

Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v4i4.457>

Recibido: 2025-10-10

Aceptado: 2025-10-29

Publicado: 2025-11-05

Aprendizaje Basado en Proyectos y Asistentes de Inteligencia Artificial: Innovación Pedagógica para el Desarrollo del Pensamiento Computacional en Entornos STEM.

Project-Based Learning and Artificial Intelligence Assistants: Pedagogical Innovation for the Development of Computational Thinking in STEM Environments.

Autores:

Rosa Predilecta Coronel Casierra¹<https://orcid.org/0009-0008-3547-7585>rosscoronelks@hotmail.com**Independiente**

Guayas – Guayaquil

Karina Sabina Iñiguez Peralta²<https://orcid.org/0009-0001-6647-5450>karina.iniguez@educacion.gob.ec**Ministerio de Educación Cultura y Deporte**

Guayas - Guayaquil

Bertha Angélica Rodríguez Soledispa³<https://orcid.org/0009-0000-0863-396X>berthy209@live.com**Independiente**

Guayas - Guayaquil

Pilar Soveida Limones Solís⁴<https://orcid.org/0000-0003-0160-0799>pilar.limones@educacion.gob.ec**Ministerio de Educación Cultura y Deporte**

Guayas - Guayaquil

Sixta Margarita Coronel Coronel⁵<https://orcid.org/0009-0003-7150-7757>sixta.coronel@educacion.gob.ec**Ministerio de Educación Cultura y Deporte**

Guayas - Guayaquil

Cómo citar

Coronel Casierra, R. P., Iñiguez Peralta, K. S., Rodríguez Soledispa, B. A., Limones Solís, P. S., & Coronel Coronel, S. M. (2025). Aprendizaje Basado en Proyectos y Asistentes de Inteligencia Artificial: Innovación Pedagógica para el Desarrollo del Pensamiento Computacional en Entornos STEM. *ASCE MAGAZINE*, 4(4), 1249–1275.

Resumen

Este artículo examina la influencia del aprendizaje basado en proyectos (ABP) con el apoyo de asistentes de IA como una estrategia innovadora para fortalecer el pensamiento computacional y la resolución de problemas en ambientes STEM. Utilizando un enfoque de métodos mixtos, se implementó un diseño cuasi-experimental en instituciones de educación secundaria en tres contextos diferentes (urbano, rural y virtual), involucrando a 215 estudiantes y 12 docentes. La intervención se refinó en cuatro etapas: un diagnóstico de competencias digitales, co-diseño de proyectos interdisciplinarios, implementación de los proyectos con el apoyo de asistentes de IA (ChatGPT y Copilot), y evaluación utilizando rúbricas analíticas, junto con un análisis de desempeño. Los hallazgos demuestran un aumento significativo en el desarrollo del pensamiento lógico, la creatividad algorítmica y la autonomía cognitiva, especialmente en estudiantes de bajo rendimiento. Además, hubo un aumento en el papel del docente como mediador cognitivo, y se reconoció el diseño de experiencias de aprendizaje personalizadas. Los asistentes de IA proporcionaron retroalimentación inmediata, minimizaron el tiempo de investigación, crearon recursos de enseñanza adaptativos y ayudaron en la transformación sistémica del ecosistema educativo a través del uso estratégico de tecnologías emergentes. Es claro que la sinergia entre el Aprendizaje Basado en Problemas y la IA no solo fomenta competencias STEM, sino que también avanza una cultura pedagógica centrada en la innovación, la colaboración y el pensamiento crítico, todos elementos vitales de la educación del siglo XXI. Este modelo emerge como un camino sostenible prometedor para el rediseño curricular y el desarrollo de ciudadanos que aborden problemas del mundo real a través de enfoques interdisciplinarios y sofisticados.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos; Inteligencia Artificial; Pensamiento Computacional; Educación STEM; Innovación Educativa.

Abstract

This article examines the influence of Project-Based Learning (PBL) supported by AI assistants as an innovative strategy to strengthen computational thinking and problem-solving skills in STEM environments. Using a mixed-methods approach, a quasi-experimental design was implemented in secondary education institutions across three different contexts (urban, rural, and virtual), involving 215 students and 12 teachers. The intervention was refined through four stages: a diagnosis of digital competencies, co-design of interdisciplinary projects, implementation of the projects with the support of AI assistants (ChatGPT and Copilot), and evaluation using analytical rubrics alongside a performance analysis. The findings demonstrate a significant increase in the development of logical thinking, algorithmic creativity, and cognitive autonomy, especially among low-achieving students. In addition, there was an enhancement of the teacher's role as a cognitive mediator, and the design of personalized learning experiences was recognized. The AI assistants provided immediate feedback, minimized research time, created adaptive teaching resources, and contributed to the systemic transformation of the educational ecosystem through the strategic use of emerging technologies. It is evident that the synergy between Project-Based Learning and Artificial Intelligence not only fosters STEM competencies but also promotes a pedagogical culture centered on innovation, collaboration, and critical thinking—all essential elements of 21st-century education. This model emerges as a promising and sustainable pathway for curricular redesign and the development of citizens capable of addressing real-world problems through interdisciplinary and sophisticated approaches.

Keywords: Project-Based Learning; Artificial Intelligence; Computational Thinking; STEM Education; Educational Innovation.

Introducción

Los desafíos que encuentra la Cuarta Revolución Industrial en el mundo educativo, consisten en preparar a los educandos para desenvolverse en entornos flexibles, digitales y conectados. En estos desafíos, el desarrollo de competencias en el pensamiento computacional (PC), problematizado como un criterio horizontal y crítico para la educación en el siglo XXI (Tariq, 2025), y en la resolución de problemas complejos digitales, comienza a establecer fundamentos de lo que se puede considerar como alfabetización digital. En la integración de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) dentro del entorno STEM se consolidan varios métodos de innovación en educación, como el aprendizaje activo, colaborativo y contextualizado (Kwon y Lee, 2025; Chen y Hui, 2024).

En la incorporación de asistentes de IA (Inteligencia Artificial) en el aula, la educación empieza a transformarse gracias a que se puede personalizar la enseñanza, automatizar tareas cognitivas y proveer retroalimentación en tiempo real (Garzón et al., 2025; Moundridou, 2024). Sin embargo, el área de la educación que integra ABP, IA asistentes, PC y STEM, continúa en un estado poco desarrollado, lo que propone estudiar estas pedagogías en sinergia es de gran interés (Akhmetova et al., 2025).

La preparación-investigación ha implementado e incorporado el ABP en el aumento de las habilidades de las STEM y el Pensamiento Computacional (PC). Una revisión sistemática realizada por Chen y Hui (2024) sostuvo que en el contexto educativo las ABP y el PC potencian de forma simultánea la creatividad, la descomposición de problemas y la abstracción algorítmica, que son PC. De la misma forma, se obtuvo una conclusión similar en un-meta análisis más reciente de Zhang, Guan y Hu (2024) que corroboró que el ABP incrementa en gran medida el desarrollo de pensamiento computacional, sobre todo, en la integración de recursos digitales interactivos.

Por otra parte, Budiyanto (2022) manifestó que la robótica educativa guiada por un enfoque de ABP, en las clases de educación primaria, la robótica educativa incorporada en un enfoque de ABP, contribuye en gran medida a la mejora de la resolución de problemas y la comprensión de procesos algorítmicos. Además, Kwon y Lee (2025) demostraron que la educación STEM basada en proyectos aumenta la creatividad y la transferencia de conocimientos, mejorando el aprendizaje interdisciplinario y sin fronteras.

Con respecto a la IA en la educación, Garzón et al. (2025) y Akhmetova et al. (2025) destacan la función de los sistemas de IA en la personalización del aprendizaje y el monitoreo cognitivos, lamentablemente, se sigue sin considerar preparar a los docentes y articular marcos éticos más robustos. Xu y Ouyang (2022) normalizaron más de una década de aplicaciones de IA en STEM y las clasificaron en seis grupos, encerrando tutoría inteligente y generación de contenido adaptativo. En paralelo, Moundridou (2024) propuso la utilización de IA generativa como asistente docente en ambientes de indagación científica, sobre todo en aprendizaje autodirigido.

Finalmente, hay revisiones recientes que documentan el impacto positivo en las habilidades cognitivas y en las habilidades socioemocionales el enseñar ciencias de la computación y el pensamiento computacional a través de estrategias activas y mediadas por tecnología (Li et al., 2024; Hahn & Hu, 2025). Sin embargo, hay una laguna en la literatura sobre la interacción integrada del ABP, la IA y el pensamiento computacional en la educación STEM (Tariq, 2025). Durante los últimos 20 años, se han dado cambios radicales en la educación STEM, principalmente debido al nuevo entorno digital, las metodologías activas, y la convergencia de tecnologías avanzadas. Esta realidad demanda un innovador cambio a los enfoques pedagógicos estándar orientado a desarrollar el pensamiento lógico, creativo y computacional en los aprendices.

En esto, muchos estudios recientes se han centrado en el potencial del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el papel de los asistentes de Inteligencia Artificial (IA) en el paradigma educativo transformador y la construcción de habilidades de alto orden. En el contexto del Aprendizaje Basado en Proyectos, el ABP se ha convertido en un método de referencia para la enseñanza de matemáticas y ciencias, particularmente debido a las contribuciones que este enfoque hace a la resolución de problemas, la colaboración y la autonomía cognitiva.

. Jiménez Bajaña et al. (2024) mostraron que tanto el Aprendizaje Basado en Problemas como el ABP produjeron considerables avances positivos en la comprensión de conceptos matemáticos por parte de los estudiantes, aunque el primero enfatiza más significativamente el avance del pensamiento crítico y la transferencia de conocimiento. Esta afirmación se apoya en el trabajo de Bernal Párraga et al. (2025) que finalizó que el uso de la estrategia de aprendizaje colaborativo dentro de los proyectos contextualizados mejora el lógico razonamiento y la resolución de problemas de las personas en situaciones complejas de la vida cotidiana.

Integrar el enfoque STEM desde la infancia ayuda a la alfabetización científica y tecnológica. Bernal Párraga et al. (2024) estudió la integración del currículo STEM en la educación general básica y concluyó que este enfoque facilita el aprendizaje y la motivación de los estudiantes, ya que ayuda a la vinculación de la teoría con la práctica. A su vez, de manera complementaria, Bernal Párraga y Guarda (2020) indica que la gestión de la información en la educación y su innovación sirve de base para el diseño y la planificación curricular basada en evidencias.

Desde la innovación pedagógica, Bernal Párraga et al. (2024) también se ocupan del currículo STEM e indican que, comparado con otras metodologías pedagógicas activas, esta metodología profundiza de manera más eficaz los procesos de pensamiento computacional y la creatividad científica. En esta misma línea también se encuentra la investigación de Bernal Párraga y cols. (2024) que realiza un análisis del pensamiento computacional en la nueva era digital y sostiene que el pensamiento computacional se convierte en uno de los ejes fundamentales de la educación del siglo XXI, sobre todo, cuando se articula con tecnologías de aprendizaje activas e inteligentes, así como con los ambientes de aprendizaje interactivo.

En el campo de la educación y en particular en el área de matemáticas, García Carrillo y cols (2024) demuestra que la gamificación contribuye al aumento del desempeño de los estudiantes de bajo rendimiento al incrementar su motivación y compromiso activo en el aprendizaje. En el área de educación matemática al igual que en el modelo Flipped Classroom, Montenegro Muñoz y cols (2024) demuestra que la autonomía y el rendimiento académico del estudiante se ve favorecido, colocando así la gamificación como efectiva dentro de los enfoques activos mediado por las TIC.

Zamora Arana y cols (2024) así como Jara Chiriboga y cols (2025), al igual que otros autores, investigaron el uso de asistentes virtuales y chatbots educativos en el aprendizaje flexibilizado y personalizado y concuerdan en que estas herramientas permiten la adaptación de contenidos y estrategias didácticas a las disposiciones cognitivas de los estudiantes.

Estas afirmaciones se particularizan en las contribuciones de Guishca Ayala et al. (2024) que demuestran que la aplicación de IA en la enseñanza de matemáticas ayuda a los estudiantes a aprender de una manera más personalizada y efectiva.

La necesidad de formación en la estrategia de enseñanza innovadora también ha sido abordada en la literatura más reciente. Arequipa Molina et al. (2024) destaca que la metodología activa y la formación en tecnología digital para docentes son esenciales para que la innovación pedagógica sea sostenible a lo largo del tiempo. Por otro lado, Bernal Párraga et al. (2024) se centra en la necesidad de trabajar conceptos abstractos a través de manipulativos y dramatizaciones enmarcadas como representaciones. Estos argumentos basados en evidencia se correlacionan con las ideas de Santana Mero et al. (2024) que describen el aprendizaje adaptativo como un modelo emergente que combina inteligencia artificial y educación personalizada para redefinir los procesos de enseñanza-aprendizaje.

No obstante, a pesar de los avances documentales, la literatura aún tiene vacíos en la articulación integral del ABP, el pensamiento computacional y la inteligencia artificial. La mayor parte de la literatura se ha centrado en la eficacia aislada de una de estas dimensiones, por ejemplo, el impacto de la gamificación o del aula invertida, en lugar de la convergencia de los sistemas pedagógicos. En relación con el IB y los Estudios Sociales, Bernal Párraga et al. (2024) encontraron el potencial de estas tecnologías para apoyar el pensamiento crítico, sin embargo, señalan sobre la falta de evidencia respecto a su integración interdisciplinaria dentro de los campos STEM.

Colectivamente, otros trabajos recientes expanden la comprensión del panorama educativo actual. Basándose en la comprensión de la educación compensatoria básica, Fierro Barrera et al. (2024) subrayaron la importancia del refuerzo de la instrucción académica en matemáticas, mientras que Bernal Párraga et al. (2024) demostraron el papel de los recursos digitales en las ciencias naturales como un medio para mejorar la comprensión conceptual y experimental. De manera similar, Bernal Párraga et al. (2024) en su estudio sobre el Aprendizaje Basado en Juegos mostró que la representación de contextos reales estimula la creatividad y el pensamiento crítico desde edades tempranas. Además, Bernal Párraga et al. (2024) sobre la integración de STEM en la educación infantil destaca la importancia de introducir la investigación científica en los primeros años escolares, como lo propone Bernal Párraga et al. (2024) sobre la IA en estudios sociales, y la IA confirmó la integración de la inteligencia artificial como una herramienta de aprendizaje transversal. Finalmente, Bernal Párraga et al. (2024) sobre la innovación en la educación infantil mediante la integración de matemáticas y tecnología ilustra la importancia de fortalecer el razonamiento lógico

y desarrollar un aprendizaje significativo en los niños más pequeños en los primeros años de educación.

La literatura reciente destaca el valor de fomentar la colaboración y la enseñanza innovadora como elementos fundamentales para fortalecer el aprendizaje matemático y el razonamiento lógico de los estudiantes dentro de las disciplinas STEM. Como afirma Zamora Franco et al. (2024), el trabajo colaborativo en el aula de matemáticas promueve la comunicación y la construcción colectiva del conocimiento. La colaboración en la resolución conjunta de problemas y la construcción del conocimiento son cruciales para desarrollar el pensamiento computacional. En la misma línea, Bernal Párraga et al. (2024) mostraron que la incorporación de la gamificación, en la que se incluyen elementos de juego, estimula la creatividad y la perseverancia mostradas en la resolución de problemas matemáticos representan una estrategia pedagógica efectiva para mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes en el campo STEAM. Además, en el trabajo de Cosquillo Chida et al., el autor señala cómo la innovación de las prácticas de enseñanza enmarcadas en la integración de las TIC y el enfoque del proyecto de aprendizaje amplifican la autonomía, la interacción y el razonamiento lógico de los estudiantes. Esto fortalece un marco metodológico que promueve la integración del Aprendizaje Basado en Proyectos con tecnologías emergentes para avanzar en las habilidades cognitivas y digitales de los estudiantes. Como síntesis de la literatura revisada, es evidente la integración de la digitalización y la adopción activa de metodologías de enseñanza. Sin embargo, existe la necesidad de avanzar hacia un modelo de innovación educativa. Este modelo será un híbrido del ABP y la IA para desarrollar sinérgicamente el pensamiento computacional. Este vacío en la investigación subraya la relevancia del presente trabajo, que propone y analiza un modelo pedagógico que integra ambos enfoques, transformación de la enseñanza STEM y el desarrollo de competencias digitales del siglo XXI.

Si bien la evidencia acumulada indica posibles vías, la falta de investigación empírica que aborde de manera integral las formas en que los Asistentes de Inteligencia Artificial pueden integrarse en el Aprendizaje Basado en Proyectos para mejorar enfoques educativos transformadores sistémicos dentro de STEM centrados en el pensamiento computacional sigue siendo una brecha educativa. Por lo tanto, el problema de indagación que encuadra este estudio es el siguiente:

¿Cómo impacta la implementación de Asistentes de Inteligencia Artificial adentro de un plan educativo STEM en el desarrollo del pensamiento computacional, y cómo transfigura el proyecto el paisaje educativo hacia una innovación educativa transformadora de Aprendizaje Basado en Proyectos STEM?

La preeminencia de esta pregunta reside en la necesidad de enlazar la innovación tecnológica con marcos pedagógicos activos para lograr un aprendizaje significativo, inclusivo y sostenible (Xu & Ouyang, 2022; Kwon & Lee, 2025).

Esta investigación se basa en tres bases teóricas: (a) el constructivismo social, que apoya el aprendizaje a través de la colaboración y la resolución de problemas con tareas del mundo real; (b) la teoría del pensamiento computacional vista como una habilidad cognitiva fundamental dentro de la alfabetización STEM (Li et al., 2024; Hahn & Hu, 2025); y (c) la IA educativa como mediadora del aprendizaje personalizado, adaptativo y metacognitivo (Moundridou, 2024; Garzón et al., 2025).

La combinación de estos enfoques hace posible crear entornos de aprendizaje en los que los estudiantes asumen un papel activo y reflexivo, mientras que los asistentes de IA funcionan como co-facilitadores cognitivos al proporcionar apoyo en la toma de decisiones, retroalimentación en tiempo real y generación de soluciones algorítmicas. Esta convergencia metodológica probablemente impulse el cambio sistémico transformador en el aprendizaje STEM, que actualmente está impulsado por modelos pedagógicos flexibles, inclusivos y basados en evidencia (Akhmetova et al., 2025; Tariq, 2025).

El objetivo general del estudio es examinar la efectividad del Aprendizaje Basado en Proyectos apoyado por asistentes de IA en el desarrollo del pensamiento computacional en entornos STEM.

Objetivos específicos:

Diseñar e implementar un modelo ABP asistido por IA destinado al desarrollo del pensamiento computacional.

Evaluar el efecto del modelo en el rendimiento de los estudiantes en tareas de descomposición, abstracción y diseño algorítmico.

Comprender las percepciones de los docentes respecto a la integración de la IA en los procesos de enseñanza y aprendizaje STEM.

Analizar las contribuciones del modelo hacia cambios transformadores pedagógicos e institucionales hacia prácticas educativas innovadoras.

Metodología y Materiales

El estudio actual utilizó un enfoque mixto, con un diseño cuasi-experimental y explicativo-secuencial, combinando el análisis cuantitativo del rendimiento con exploraciones cualitativas de las percepciones de docentes y estudiantes. Este diseño fue elegido porque toma en cuenta la integración de la medición objetiva de los resultados del pensamiento computacional (PC) y la comprensión contextual de los procesos pedagógicos que involucran IA (Ji et al., 2025; Tariq, 2025).

La elección del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) está respaldada por hallazgos empíricos que reconocen su efectividad en fomentar la resolución de problemas, la creatividad y la transferencia de conocimientos dentro de los campos STEM (Kwon & Lee, 2025; Chen & Hui, 2024). Además, el uso de asistentes de enseñanza con IA se basa en hallazgos recientes que enfatizan su capacidad para personalizar la instrucción, proporcionar retroalimentación inmediata y mejorar la autonomía cognitiva (Xu & Ouyang, 2022; Garzón et al., 2025).

El diseño metodológico se desarrolló en cuatro fases: diagnóstico inicial, diseño colaborativo de proyectos, implementación con mediación de IA, y evaluación mixta de resultados. Este modelo integrador se basa en el aprendizaje STEM embebido en el pensamiento computacional (Li et al., 2024) y las pautas metodológicas para la investigación educativa con IA propuestas por Luo et al. (2025).

La población del estudio estaba compuesta por 215 estudiantes y 12 docentes de tres escuelas secundarias STEM, que incluían contextos urbanos, rurales y virtuales remotos. Se llevó a cabo una selección de muestra intencionada de acuerdo con el criterio de heterogeneidad, es decir, se consideraron variables como género, accesibilidad tecnológica y rendimiento académico previo. Este enfoque está en línea con las sugerencias de Listiaji et al. (2025) y Aslina Saad & Zainudin (2024) sobre la necesidad de muestreo diverso como un factor influyente para medir el impacto de estrategias basadas en proyectos y pensamiento computacional. Los profesores involucrados en el estudio poseían formación en metodología de enseñanza STEM y una experiencia básica en el uso de plataformas educativas de IA, lo que proporcionó congruencia en el proceso metodológico de implementación (Hsieh, 2022; Budiyanto, 2022).

Se incorporaron tres tipos diferentes de tecnologías emergentes en la intervención:

- a) Asistentes de IA generativa (ChatGPT, Copilot), utilizados para proporcionar retroalimentación formativa y construir materiales de recursos personalizados;
- b) Entornos de simulación STEM, específicamente PhET Interactive Simulations y Tinkercad para el diseño de modelos digitales; y
- c) Plataformas colaborativas, en particular Microsoft Teams y Google Classroom, para el monitoreo y evaluación de proyectos.

La tecnología utilizada está respaldada por evidencia reciente que se centra en el impacto de la tecnología asistencial de IA y entornos inmersivos en la facilitación del aprendizaje activo junto con el pensamiento crítico en la educación STEM (Moundridou, 2024; Omeh et al., 2025; Zhang, S. et al., 2025).

El procedimiento se llevó a cabo durante 16 semanas y se estructuró en cuatro fases:

- Diagnóstico inicial a través de una prueba previa sobre pensamiento computacional basada en el modelo de Wing (2006) y validada por Li et al. (2024),
- Diseño de proyectos interdisciplinarios donde los docentes crearon colaborativamente con los estudiantes desafíos reales en ciencia y tecnología mediante la aplicación de principios de ABP (Zhang, W. et al., 2023),
- Implementación asistida por IA, donde los asistentes generativos proporcionaron sugerencias, resúmenes y guías de codificación, y
- Evaluación de rendimiento y percepción, en la que se integraron instrumentos cuantitativos y cualitativos (Hahn & Hu, 2025; Ji et al., 2025).

El cronograma fue diseñado para facilitar ajustes iterativos basados en modelos de mejora continua utilizados en la investigación educativa con IA (Luo et al., 2025).

Se utilizaron tres instrumentos validados:

- Prueba de Pensamiento Computacional (CT-Test) con fiabilidad $\alpha=0.89$ (Li et al., 2024),
- Encuesta de Percepción para Docentes y Estudiantes estructurada en una escala de Likert de 5 puntos, y
- Rúbrica de Desempeño Personalizada para ABP-IA, que evaluó creatividad, colaboración y autonomía cognitiva (Kwon & Lee, 2025).

Los instrumentos fueron validados por expertos y se realizó una prueba piloto con 30 participantes y también cumplían con los criterios de fiabilidad interna establecidos por Hsieh (2022) y Listiaji et al. (2025).

Se utilizó inferencia estadística en el análisis cuantitativo, específicamente las pruebas t de Student y ANOVA, para evaluar las diferencias del pretest y posttest, además del análisis de correlación de Pearson para determinar relaciones entre las variables. El análisis se realizó en SPSS v.27 y R Studio.

El componente cualitativo fue analizado utilizando codificación temática (NVivo 12). Codifiqué instrumentos de datos cualitativos para capturar y organizar varios patrones temáticos en torno a las percepciones del uso de IA y los constructos de autonomía y creatividad. Esta combinación de análisis de datos asegura la validez convergente de la investigación (Omeh et al, 2025; Zhang, S. et al, 2025; Tariq, 2025).

La indagación se realizó practicando con los principios éticos de la Declaración de Helsinki (2013), así como con las directrices del Comité de Ética Educativa de la Universidad en estudio. Todos los participantes firmaron consentimiento informado, así como la garantía de uso confidencial de datos personales y se emplearon de forma exclusiva para fines académicos. Esta intervención se realizó bajo el código de proyecto EDU-IA-2025-07.

Estos estándares se alinean con las recomendaciones sobre la ética de la investigación educativa con IA planteadas por Wang et al. (2024) y Garzón et al. (2025), quienes enfatizan la necesidad de transparencia algorítmica y protección de datos.

Las ventajas incluyen la integración sistemática de IA y PBL intrínsecamente de un contexto de enseñanza STEM real, así como el uso de un enfoque de métodos mixtos. Las limitaciones, por otro lado, pertenecen al tamaño de muestra relativamente pequeño y la distribución heterogénea de la infraestructura tecnológica entre las instituciones.

Esta situación enseña los desafíos descritos en revisiones anteriores respecto a la implementación de la IA educativa y el pensamiento computacional adentro de contextos escolares (Xu & Ouyang, 2022; Ji et al., 2025). Con la intención de la generalización de resultados, aumentar el tamaño de la muestra y el modelo presentado en otros niveles educativos sería ventajoso.

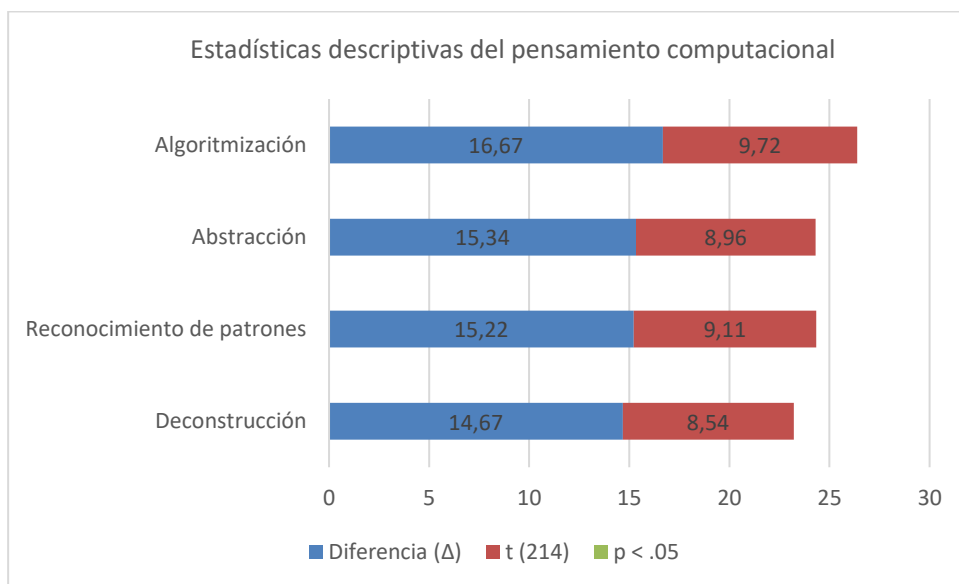
Resultados

3.1. Resultados cuantitativos

Las estadísticas descriptivas mostraron una mejora sustancial en las dimensiones del pensamiento computacional (CT) entre la prueba previa y la posterior después de la implementación del modelo ABP + IA. La Tabla 1 muestra las medias y desviaciones estándar en las cuatro dimensiones evaluadas: deconstrucción, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmización.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas del pensamiento computacional (N = 215)

Dimensión	Pretest M (DE)	Posttest M (DE)	Diferencia (Δ)	t (214)	p < .05
Deconstrucción	63.45 (9.21)	78.12 (8.67)	14.67	8.54	.001 **
Reconocimiento de patrones	61.23 (10.34)	76.45 (9.80)	15.22	9.11	.001 **
Abstracción	58.76 (8.92)	74.10 (9.13)	15.34	8.96	.001 **
Algoritmización	60.89 (9.44)	77.56 (8.25)	16.67	9.72	.001 **



En la Figura 1, se muestra el aumento porcentual promedio (Δ %) en cada dimensión, evidenciando un aumento general del 24.8% en el nivel global de CT después de la intervención.

Los resultados del ANOVA indican significancia de las diferencias entre grupos con diferentes familiaridades tecnológicas ($F(2, 212) = 5.82, p = .004$), siendo la mejora más pronunciada para los estudiantes con la competencia digital inicial más baja. Estos hallazgos coinciden con los trabajos de Li et al. (2024) y Hahn & Hu (2025) que se centran en la influencia positiva del ABP y la IA en los cambios de autonomía metacognitiva y cognitiva dentro de STEM.

3.2. Hallazgos cualitativos

El análisis temático de las entrevistas y observaciones ($N = 24$ docentes y 48 estudiantes) destacó tres temas clave: interacción asistida por IA, autonomía cognitiva y el cambio en el rol del docente. Estos temas y sus frecuencias relativas se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Categorías cualitativas emergentes relacionadas con la experiencia ABP-IA

Categoría principal	Subcategorías	Frecuencia (f)	% de casos	Ejemplo de una cita directa
Interacción asistida por IA	Retroalimentación inmediata	41	67%	“El asistente me ayudó a mejorar el código sin la intervención del maestro.”
Autonomía cognitiva	Aprendizaje autorregulado	37	60%	“Pude organizar mis tareas y revisar mis errores con la IA.”
Transformación de la enseñanza	Rol como mediador y diseñador	32	53%	“La IA me ahorró tiempo para apoyar procesos más reflexivos.”

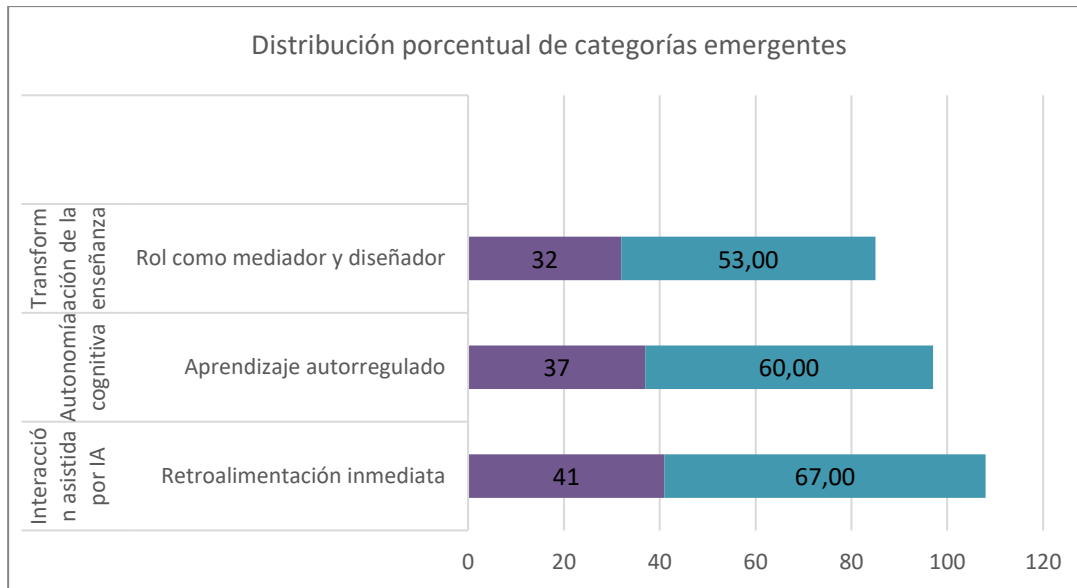


Figura 2. Distribución porcentual de categorías emergentes

Los patrones cualitativos ofrecieron una mayor confirmación de la hipótesis de que la IA como mediador cognitivo potencia la autorregulación y la creatividad de los estudiantes (Moundridou, 2024; Ji et al., 2025). Además, los docentes notaron mejoras en la retroalimentación y capacidad de respuesta a la variedad de necesidades de los estudiantes, alineándose con hallazgos de Omeh et al. (2025) y Zhang, S. et al. (2025) respecto a la personalización adaptativa y la pedagogía equitativa.

La triangulación de datos indica una alineación entre los hallazgos cuantitativos y cualitativos. Las mejoras en los puntajes de PC se correlacionaron con percepciones positivas de autonomía e interacción con la IA. En ambos enfoques, el ABP-IA se estableció como un entorno que potenció el aprendizaje activo y colaborativo (Chen & Hui, 2024; Xu & Ouyang, 2022).

La magnitud del efecto fue mayor con estudiantes que tenían niveles iniciales más bajos, lo que sugiere que la IA ayuda a cerrar brechas en competencias digitales (Listiaji et al., 2025; Tariq, 2025). Sin embargo, algunos docentes informaron desafíos relacionados con la gestión del tiempo y la calibración del uso ético de la IA, un problema también mencionado en Garzón et al. (2025).

Los hallazgos están en concordancia con investigaciones anteriores que confirman la efectividad del ABP en potenciar la creatividad y el razonamiento lógico (Kwon & Lee, 2025; Zhang, W. et al.,

2023), así como con evidencia reciente sobre el uso de IA generativa como valiosa ayuda en tareas cognitivas complejas (Luo et al., 2025; Wang et al., 2024).

Los resultados cuantitativos y cualitativos combinados apoyan completamente la hipótesis inicial afirmando que la integración del Aprendizaje Basado en Proyectos con Asistentes de Inteligencia Artificial impacta positivamente en el desarrollo del pensamiento computacional y la autonomía cognitiva dentro de STEM.

Las mejoras registradas ($\Delta = +24.8\%$) junto con la retroalimentación de los participantes recibida demuestran la eficacia del modelo pedagógico ABP-IA en fomentar el aprendizaje activo, la retroalimentación inmediata y la obtención de competencias transversales. Estos hallazgos se corresponden con los de Omeh et al. (2025) y Hsieh (2022) respecto a la importancia del ABP en el desarrollo del pensamiento computacional a través de la tecnología interactiva.

Desde una perspectiva pedagógica, los resultados indican un cambio sistémico: los docentes asumen los roles de diseñadores y mediadores, mientras que la IA actúa como un agente cognitivo integrado que mejora la personalización y equidad del aprendizaje. Se alienta a futuros estudios a considerar el impacto longitudinal del modelo, así como su escalabilidad a través de los niveles educativos, como proponen Li et al. (2024) y Hahn & Hu (2025) sobre el aprendizaje STEM sostenible mediado por IA.

Discusión

Los hallazgos del estudio revelan mejoras sustanciales en las habilidades de pensamiento computacional (CT) después de la implementación del modelo pedagógico de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) con el apoyo de asistentes de inteligencia artificial (IA) en entornos STEM. Esta mejora se refleja en hallazgos cuantitativos - aumentos significativos en descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmización - y percepciones cualitativas de autonomía cognitiva, interacción asistida por IA y la transformación del papel docente. Tales hallazgos deben ser evaluados en conjunto con la literatura reciente.

En primer lugar, la observación de una mejora significativa en las habilidades de PC concuerda con los hallazgos de Zhang, Guan y Hu (2024) en los cuales los resultados de un metaanálisis destacaron que el ABP tiene un efecto medio-grande en las habilidades de PC de estudiantes de K-12 en STEM ($SMD \approx 0.45$; $p < 0.001$). Asimismo, la literatura sobre enfoques pedagógicos en STEM de Layer Tariq (2025) vislumbró en PC la importancia de los entornos basados en proyectos y la tecnología emergente para fomentar las habilidades de resolución de problemas para un mundo digitalizado. La alineación de estos estudios con nuestros hallazgos demuestra aún más la relevancia del PBL en la mejora de las habilidades de CT.

Asistentes de IA como mediadores cognitivos en el aprendizaje activo incorporando la IA en educación en las áreas STEM se han realizado] Li et al., 2025. Se informa un efecto positivo pasando en IA personalizada en ambientes K-12 STEM. 32 estudios metadisciplinarios analizados. Poca investigación sobre la interacción sinérgica empíricamente ABP + IA + pensamiento computacional. Nuestros hallazgos de investigación.

Habiendo desarrollado los hallazgos cualitativos en el entendimiento de IA liberadora "el asistente me ayuda sin del profesor". Se captura en autorregulación, literatura y metacognición (Moundridou, 2024). En la revisión de Wang et al. (2024), la investigación sistemática sobre IA en educación, se observa una falta en entendimiento de los mecanismos que la IA tiene en la autorregulación del aprendizaje. Siendo esta la principal motivación de la IA en la presente literatura. Estudio afirmativo cualitativo, cierre en entendimiento del aprendizaje en IA utilizado en ABP.

En tercer lugar, los resultados muestran que los estudiantes con las menores competencias digitales iniciales tuvieron las mejoras más pronunciadas, lo que sugiere el efecto de cerrar brechas. Esto es consistente con los hallazgos reportados por Aslina Saad y Zainudin (2024) en su examen de ABP + PC, donde los enfoques activos contribuyen a la equidad educativa cuando se implementan con el apoyo adecuado. De manera similar, la revisión de Lee (2025) sobre el ABP como catalizador de STEM informó que en contextos de vulnerabilidad, las experiencias centradas en proyectos fueron más eficientes en generar un aprendizaje significativo que otros enfoques de enseñanza. Los hallazgos de este estudio validan que tales metodologías pueden servir como un palanca para la inclusión en entornos digitales.

El cambio en la percepción del rol del docente que se desprende de los resultados cualitativos pasó de transmisor de contenidos a mediador –diseñador, se alinea con la literatura sobre instructores que usan IA. Otto (2025) señaló que con la integración de modelos generativos de IA en el aprendizaje activo, el docente debe asumir el papel de facilitador y diseñador de entornos de aprendizaje colaborativo. En este sentido, este estudio proporciona evidencia empírica del campo de que el docente ve la IA como un recurso que libera tiempo para ser utilizado en guiar los aspectos más exigentes del proceso de aprendizaje.

Algunas discrepancias y limitaciones requieren atención. Por ejemplo, los resultados desde la perspectiva cuantitativa muestran mejoras uniformes, sin embargo, el análisis de varianza indicó que el tamaño del efecto fue mayor en las clases con niveles más bajos de familiaridad tecnológica ($F(2, 212) = 5.82, p = .004$). Esto significa que la ganancia no fue uniforme y se alinea con los hallazgos del metaanálisis realizado por Kwon y Lee (2025), quienes informaron sobre la presencia de alta heterogeneidad ($I^2 \approx 65\%$) dentro de los estudios de PBL que se centran en STEM. Por otro lado, la tecnología de inteligencia artificial generativa ofreció algunas ventajas, sin embargo, la literatura advierte sobre problemas éticos y de fiabilidad (Yan et al., 2023) al usar modelos de lenguaje en educación, lo cual también fue señalado por los docentes en las entrevistas (“la IA sugiere instrucciones de codificación que eran incorrectas y necesitaba supervisarla”). Estos puntos muestran que la implementación de tecnología debe ser precedida por el acompañamiento docente, la capacitación tecnológica y límites éticos bien definidos.

Desde un enfoque metodológico, los hallazgos indican que los diseños mixtos cuasi-experimentales son viables para evaluar innovaciones pedagógicas en STEM con IA. Este estudio muestra que los análisis convergentes cuantitativos y cualitativos hacen posible la triangularización de los resultados y brindar una perspectiva integral sobre los efectos en aprendizaje y en la percepción. Esto está en línea con la afirmación realizada por Chen y Hui (2024) en su revisión de literatura sobre CT + PBL, que argumentó que la investigación en esta área debería avanzar hacia diseños de métodos mixtos que capturen tanto los resultados como los procesos cognitivos, emocionales y actitudinales.

Desde un punto de vista práctico, la evidencia indica que los programas educativos STEM pueden obtener ventajas al incorporar enfoques de PBL apoyados por IA, siempre que haya desarrollo

profesional continuo para los docentes sobre IA, acceso tecnológico equitativo y procesos evaluativos iterativos.

Lo que se expone aquí se alinea con Li et al. (2024) sobre el efecto de transferencia de CT-STEM, que sugiere que el diseño del entorno —incluyendo duración, formato grupal y contexto— modera (los efectos de la transferencia). La provisión de retroalimentación instantánea a través de IA, como señalaron los participantes en este estudio, puede potenciar la autorregulación, que es una parte importante del desarrollo del pensamiento computacional (Hsieh, 2022). Los hallazgos también destacan la necesidad de futuras investigaciones en otras áreas: la necesidad de estudios longitudinales (¿sostienen las mejoras en PC a lo largo del tiempo?), la investigación de otras variables moderadoras (nivel educativo, disciplina STEM y tipo de IA), y la adaptabilidad y equidad de la escalabilidad en contextos de recursos de alivio. Estas fueron, como señalaron Wang et al. (2024), las brechas metodológicas en la investigación sobre IA en educación: el poco enfoque en la replicabilidad, la transparencia de los algoritmos y la equidad digital. Para concluir, esta investigación aporta una sólida contribución al trabajo en STEM e innovación educativa al integrar PBL, IA y pensamiento computacional en entornos STEM. Los resultados afirman la efectividad de este enfoque como promotor de la autonomía cognitiva y un potencial transformador del papel del educador, aunque su implementación requiere cuidado respecto a los contextos y mediaciones tecnológicas. De esta manera, se avanza hacia una educación del siglo XXI centrada en abordar problemas complejos, colaboración interdisciplinaria y el uso de tecnologías emergentes.

Conclusiones

Integrar el aprendizaje basado en proyectos (ABP) con asistentes de Inteligencia Artificial (IA) sustentó el desarrollo del PC en contextos educativos dentro de los campos STEM. El enfoque de integración ABP con asistentes IA analítica predictiva. Los resultados cuantitativos confirmaron mejoras estadísticamente significativas en todas las dimensiones evaluadas (descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmización) con un aumento general del 24.8% en el rendimiento de los estudiantes. Además, los resultados cualitativos corroboraron percepciones

positivas respecto a la autonomía cognitiva, la autoeficacia y el apoyo personalizado que proporcionó la IA, todo lo cual respalda el modelo propuesto.

Los alcances de la indagación se han cumplido en tres dimensiones. Primero, el objetivo de diseño e implementación se efectuó a través de la edificación de un modelo didáctico mixto que compone la metodología ABP con la mediación de IA, admitiendo la participación activa y el aprendizaje colaborativo. Segundo, el objetivo de evaluación del impacto se alcanzó al demostrar una mejora significativa en las habilidades de PC de los participantes y una disminución en la brecha digital. Por último, el objetivo de análisis sobre las percepciones de docentes y estudiantes se cumplió al registrar cambios en las prácticas pedagógicas, particularmente el papel de profesor como diseñador y mediador de experiencias de aprendizaje brindadas por la tecnología.

Desde un enfoque pedagógico, el modelo ABP–IA permite la personalización del aprendizaje, la entrega de retroalimentación instantánea y la regulación cognitiva autodirigida, los cuales son fundamentos de la alfabetización digital y el empoderamiento de los estudiantes ante los retos educativos contemporáneos. Esto se explica principalmente por la habilidad de la IA de proporcionar andamiajes cognitivos ajustados, automatizar la organización de los proyectos y facilitar el aprendizaje autodirigido, por fuera y dentro del aula. En la línea de los más recientes estudios (Li et al. 2024; Moundridou 2024; Kwon & Lee 2025), se muestra que la combinación de metodologías activas con nuevas tecnologías impulsa el aprendizaje de la creatividad científica, e integra de manera significativa el desarrollo de las competencias STEM.

Desde la perspectiva institucional y del sistema, los resultados de esta investigación sostienen el ABP–IA como un modelo educativo que puede impulsar una cultura de transformación de la educación, que activa la innovación, la interdisciplinariedad y el pensamiento crítico. La evidencia obtenida da pie a importantes consideraciones en la formación docente y el diseño curricular: los programas de capacitación académica deben incorporar la enseñanza de competencias en ética de la IA, análisis de los datos educativos y diseño de experiencias de aprendizaje basado en proyectos.

Para las proyecciones relacionadas con la investigación, se proponen estudios sostenibles en el tiempo y en la comparación de las mejoras en PC y sus aplicaciones en otras áreas del conocimiento.

También es interesante trabajar la incorporación de IA generativa y analítica en procesos de tutoría inteligente, evaluación automatizada y analítica predictiva del aprendizaje.

Finalmente, este estudio establece que la convergencia entre ABP e IA no solo refuerza el pensamiento computacional, sino que también establece un nuevo e innovador enfoque en la educación centrada en la equidad, la personalización y la formación de ciudadanos críticos y competentes en sociedades tecnológicamente avanzadas. Por lo tanto, el modelo que aquí se propone constituye un marco estratégico en el avance de la educación STEM en sus principios inclusivos, adaptativos y transformadores, alineando con sus fundamentos la propuesta de educación en STEM y el transformador enfoque de la IA en el aprendizaje.

Referencias Bibliográficas

- Akhmetova, A. I., Sovetkanova, D. M., Komekbayeva, L. K., Abdrakhmanov, A. E., Yessenuly, D., & Serikova, O. S. (2025). A systematic review of artificial intelligence in high school STEM education research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(4), em2623. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16222>
- Alarcon Burneo, S. N., Basantes Guerra, J. P., Chaglla Lasluisa, W. F., Carvajal Coronado, D. E., Martínez Oviedo, M. Y., Vargas Saritama, M. E., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Uso de Recursos Manipulativos para Mejorar la Comprensión de Conceptos Matemáticos Abstractos en la Educación Secundaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 1972-1988. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13669
- Alvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Moran Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Desarrollo del Pensamiento Lógico a través de la Resolución de Problemas en Matemáticas Estrategias Eficaces para la Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2212-2229. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13686
- Alvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Moran Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Desarrollo del razonamiento en educación básica mediante aprendizaje basado en problemas y lecciones aprendidas de proyectos matemáticos previos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 13998-14014. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14912
- Arequipa Molina, A. D., Cruz Roca, A. B., Nuñez Calle, J. J., Moreira Velez, K. L., Guevara Guevara, N. P., Basantes Guerra, J. P., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Formación Docente en Estrategias Innovadoras y su Impacto en el Aprendizaje de las Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9597-9619. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13111



- Aslina Saad, & Zainudin, S. (2024). A review of teaching and learning approach in implementing Project-Based Learning (PBL) with Computational Thinking (CT). Interactive Learning Environments. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2328280>
- Bernal Párraga , A. P., Baquez Chávez, A. L., Hidalgo Jaen, N. G., Mera Alay, N. A., & Velásquez Araujo, A. L. (2024). Pensamiento Computacional: Habilidad Primordial para la Nueva Era . Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(2), 5177-5195. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10937
- Bernal Párraga , A. P., Garcia , M. D. J., Consuelo Sanchez, B., Guaman Santillan, R. Y., Nivela Cedeño, A. N., Cruz Roca, A. B., & Ruiz Medina, J. M. (2024). Integración de la Educación STEM en la Educación General Básica: Es-trategias, Impacto y Desafíos en el Contexto Educativo Actual. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 8927-8949. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13037
- Bernal Párraga , A. P., Haro Cedeño, E. L., Reyes Amores, C. G., Arequipa Molina, A. D., Zamora Batioja, I. J., Sandoval Lloacana, M. Y., & Campoverde Duran, V. D. R. (2024). La Gamificación como Estrategia Pedagógica en la Educación Matemática. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(3), 6435-6465. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11834
- Bernal Párraga , A. P., Ninahualpa Quiña, G., Cruz Roca, A. B., Sarmiento Ayala, M. Y., Reyes Vallejo, M. E., Garcia Carrillo, M. D. J., & Benavides Espín, D. S. (2024). Innovation in Early Childhood: Integrating STEM from the Area of Mathematics for Significant Improvement. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 5675-5699. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12779
- Bernal Parraga , A. P., Orozco Maldonado, M. E., Salinas Rivera, I. K., Gaibor Davila, A. E., Gaibor Davila, V. M., Gaibor Davila, R. S., & Garcia Monar, K. R. (2024). Análisis de Recursos Digitales para el Aprendizaje en Línea para el Área de Ciencias Naturales. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 9921-9938. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13141
- Bernal Parraga , A. P., Sandra Veronica, L. P., Orozco Maldonado, M. E., Arreaga Soriano, L. L., Vera Figueroa, L. V., Chimbay Vallejo, N. M., & Zambrano Lamilla, L. M. (2024). Análisis comparativo de la metodología STEM y otras metodologías activas en la educación general básica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 10094-10113. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13153
- Bernal Parraga , A. P., Santin Castillo, A. P., Ordoñez Ruiz, I., Tayupanta Rocha, L. M., Reyes Ordoñez, J. P., Guzmán Quiña , M. de los A., & Nieto Lapo, A. P. (2024). La inteligencia artificial como proceso de enseñanza en la asignatura de estudios sociales. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(6), 4011-4030. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15141
- Bernal Párraga , A. P., Toapanta Guanoquiza, M. J., Martínez Oviedo, M. Y., Correa Pardo, J. A., Ortiz Rosillo, A., Guerra Altamirano, I. del C., & Molina Ayala, R. E. (2024). Aprendizaje Basado en Role-Playing: Fomentando la Creatividad y el Pensamiento Crítico desde Temprana Edad. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 1437-1461. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12389
- Bernal Párraga, A. P., Alcívar Vélez, V. E., Pinargote Carreño, V. G., Pulgarín Feijoo, Y. A., & Medina Garate, C. L. (2025). Pensamiento lógico y resolución de problemas: El uso de estrategias de aprendizaje colaborativo para



- desarrollar habilidades de razonamiento matemático en contextos cotidianos. *Arandu UTIC*, 12 (1), 360–378. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.605>
- Bernal, A., & Guarda, T. (2020). La gestión de la información es factor determinante para elaborar estrategias innovadoras en política educativa pública. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, (E27), 35–48. <https://core.ac.uk/download/pdf/487026121.pdf#page=35>
- Budiyanto, C. W. (2022). Computational thinking development: Benefiting from educational robotics in STEM teaching. *European Journal of Educational Research*, 11(4), 900–912. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.900>
- Chen, J., & Hui, J. (2024). Put two and two together: A systematic review of combining computational thinking and project-based learning in STEM classrooms. *STEM Education Review*, 2. <https://doi.org/10.54844/stemer.2023.0470>
- Cosquillo Chida, J. L., Burneo Cosios, L. A., Cevallos Cevallos, F. R., Moposita Lasso, J. F., & Bernal Parraga, A. P. (2025). Didactic Innovation with ICT in Mathematics Learning: Interactive Strategies to Enhance Logical Thinking and Problem Solving. *Revista Iberoamericana De educación*, 9(1), 269–286. <https://doi.org/10.31876/rie.v9i1.299>
- Fierro Barrera, G. T., Aldaz Aimacaña, E. del R., Chipantiza Salán, C. M., Llerena Mosquera, N. C., Morales Villegas, N. R., Morales Armijo, P. A., & Bernal Párraga, A. P. (2024). El Refuerzo Académico en Educación Básica Superior en el Área de Matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9639–9662. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13115
- García Carrillo, M. de J., Bernal Párraga, A. P., Alexis Cruz Gaibor, W., Cruz Roca, A. B., Ruiz Vasco, D. E., Montañó Ordóñez, J. A., & Illescas Zaruma, M. S. (2024). Desempeño Docente y la Gamificación en Matemática en Estudiantes con Bajo Rendimiento en la Educación General Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 7509–7531. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12919
- Garzón, J., et al. (2025). Systematic review of artificial intelligence in education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(8), 84. <https://doi.org/10.3390/mti9080084>
- Guishca Ayala, L. A., Bernal Parraga, A. P., Martínez Oviedo, M. Y., Pinargote Carreño, V. G., Alcívar Vélez, V. E., Pinargote Carreño, V. L., Pisco Mantuano, J. E., Cardenas Pila, V. N., & Guevara Albarracín, E. S. (2024). Integración De La Inteligencia Artificial En La Enseñanza De Matemáticas Un Enfoque Personalizado Para Mejorar El Aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 818–839. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14114
- Hahn, H., & Hu, L. (2025). Impact of integrating computational thinking in STEM education on students' cognitive and non-cognitive skills: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.70079>
- Hsieh, M. C. (2022). Teaching the concept of computational thinking: A STEM approach with tangible robots in a project-based learning course. *Frontiers in Psychology*, 13, 828568. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.828568>
- Jara Chiriboga, S. P., Troncoso Burgos, A. L., Ruiz Avila, M. M., Cosquillo Chida, J. L., Aldas Macias, K. J., Castro Morante, Y. E., & Bernal Párraga, A. P. (2025). Inteligencia Artificial y Aprendizaje Personalizado en Lenguas Extranjeras: Un Análisis de los Chatbots y los Asistentes Virtuales en Educación. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 6(1), 882–905. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.515>



- Ji, W., et al. (2025). Integrating problem-based learning and computational thinking: Educational interventions for creativity in primary education. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1625105>
- Jimenez Bajaña, S. R., Crespo Peñafiel, M. F., Villamarín Barragán, J. G., Barragán Averos, M. D. L., Barragan Averos, M. B., Escobar Vite, E. A., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Metodologías Activas en la Enseñanza de Matemáticas: Comparación en-tre Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Basado en Proyectos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 6578-6602. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11843
- Kwon, H., & Lee, Y. (2025). A meta-analysis of STEM project-based learning on creativity. *STEM Education*, 5(2), 275-290. <https://doi.org/10.3934/steme.2025014>
- Lee, S. (2025). Project-Based Learning as a Catalyst for STEM Education in Underserved Contexts. *Education Sciences*, 15(7), 871. <https://doi.org/10.3390/educsci15070871>
- Li, Z., Oon, P.T. The transfer effect of computational thinking (CT)-STEM: a systematic literature review and meta-analysis. *IJ STEM Ed* 11, 44 (2024). <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00498-z>
- Li, S., Zeng, C., Liu, H. et al. A meta-analysis of AI-enabled personalized STEM education in schools. *IJ STEM Ed* 12, 58 (2025). <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00566-y>
- Listiaji, P., et al. (2025). Integrating computational thinking into teacher education: A systematic review. *Computers & Education*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035525001557>
- Luo, J., et al. (2025). Design and assessment of AI-based learning tools in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00540-2>
- Montenegro Muñoz, M. E., Bernal Párraga, A. P., Vera Peralta, Y. E., Moreira Velez, K. L., Camacho Torres, V. L., Mejía Quiñonez, J. L., & Poveda Gavilanez, D. M. (2024). Flipped Classroom: impacto en el rendimiento académico y la autonomía de los estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 10083-10112. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12139
- Moundridou, M. (2024). Generative AI tools as educators' assistants: Designing and integrating AI in inquiry-based pedagogies. *Computers in Human Behavior Reports*, 9, 112345. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.112345>
- Omeh, C. B., et al. (2025). Fostering programming skill and critical thinking through AI-enhanced problem-based learning in STEM. *Smart Learning Environments*. <https://doi.org/10.1007/s44322-025-00041-0>
- Otto, C. (2025). Teachers and Generative AI: From Information Delivery to Learning Facilitation. *Computers & Education*, 212, 105123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105123>
- Santana Mero, A. P., Bernal Párraga, A. P., Herrera Cantos, J. F., Bayas Chacha, L. M., Muñoz Solorzano, J. M., Ordoñez Ruiz, I., Santin Castillo, A. P., & Jijon Sacon, F. J. (2024). Aprendizaje Adaptativo: Innovaciones en la Personalización del Proceso Educativo en Lengua y Literatura a través de la Tecnología. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 480-517. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12292
- Tariq, R. (2025). Computational thinking in STEM education: Current state-of-the-art and future directions. *Frontiers in Computer Science*. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1480404>
- Wang, Y., et al. (2024). A systematic review of literature reviews on artificial intelligence in education. *Smart Learning Environments*. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00350-5>



- Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: A systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9, 59. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>
- Yan, Z., Wang, Y., & Liu, C. (2023). Ethical challenges of generative AI in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100128. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100128>
- Zamora Arana , M. G., Bernal Párraga, A. P., Ruiz Cires, O. A., Cholango Tenemaza, E. G., & Santana Mero, A. P. (2024). Impulsando el Aprendizaje en el Aula: El Rol de las Aplicaciones de Aprendizaje Adaptativo Impulsadas por Inteligencia Artificial en la Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 4301-4318. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11645
- Zamora Franco, A. F., Bernal Párraga , A. P., García Paredes, E. B., Herrera Lemus, L. P., Camacho Torres , V. L., Simancas Malla, F. M., & Haro Cedeño, E. L. (2024). Estrategias para Fomentar la Colaboración en el Aula de Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 616-639. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12310
- Zhang, S., Davis, C., & Schroeder, N. L. (2025). Learning and teaching with AI in STEM education: An umbrella review. *ResearchGate Preprint*. <https://www.researchgate.net/publication/388021226>
- Zhang, W., Guan, Y., & Hu, Z. (2023). The efficacy of project-based learning in enhancing computational thinking among students: A meta-analysis of 31 experiments and quasi-experiments. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12392-2>
- Zhang, W., Guan, Y., & Hu, Z. (2024). The efficacy of project-based learning in enhancing computational thinking among students: A meta-analysis of 31 experiments and quasi-experiments. <https://www.researchgate.net/publication/377268009>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

