución equilibrada de género, con 56.5% de participantes femeninas (n=18,240) frente a 43.5% masculinos (n=14,042), contrastando favorablemente con la brecha documentada en campos STEM donde las mujeres representan entre 28-35% de la fuerza laboral tecnológica global (OECD, 2025) y solo 18% de graduadas colombianas eligen estas áreas (Hamid-Betancur et al., 2021). La concentración etaria se ubicó en el rango de 14-17 años (71.8%, n=23,178), coherente con el enfoque hacia educación media, manteniendo una proporción de un educador (n=6,262) por cada cuatro estudiantes (n=23,146) que facilita acompañamiento pedagógico efectivo.

Un hallazgo crítico revela que 95.9% de participantes carecían de experiencia previa con Inteligencia Artificial Generativa, confirmando que ImpActo Maker democratiza el acceso a estas tecnologías emergentes en contextos donde solo 15 países habían integrado IA en currículos nacionales (UNESCO, 2022), posicionando a Colombia como pionero regional. La penetración territorial alcanzó departamentos centrales como Antioquia (6,026 usuarios), Cundinamarca (3,654) y Boyacá (2,566), pero también regiones periféricas como Vaupés (1,808), Guainía (15) y Vichada (5). El hito más significativo ocurrió en el Resguardo Indígena Dokabú (Santa Cecilia, Pueblo Rico, Risaralda), donde 568 miembros de la comunidad Emberá Katío y Chamí de la IE Dachi Dada Kera participaron activamente, evidenciando la capacidad del

modelo para trascender barreras geográficas y culturales articulando saberes locales con tecnologías emergentes.

La arquitectura modular con funcionalidad offline resultó decisiva en contextos de conectividad intermitente, al permitir el acceso asincrónico a contenidos y favorecer trayectorias formativas sostenidas y contextualizadas. En conjunto, estos resultados muestran que ImpActo Maker opera como una infraestructura de equidad educativa que no solo amplía el acceso a tecnologías emergentes, sino que reconfigura las condiciones estructurales para su apropiación pedagógicamente significativa en territorios históricamente marginados.

Transformación de competencias científicas tecnológicas y pedagógicas en Comunidades Territoriales

La participación en ImpActo Maker fortaleció significativamente las competencias pedagógicas, científicas y tecnológicas de los usuarios, consolidando prácticas de enseñanza creativas y colaborativas alineadas con el enfoque STEM y con pedagogías activas contemporáneas. El análisis cuantitativo pretest-posttest revela incrementos estadísticamente significativos en dimensiones críticas del ejercicio educativo: Acompañamiento estudiantil (+14.54%, $d=0.591$), Evaluación mediada por IAG (+14.64%, $d=0.559$), Mediación pedagógica activa (+13.65%, $d=0.559$) y Desarrollo profesional continuo (+11.69%, $d=0.531$), todas con tamaños de efecto entre medianos y grandes según criterios establecidos por Cohen (1988), indicando no solo significancia estadística sino relevancia práctica en contextos educativos reales.

Tabla 2. Análisis comparativo Pretest-Posttest por dimensiones de competencia en IAG

Dimensión	Pretest M (SD)	Posttest M (SD)	Δ	$\Delta\%$	Cohen's d	Interpretación
Conciencia y reflexión crítica	4.245 (0.955)	4.463 (0.773)	+0.218	+5.13%	0.251	Mediano
Creación y transformación de contenidos	3.927 (0.945)	4.323 (0.728)	+0.395	+10.07%	0.469	Mediano
Mediación pedagógica activa	3.584 (0.972)	4.073 (0.764)	+0.489	+13.65%	0.559	Grande

Evaluación mediada por IAG	3.465 (1.007)	3.972 (0.795)	+0.507	+14.64%	0.559	Grande
Acompañamiento estudiantil	3.591 (0.987)	4.113 (0.765)	+0.522	+14.54%	0.591	Grande
Desarrollo profesional continuo	3.711 (0.910)	4.145 (0.712)	+0.434	+11.69%	0.531	Grande
Condiciones institucionales	3.526 (0.884)	3.897 (0.747)	+0.371	+10.52%	0.453	Mediano
Reflexión metacognitiva	3.962 (0.899)	4.306 (0.686)	+0.344	+8.68%	0.430	Mediano

Nota. M = Media; SD = Desviación estándar; Δ = Diferencia; Cohen's d = Tamaño del efecto. Escala Likert de 1 a 5. Interpretación según Cohen (1988): $d < 0.2$ = pequeño; $0.2 \leq d < 0.5$ = mediano; $0.5 \leq d < 0.8$ = grande; $d \geq 0.8$ = muy grande.

En la Tabla 2, el promedio general de competencias del usuario para integración pedagógica de IAG incrementó 10.97% ($M_{\text{pretest}}=3.751$; $M_{\text{posttest}}=4.162$), señalando transformación integral del perfil profesional. Cualitativamente, la transformación más profunda se evidencia en la reconfiguración de identidades profesionales educadores: los participantes auto posicionados en niveles básicos (explorador inicial y usuario funcional) descendieron del 65.40% al 33.70% (reducción del 53.37%), mientras que los niveles avanzados (transformador metodológico y líder multiplicador) experimentaron un incremento del 125.73%, transitando del 14.41% al 35.96%. La emergencia del nivel "Integrador pedagógico" como categoría modal (30.34% posttest vs. 20.19% pretest) señala tránsito masivo desde competencias meramente instrumentales hacia apropiaciones pedagógicamente fundamentadas donde la IA se subordina a intencionalidades educativas deliberadas. El análisis territorial revela que contextos rurales experimentaron incrementos proporcionalmente superiores (+11.48% vs. +10.51% urbano), reduciendo la brecha urbano-rural en 23.49%, evidenciando que la plataforma operó como tecnología de equidad.

Estructura pedagógica híbrida, experiencial y flexible en contextos diversos

El análisis de las bitácoras de co-creación y de los testimonios docentes recogidos en las cuatro fases del proyecto evidencia que ImpActo Maker consolidó una estructura pedagógica híbrida, experiencial y flexible, sustentada en microlearning, cultura maker y la metodología GENIA (Generar, Explorar, Narrar, Iterar, Aplicar),

como fusión entre Design Thinking y aprendizaje experiencial. Esta arquitectura permitió adaptar las experiencias formativas a las condiciones educativas y tecnológicas de los territorios colombianos, integrando los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) mediante prácticas activas, breves y orientadas a la acción. La producción de 12.292 proyectos educativos contextualizados, desarrollados a partir de procesos de empatización comunitaria, evidencia una apropiación efectiva de metodologías activas, en coherencia con los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos (Lou et al., 2017; Mota et al., 2025).

Los instrumentos cualitativos identificaron tres tensiones estructurales en el diseño pedagógico mediado por IA: la autonomía frente al andamiaje docente, la apertura tecnológica frente a la protección de datos y la estandarización metodológica frente a la adaptabilidad territorial. Estas tensiones reflejan desafíos contemporáneos de la educación con inteligencia artificial y confirman que el equilibrio entre guía y autonomía resulta decisivo para el desarrollo de la creatividad y el pensamiento crítico (Lou et al., 2017; Mota et al., 2025). A su vez, los testimonios evidencian una transición desde la resistencia tecnológica hacia una apropiación crítica de la IA, coherente con la teoría de la autoeficacia de Bandura (1997), fortaleciendo la confianza de los participantes y promoviendo una transformación de la práctica educativa desde usos pasivos hacia roles activos, creativos y situados.

Arquitectura tecnológica de ImpActo Maker.

La arquitectura tecnológica de ImpActo Maker se concibe como una estructura sistémica accesible y modular, capaz de integrar 25 herramientas de inteligencia artificial generativa gratuita, un repositorio colaborativo y una red social académica que promueve la co-creación y el aprendizaje inclusivo en modalidades sincrónicas y asincrónicas. Este ecosistema opera mediante un sistema de gestión de aprendizaje orientado a la democratización del acceso a tecnologías emergentes.

Los resultados cuantitativos en la tabla 2 evidencian un incremento estadísticamente significativo del 10,52 % en la percepción de la arquitectura evaluada ($M_{\text{pretest}} = 3,526$; $M_{\text{posttest}} = 3,897$; $\Delta = 0,371$; $d = 0,453$; $p < 0,05$), reflejando una valoración favorable en términos de usabilidad, accesibilidad y pertinencia tecnológica. De forma complementaria, el porcentaje de participantes que reportaron acceso tecnológico permanente aumentó del 41,61 % al 51,31 %, mientras que la categoría Nunca se redujo del 2,96 % al 1,10 %, lo que sugiere una mejora sustantiva en las condiciones percibidas de infraestructura.

La plataforma alcanzó 32 departamentos y más de 1.000 municipios colombianos, con una tasa de permanencia del 90,49 %, cifra superior a los

estándares reportados en estudios longitudinales masivos (Serth et al., 2022) y consistente con un alto valor percibido por los usuarios. Desde una perspectiva cualitativa, la arquitectura se organiza en trayectorias formativas certificadas según el rol de participación: estudiantes (20 horas), docentes (30 horas) y mentores con acompañamiento intensivo (40 horas), lo que favorece progresión, diferenciación y sostenibilidad pedagógica.

Conclusiones

Los resultados del análisis mixto evidencian que ImpActo Maker supera la concepción instrumental de plataforma educativa para configurarse como un ecosistema digital pedagógico, territorialmente situado y orientado a la equidad. Su efectividad se fundamenta en la articulación entre una arquitectura pedagógica y tecnológica basada en inteligencia artificial generativa y metodologías activas, una mediación territorial intencionada y un enfoque explícito de inclusión educativa. Más que un repositorio digital, el ecosistema opera como un entorno de prácticas situadas que transforma las condiciones de acceso, uso y apropiación pedagógica de tecnologías emergentes en contextos históricamente rezagados.

La evidencia cuantitativa confirma un cierre efectivo de brechas educativas territoriales, expresado en la reducción de la brecha urbano-rural y en incrementos proporcionalmente mayores en contextos rurales. Estos resultados cuestionan perspectivas deterministas sobre la tecnología y demuestran que los diseños ecosistémicos orientados deliberadamente a la equidad pueden revertir dinámicas persistentes de exclusión. En el contexto colombiano, la alta participación de actores rurales y una tasa de permanencia superior al 90 % reflejan valor percibido, compromiso sostenido y consolidación de comunidades de práctica, aunque persisten desafíos estructurales asociados a la conectividad que demandan políticas públicas complementarias.

La transformación más relevante se observa en la cualificación de los actores del ecosistema, quienes transitan desde usos instrumentales hacia posicionamientos críticos y reflexivos frente a la tecnología. La consolidación de perfiles integradores pedagógicos evidencia procesos de apropiación en los que la inteligencia artificial se subordina a intencionalidades educativas, fortaleciendo el rol del educador como diseñador, mediador y evaluador de experiencias de aprendizaje contextualizadas.

En conjunto, la convergencia entre intencionalidad pedagógica, desarrollo tecnológico pertinente y compromiso con la equidad territorial configura un modelo integral que contrasta con enfoques centrados exclusivamente en infraestructura o capacitación técnica. ImpActo Maker se posiciona, así como una propuesta

pedagógica con vocación política, que demuestra la viabilidad de construir ecosistemas educativos digitales más justos, creativos y territorialmente situados, y abre nuevas líneas de investigación sobre sostenibilidad, prácticas pedagógicas mediadas por IA y análisis comparativos en contextos latinoamericanos.

Referencias

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Worth Publishers.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- García Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 9-39. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- Gras, M. (Coord) y Ali, C. (2023). Educación STEM y su aplicación: Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria. *Movimiento SEM* <https://movimientostem.org/wp-content/uploads/2024/04/Educacion-STEM-y-su-aplicacion-2024.pdf>
- Hamid Betancur, N. E. & Torres-Madronero, M. C. (2021). The Gender Gap in Engineering Programs in Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 41(2). <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v41n2.86758>
- Lou, S. J., Chou, Y. C., Shih, R. C., & Chung, C. C. (2017). A study of creativity in CaC2 steamship-derived STEM project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2387-2404. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01231a>
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2019). *Conducting educational design research*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315105642>
- Ministerio de Educación Nacional. (2020). *Visión STEM+ para Colombia: Documento de lineamientos para la educación STEM*. Colombia Aprende. <https://colombiaaprende.edu.co/recurso-coleccion/principios-orientadores-y-competencias-que-promueve-stem>
- Mota, F. B., Silva, L. R., & Gonçalves, T. (2025). Mapping the global research on project-based learning: A bibliometric and network analysis (2014–2024). *Frontiers in Education*, 10, 1-18. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1522694>
- Observatorio de Innovación Empresarial Universidad del Rosario. (2025). *Informe sobre educación STEM en Colombia*. Universidad del Rosario. Recuperado <https://urosario.edu.co/periodico-nova-et-vetera/economia/educacion-y-empleo-stem-en-colombia-tendencias-y-desafios>
- Serth, S., Staubitz, T., Martin, E., y Christoph, M. (2022). Measuring the effects of course modularizations in online learning environments on participation and learning success. *Frontiers in Education*, 7, 1-15. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1008545>
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. París: Organización de las Naciones

Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385556>

Gobernanza, ética y sostenibilidad, inteligencia artificial, un análisis interdisciplinario acerca de la seguridad, huella medio ambiental y la privacidad

Governance, ethics and sustainability, artificial intelligence, an interdisciplinary analysis of security, environmental footprint and privacy

DOI: 10.64325/k155g058

Oscar Iván Torres Díaz
Fundación Universitaria Internacional de La Rioja
oscarivan.torres185@comunidadunir.net
<https://orcid.org/0009-0005-2119-6537>
Ciara Romero Guzmán
Fundación Universitaria Internacional de La Rioja
ciara.romero705@comunidadunir.net
<https://orcid.org/0009-0004-1501-3848>

Como citar: Torres Díaz, O. I., & Romero Guzmán, C. (2026). Gobernanza, ética y sostenibilidad, inteligencia artificial, un análisis interdisciplinario acerca de la seguridad, huella medio ambiental y la privacidad. In M. Chacón Castro (Ed.), *Libro de Memorias. V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas*. Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/k155g058>

Esta obra está bajo una Licencia BY 4.0 International (CC BY).



Resumen

De acuerdo con los retos en cuanto a la ética, sostenibilidad y gobernanza, que se analiza el rápido desarrollo y poca regulación de la IA, son planteados en este estudio. Se indexan datos técnicos, científicos, y normativos con una revisión sistemática mixta usando el método SPIDER, integrando así búsquedas con ecuaciones booleanas en Scopus, Google scholar e IEEE Xplore, el hallazgo de las tres crisis fundamentales, ambiental, gubernamental, y de privacidad fue posible por el enfoque analítica y descriptivo. Se aseguró la rigurosidad metodológica de la investigación a través de técnicas como triangulación y síntesis narrativa. Por lo cual es fundamental, establecer, mecanismos éticos y normativas sólidas que fomenten un desarrollo de IA sostenible para seguir garantizando la soberanía de los datos y propicien un entorno global sostenible.

Palabras clave: seguridad, privacidad, sostenibilidad, gobernanza, impacto ambiental.

Abstract

According to the challenges in terms of ethics, sustainability and governance, which analyzes the rapid development and little regulation of AI, are raised in this study. Technical, scientific, and normative data are indexed with a mixed systematic review using the SPIDER method, thus integrating searches with Boolean equations in Scopus, Google scholar and IEEE Xplore, the finding of the three fundamental, environmental, governmental, and privacy crises was made possible by the analytical and descriptive approach. The methodological rigor of the research was ensured through techniques such as triangulation and narrative synthesis. Therefore, it is essential to establish solid ethical mechanisms and regulations that promote the development of sustainable AI to continue guaranteeing data sovereignty and promote a sustainable global environment.

Keywords: security, privacy, sustainability, governance, environmental impact.

Introducción

La IA ha pasado de ser una tecnología fundamental en el siglo XXI, con un impacto notable en áreas como la manufactura, educación y la salud. Sin embargo, su avance conlleva tres rasgos esenciales, la explotación de datos personales a gran escala, poniendo en riesgo la privacidad (Zuboff, 2019), la vulnerabilidad de los sistemas algorítmicos ante agresión como el envenenamiento de datos (Goodfellow et al., 2016) y la considerable huella ecológica del entrenamiento de modelos grandes, cuya demanda energética es similar a la de ciudades enteras (Strubell et al., 2019; Schwartz et al., 2021).

La literatura analizada demuestra que un entorno poco controlado por el gobierno en la IA es desigual y fragmentada. A pesar de que en Europa existen regulaciones como el RGPD. Estas no consiguen detener el control de los grandes monopolios tecnológicos. Marcos de ética han sido fomentados por instituciones como la UNESCO (2021), pero su aplicación efectiva sigue siendo insuficiente, el objetivo de este estudio es reducir esta disparidad a través de un análisis ético y gubernamental, que integre los puntos críticos de sostenibilidad ambiental, seguridad

y privacidad.

Se argumenta que la falta de Marcos éticos proactivos y un entorno gubernamental fragmentado han posibilitado que el avance de la IA produzca crisis en términos de privacidad, medio ambiente y seguridad. Para mitigar estas problemáticas es necesario un control regulatorio, ético y exhaustivo que fomenten la soberanía de los datos y tecnología segura, el propósito fundamental es examinar la necesidad de un control tecnológico que introduzca un desarrollo de IA sostenible y Marcos regulatorios que garanticen los datos sean soberanos.

La rápida evolución de la inteligencia artificial ha generado discusiones significativas acerca de ética, sostenibilidad y gobernanza, un estudio reciente de la UNESCO (2021) y el IA Index Report (2024) subrayan las diferencias entre el avance técnico y la aplicación de Marcos éticos, lo que expone de manifiesto que son necesarias las regulaciones globales. Investigaciones como las de Schwartz et al. (2020) y Strubell et al. (2019). Tratan el alto consumo energético y la huella ecológica de los modelos de IA, mientras que Buolamwini & Gebru (2018) demuestran sesgos algorítmicos con efectos en la sociedad. Mientras Goodfellow et al. (2016) y Ohm (2010) muestran las limitaciones de la animación y las vulnerabilidades técnicas, Capgemini (2020) e IBM (2025) exponen el temor social hacia la seguridad y la transparencia de datos. La urgencia de un enfoque internacional sólido se ve reforzada por las disparidades regulatorias, que son evidentes en la fragmentación entre la UE (Calo, 2021; Ding, 2018) y otras áreas.

Para el análisis que se lleva a cabo en la actualidad, estos antecedentes son fundamentales ya que demuestran que los retos relacionados con la ética, medio ambiente y la parte gubernamental en la IA, necesitan respuestas que sean colaborativas e interdisciplinarias. El estudio hace una estructuración de la evidencia , científica, social, y normativas que se desarrolla en los textos clave, camino esencial para implementar un control sustentable, soberanía de datos y una IA sostenible.

Metodología

La investigación se llevó a cabo desde el enfoque cualitativo-documental , respaldado por datos cuantitativos secundarios, se fundamenta en una revisión sistemática que usó el método SPIDER (muestra, fenómeno de interés, diseño, evaluación y tipo de investigación) el diseño exploratorio y descriptivo posibilitó un análisis crítico de las tensiones entre la regulación, seguridad y sostenibilidad tecnológica, haciendo uso de fuentes académicas, normativas que se actualizaron entre 2019 y 2025, las palabras clave tanto en español como en inglés fueron, gobernanza de la inteligencia artificial, ética de la IA, impacto medio ambiental de la

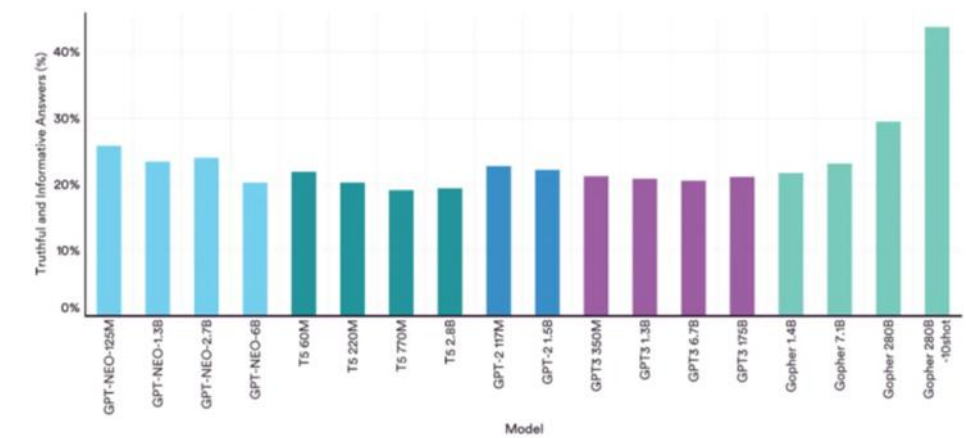
IA, y privacidad de la IA .

Se realizó la revisión sistemática a través de ecuaciones booleanas como (AND, OR Y NOT) en bases de datos como Google scholar, Scopus, IEEE xplorer y web of Science. Sobre la regulación, las emisiones y el consumo energético, se llevó a cabo un análisis de categorización temática, una sistematización cuantitativa y un contraste cualitativo. La triangulación teórico-contextual posibilitó la integración de los descubrimientos dentro de un marco lógico. Dado que solo se utilizaron fuentes secundarias, no fue necesario obtener consentimiento informado y se cumplieron las pautas éticas del formato APA (7ª edición).

Resultados y Discusiones

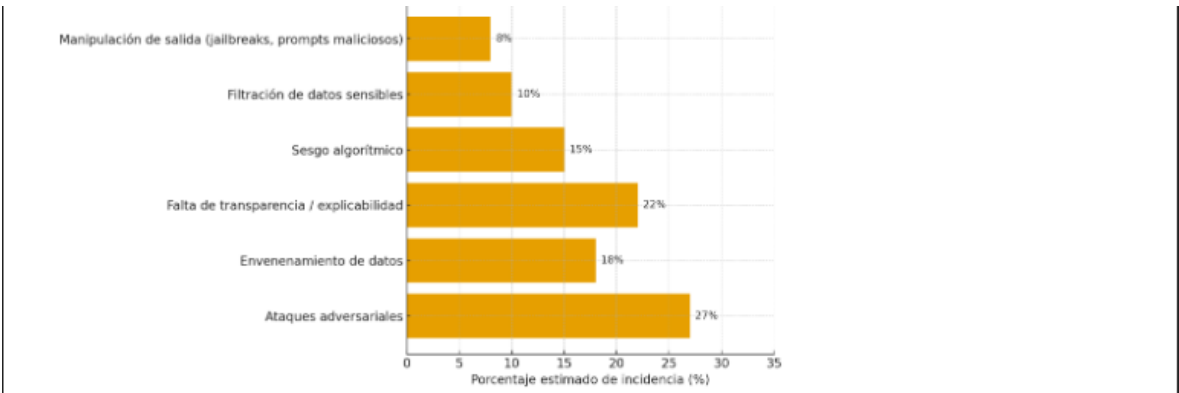
La revisión de literatura sobre IA muestra que el consentimiento informado es un trámite sin comprensión (IBM, 2025), a pesar de la demanda del 70% de consumidores por transparencia (Capgemini, 2020). La anonimización no es total ante la reidentificación (Ohm, 2010), y el sesgo algorítmico por datos incompletos causa discriminación laboral, financiera y judicial (Buolamwini & Gebru, 2018). La Figura 1 evidencia que la IA generativa es veraz solo 25% del tiempo (TruthfulQA, IA Index Report, 2022), demostrando una inexactitud inherente con riesgos de desinformación. Urgen marcos regulatorios con equidad y la "ética por diseño".

Figura 1. Veracidad de la IA generativa. Fuente: Stanford University Artificial Intelligence Index Report 2022



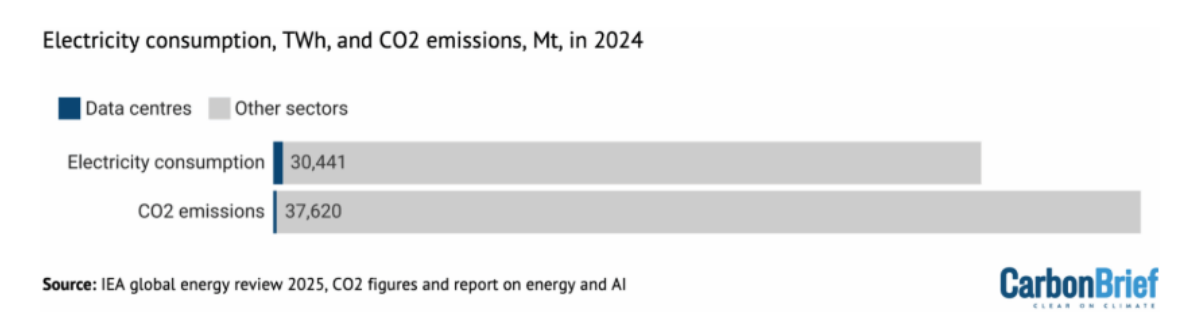
La seguridad en IA tiene vulnerabilidades críticas técnicas y éticas. Las técnicas incluyen ataques adversariales y envenenamiento de datos que alteran modelos (Goodfellow et al., 2016). Éticamente, persisten la falta de transparencia, el sesgo algorítmico y la filtración de datos, erosionando la confianza (IBM, 2025). La Figura 2 muestra que la seguridad requiere auditorías éticas, cooperación y hardware seguro. Esto exige complementar la protección tecnológica con marcos de gobernanza que integren la "ética por diseño".

Figura 2. Tomado y Adaptado de IBM, IEEE, UNESCO y estudios académicos recientes.



El desarrollo y uso de la IA implica una huella ecológica insostenible: los centros de datos para modelos de IA consumen ya más del 1% de la electricidad global y emiten el 0.5% del CO₂ mundial, cifra proyectada a crecer junto al uso intensivo de agua, la generación de residuos electrónicos y la extracción de minerales para hardware, todo agravado por la opacidad informativa y la insuficiente regulación internacional; en la figura 4 ilustra cómo, a diferencia de otros sectores que tienden a descarbonizarse, la huella ambiental de la IA sigue aumentando peligrosamente.

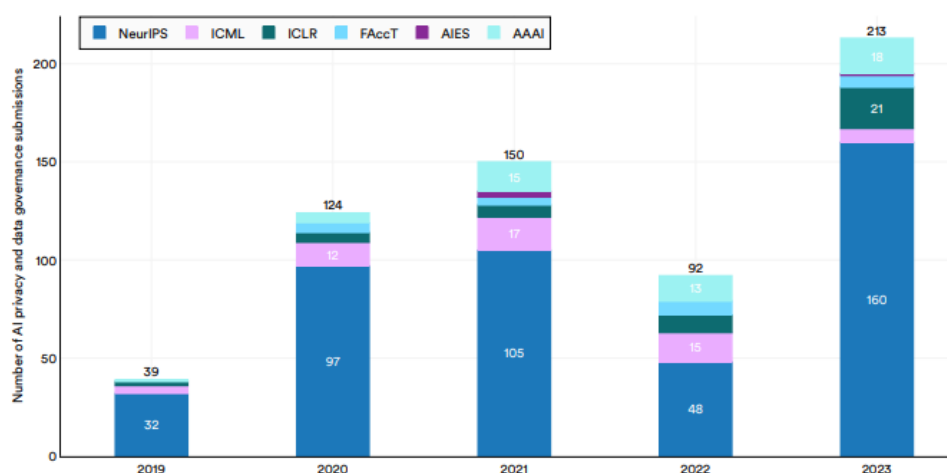
Figura 3. Electricity consumption, TWh, and CO₂ emissions, MtCO₂, of global data centres in 2024, relative to other sectors. Source: IEA global energy review 2025, CO₂ figures and report on energy and AI.



La gobernanza de la IA avanza más lento que su desarrollo. La UE lidera con el

AI Act (gestión de riesgos), mientras China tiene control estatal (Ding, 2018) y EE. UU. una autorregulación fragmentada (Calo, 2021), generando vacíos globales. La Figura 4 muestra un aumento de publicaciones sobre gobernanza (de 39 en 2019 a 213 en 2023) (AI Index Report, 2024). Sin embargo, las organizaciones aplican solo 2 de 6 medidas de mitigación de riesgos, siendo reactivas. El marco ético de la UNESCO (2021) busca equidad y sostenibilidad, aunque persiste una brecha entre principios e implementación.

Figura 4. Publicaciones sobre gobernanza en IA. Fuente: AI Index Report 2024



La inteligencia artificial conlleva una compleja red de riesgos relacionados como lo son, técnicos, regulatorios, éticos y ambientales, se requieren de soluciones que incorporen sistemas de auditorías, leyes, y políticas a nivel global para abordarlos, y así controla el crecimiento de la IA aumente en desigualdades, es imprescindible entender esta interdependencia , esta evaluación de documentos provenientes de fuentes fidedignas presenta una perspectiva sólida y crítica sobre desafíos a nivel mundial.

Conclusiones

Concluyendo la investigación , en el progreso de la IA para que se mantenga equilibrado con las limitaciones éticas y medioambientales es necesario contar con Marcos gubernamentales peor activos e integrales, los sistemas son susceptibles a los ataques , las protecciones actuales no son suficientes para la privacidad y el sesgo algorítmico que expone en peligro la equidad, las defensas técnicas por sí solas no reducen estos peligros sistemáticos, la IA, también tiene una huella ecológica que no es sostenible debido a su gran demanda de minerales, agua y energía.

Se aborda esto junto con los desafíos de seguridad y éticos, necesita una acción coordinada, la hipótesis inicial se confirma de la siguiente manera, la falta de un control gubernamental sólido restringe el desarrollo responsable de sistemas de IA, pero en el análisis la IA solo sea guiada con responsabilidad, evitando que se amplifiquen las disparidades y los daños, si hay innovación, colaboración y regulaciones iguales, así se ratifica la hipótesis inicial, la falta de acción del gobierno de manera sólida impide que la IA se desarrolle de manera responsable, sin embargo el análisis a efectuar posibilita trazar una irta crítica para vencer estos restos, de esta manera el artículo alcanza sus metas, al determinar y establecer las bases de alternativas estratégicas para un futuro ético y sostenible en sistemas de inteligencia artificial.

Referencias

- Agencia Española de Protección de Datos (AEPD). (2021). La protección de datos en la inteligencia artificial: riesgos y garantías. AEPD.
- AI Index Report. (2024). AI Index 2024 Annual Report. Stanford University.
- AI Index Report. (2022). AI Index 2022 Annual Report. Stanford University.
- Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. *Proceedings of Machine Learning Research (PMLR)*, 81, 1–15.
- Calo, R. (2021). Artificial intelligence policy: A primer and roadmap. *University of California Law Review*, 109(3), 513–559.
- Capgemini. (2020). The AI and Data Ethics Study. Capgemini Research Institute.
- Ding, J. (2018). Deciphering China's AI dream. Future of Humanity Institute, University of Oxford.
- Gartner. (2024). AI Market Report 2024: Rare Earth Dependency. Gartner Research.
- Li, J., Hao, Y., Xu, H., Wang, X., & Hong, Y. (2025). Exploiting the index gradients for optimization-based jailbreaking on large language models. En *Proceedings of the 31st International Conference on Computational Linguistics* (pp. 4535–4547). Abu Dhabi, UAE: Association for Computational Linguistics. Recuperado de <https://aclanthology.org/2025.coling-main.305/>
- Gabbatiss, J. (2025, septiembre 15). AI: Five charts that put data-centre energy use – and emissions – into context. Carbon Brief. <https://www.carbonbrief.org/ai-five-charts-that-put-data-centre-energy-use-and-emissions-into-context/>
- Goodfellow, I., Shlens, J., & Szegedy, C. (2016). Explaining and harnessing adversarial examples. *ICLR*.
- International Energy Agency (IEA). (2023). Data Centres and Energy Demand Report 2023. IEA.
- IBM. (2025). AI and Data Responsibility Report. IBM Research.
- Ohm, P. (2010). Broken promises of privacy: Responding to the surprising failure of anonymization. *UCLA Law Review*, 57(6), 1701–1777.

- Schwartz, R., Dodge, J., Smith, N. A., & Etzioni, O. (2020). Green AI. *Communications of the ACM*, 63(12), 54–63.
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 3645–3650.
- UNESCO. (2021). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO.

Sobre los autores

Marcos Chacón Castro

Fundación Universitaria Internacional de La Rioja

marcos.chacon@unir.net

<https://orcid.org/0000-0001-7986-6322>



Soy un apasionado de la educación, originario de Colombia, con una sólida formación académica que incluye un Doctorado en Educación (Universidad Pedagógica Libertador) y una Maestría en Educación (Universidad Autónoma de Bucaramanga) con mención en Investigación. Mi formación inicial es como Licenciado en Matemática (Universidad Industrial de Santander, siendo director y fundador del Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas, y cuento con más de ocho años de experiencia en el ámbito educativo. He trabajado en diversas instituciones de educación superior, tanto a nivel regional como nacional e internacional, apasionado en el trabajo en equipo promoviendo la divulgación científica de los proyectos de investigación realizados en entornos virtuales y presenciales, utilizando herramientas tecnológicas. Soy embajador de Genially en Latinoamérica y formó parte del grupo de docentes en línea de Latinoamérica, representante de la red de

círculos y festivales matemáticos (Cyfemat). Actualmente, especializado en la dirección y asesoramiento de trabajos de investigación en el ámbito educativo, con un enfoque particular en la elaboración y publicación de artículos científicos de alto impacto en revistas académicas reconocidas.

Equipo organizador

Eva María Veraly Argueta Escobar

evamariaescobar18@gmail.com

Licenciada en la Enseñanza de la Matemática y la Física. Profesora de Enseñanza Media en Física y Matemática. Perito Contador con Orientación en Computación. Se distingue por integrar metodologías activas y herramientas tecnológicas en el aula. Es miembro de Los Pitagóricos y coordinadora de redes del Congreso Internacional STEAM y Metodologías Activas. En 2024 publicó un artículo sobre ecuaciones en Prensa Libre, consolidando su compromiso con la divulgación y la innovación en la enseñanza de la matemática. Ha impartido talleres, conferencias a nivel nacional como internacional. Su labor se caracteriza por el liderazgo, la investigación educativa y la promoción del pensamiento lógico y crítico en sus estudiantes.





Dora Leticia Esperanza Lozano

Coordinadora Internacional de CISMA.

doraleticia.e.solano@gmail.com

Mtra Leticia Solano de Nacionalidad Mexicana, con una formación en Docencia e Investigación Educativa (Santander), Lic. En Educación Preescolar (ENUFI), Asesora Técnica Pedagógica de la zona escolar 069, IEEPO Maestra Universitaria en Universidad América en las Lic. De Ciencias de la Educación y Lic en Psicología, Coordinadora enlace en la Universidad Latinoamericana de Empresarios ULE. Integrante del Equipo del Diplomado “Acciones Pedagógicas para el fortalecimiento de Proyectos Escolares y Comunitarios”. Asesora de Proyectos STEAM desde la primera infancia.

Formación en Psicología Sistémica (ZENTRUM España) con diversas especialidades en la rama de la psicología: terapia de Pareja, TCC, Tanatología., Diplomaturas en Pensamiento Crítico, Habilidades Docentes y Neurociencia. Generadora de Alianzas Internacionales en Sinergias Educativas que permiten la capacitación académica en países como México, Perú y Colombia. Ponente y Tallerista Nacional e Internacional en diferentes Congresos y jornadas educativas. Docente con 23 años de Servicio. Promotora de Proyectos comunitarios emancipadores y de servicio social de capacitación en pueblos originarios. Delegada Nacional de investigación en INNED A.C México (Nombramiento), Colaboradora internacional en CDIPE Perú (credencial), Colaboradora en Impulsores de la investigación para la Innovación Perú(credencial). Apasionada de la educación entendiendo a ésta como la base de la transformación social desde la línea epistémica de la: construcción - Acción -Emancipación Agradecida con cada alianza, dejando aporte académico y huella humana en cada presencia, haciendo Leticia Solano un Ubuntu en la educación.

Melkin Daniel Garzón Haad

fundaciongrupoceres@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5236-7571>

Administrador Financiero y Contador Público, Especialista en Gestión de Proyectos. Docente investigador y gestor de innovación educativa, con experiencia en procesos administrativos, divulgación científica, gestión cultural y análisis de datos.



Diana Elizabeth Palacios Ibarra

*Instituto Tecnológico Internacional Universitario (ITI) Quito-Ecuador diana.palacios@iti.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6260-8463>*



Soy Diana Elizabeth Palacios Ibarra, profesional comprometida con la transformación educativa, la innovación pedagógica y la construcción de espacios de aprendizaje significativos, inclusivos y de calidad. Actualmente me desempeño como CEO de la Academia Educativa INNOVARTESTEAM, docente del Instituto Tecnológico Internacional Universitario (ITI) y docente del Ministerio de Educación del Ecuador. Cuento con una Maestría en Innovación y Liderazgo Educativo y actualmente curso un PhD en Educación con mención en Innovación Educativa, trayectoria que ha fortalecido mi visión crítica, investigativa y transformadora de la enseñanza. Me he desempeñado como divulgadora científica con especialización en metodologías investigativas. Además, poseo experiencia en gestión del conocimiento, desarrollo de programas virtuales, prácticas innovadoras en la educación superior, planeación educativa, diseño curricular para la educación superior y dirección estratégica con enfoque en innovación educativa. Dentro de mi trayectoria, también cumplo funciones como

Coordinadora de Proyectos Internacionales, Coordinadora de Gestión Académica del Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas (CISMA) y Coordinadora Académica de la Red de Estudios y Desarrollo en Investigación Académica (REDIA). Mi propósito profesional es seguir aportando al fortalecimiento de una educación más humana, inclusiva, innovadora y científicamente fundamentada, capaz de responder a los desafíos actuales y de generar un impacto positivo en la sociedad.

Janio Jadan-Guerrero

*Universidad Tecnológica Indoamérica Quito - Ecuador
janiojadan@uti.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3616-2074>*

Soy profesional en el área de la tecnología y la educación, con una sólida formación académica orientada a la investigación, la innovación y el desarrollo de soluciones inclusivas. Estudié Ingeniería Informática en la Universidad Central del Ecuador, cursé una Maestría en Seguridad Informática en la Universidad de Costa Rica, una Maestría en Administración de Empresas y Marketing en la Universidad Tecnológica Indoamérica, y obtuve un Doctorado en Ciencias de la Computación en la Universidad de Costa Rica y la Universidad Politécnica de Valencia, con énfasis en Interacción Humano-Computador. A lo largo de mi trayectoria académica e



investigativa, he escrito 7 libros y publicado más de 120 artículos indexados en Scopus, además de presentar mis investigaciones en importantes congresos científicos tanto a nivel nacional como internacional. Mi trabajo ha estado enfocado en la integración de la tecnología, la educación y la inclusión, promoviendo propuestas innovadoras que aporten al mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Actualmente, me desempeño como Rector de la Universidad Tecnológica Indoamérica e investigador del Centro de Investigación en Ciencias Humanas y de la Educación (CICHE). Asimismo, soy editor asociado de la revista científica CienciAmérica y miembro de comités científicos de reconocidos congresos y publicaciones académicas internacionales. También tengo el honor de ser Miembro Senior del IEEE, Coordinador de Investigación del Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas (CISMA). Durante mi carrera, he recibido reconocimientos por mi aporte al desarrollo de tecnologías educativas y metodologías activas de aprendizaje, especialmente aquellas orientadas a la inclusión y la innovación pedagógica. Una parte importante de mi labor se ha centrado en el diseño de herramientas dirigidas a niños con Necesidades Educativas Especiales, entre las que destacan Kiteracy, un kit de lectoescritura para apoyar el aprendizaje de niños con discapacidad intelectual; AINIDIU, un asistente virtual diseñado para facilitar el acceso a la información y al aprendizaje de niños con discapacidad visual; y Qínqu, un juego de mesa inclusivo que promueve el aprendizaje y la interacción de personas con discapacidad visual e intelectual. Mi compromiso profesional se fundamenta en la convicción de que la tecnología y la educación, cuando se articulan desde una mirada humana, inclusiva e innovadora, pueden transformar realidades y generar oportunidades de aprendizaje para todos.

Esta obra se publicó en primera edición durante el año 2026, como resultado de los artículos aprobado correspondiente al V Congreso Internacional de STEAM y Metodologías Activas

Colección: Educación

DOI: 10.64325/6rra3p91

ISBN: 978-9942-7491-3-0



Esta obra se edita bajo una Licencia Creative Commons BY.4.0