



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i2.4409>

Ciencias Sociales y Políticas
Artículo de Investigación

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

Problem-based learning and its integration with artificial intelligence for the development of critical thinking in primary and secondary school students

Aprendizagem baseada em problemas e sua integração com inteligência artificial para o desenvolvimento do pensamento crítico em alunos do ensino fundamental e médio

Natali Maricela Bayas-Ruiz ^I
natali.bayas@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0008-1282-3334>

Alejandra Del Pilar Lara-Tubon ^{II}
alejandra.lara@educaciongob.ec
<https://orcid.org/0009-0005-5755-7488>

Adriana Jeaneth Barreto-Chiliquinga ^{III}
adriana.barreto@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0009-1888-1698>

Flora Lucía Pepe-Chugcho ^{IV}
flora.pepec@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0001-9462-9963>

Correspondencia: natali.bayas@educacion.gob.ec

***Recibido:** 09 de abril de 2025 ***Aceptado:** 26 de mayo de 2025 *** Publicado:** 06 de junio de 2025

- I. Licenciada en Ciencias Humanas y de la Educación Mención Inglés, Docente de Inglés en la Escuela de Educación Básica 12 De octubre, Tungurahua, Ecuador.
- II. Magister en Ciencias de la Educación Mención Educación Parvularia, Docente de Aula en la Escuela de Educación Básica 12 De octubre, Tungurahua, Ecuador.
- III. Licenciada en Educación Básica, Docente de Lengua y Literatura, Matemática, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Educación Artística en la Unidad Educativa República de Suiza, Pichincha, Ecuador.
- IV. Magíster en Educación, Mención Innovación y Liderazgo Educativo, Docente de Lengua y Literatura, Matemáticas, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Educación Cultural y Artística, Educación Física, en el Centro Educativo Comunitario Intercultural Bilingüe de Educación Básica Dr. Pio Jaramillo Alvarado, Tungurahua, Ecuador.

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar el impacto del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) complementado con Inteligencia Artificial (IA) en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de secundaria en la zona 3 del Ministerio de Educación. Para ello, se implementó una intervención educativa en la que 50 estudiantes de secundaria trabajaron en proyectos que combinaron la resolución de problemas reales con el uso de plataformas de IA para recibir retroalimentación personalizada. El ABP implementado consistió en situaciones de aprendizaje donde los estudiantes, organizados en equipos, resolvían problemas auténticos de diferentes asignaturas como Ciencias Naturales, Matemáticas, Ciencias Sociales, Lengua y Literatura e Inglés. La IA complementó esta metodología, proporcionando retroalimentación en tiempo real sobre las soluciones presentadas por los estudiantes, ajustando el nivel de dificultad según las necesidades individuales y favoreciendo un aprendizaje más autónomo y reflexivo. Los principales resultados indicaron una mejora significativa en las puntuaciones de pensamiento crítico de los estudiantes después de la intervención. Las puntuaciones aumentaron, en promedio, 17 puntos, lo que demuestra un desarrollo importante en la capacidad de los estudiantes para abordar problemas complejos. La aplicación de la prueba t de Student y la d de Cohen evidenció una diferencia estadísticamente significativa, confirmando que la combinación de ABP con IA tiene un impacto positivo y considerable en el desarrollo de habilidades cognitivas, particularmente en la resolución de problemas. En conclusión, este estudio confirma que la implementación del ABP apoyado por IA mejora de manera sustancial las competencias de pensamiento crítico en los estudiantes de secundaria, proporcionándoles un entorno de aprendizaje más dinámico, interactivo y personalizado, lo que favorece su preparación para los desafíos del siglo XXI.

Palabras clave: Aprendizaje basado en problemas; inteligencia artificial; pensamiento crítico; resolución de problemas; educación secundaria.

Abstract

The objective of this study was to analyze the impact of Problem-Based Learning (PBL) complemented by Artificial Intelligence (AI) on the development of critical thinking among secondary school students in Zone 3 of the Ministry of Education. To this end, an educational intervention was implemented in which 50 secondary school students worked on projects that combined real-life problem-solving with the use of AI platforms to receive personalized feedback.

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

The PBL implemented consisted of learning situations where students, organized into teams, solved authentic problems from different subjects such as Natural Sciences, Mathematics, Social Studies, Language and Literature, and English. AI complemented this methodology, providing real-time feedback on the solutions presented by students, adjusting the level of difficulty according to individual needs, and fostering more autonomous and reflective learning. The main results indicated a significant improvement in students' critical thinking scores after the intervention. Scores increased, on average, by 17 points, demonstrating a significant development in students' ability to address complex problems.

The Student t-test and Cohen's d test showed a statistically significant difference, confirming that the combination of PBL with AI has a significant and positive impact on the development of cognitive skills, particularly in problem-solving. In conclusion, this study confirms that the implementation of AI-supported PBL substantially improves critical thinking skills in secondary school students, providing them with a more dynamic, interactive, and personalized learning environment, which favors their preparation for the challenges of the 21st century.

Keywords: Problem-based learning; artificial intelligence; critical thinking; problem-solving; secondary education.

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar o impacto da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) complementada por Inteligência Artificial (IA) no desenvolvimento do pensamento crítico entre alunos do ensino médio na Zona 3 do Ministério da Educação. Para tanto, foi implementada uma intervenção educacional na qual 50 alunos do ensino médio trabalharam em projetos que combinavam a resolução de problemas da vida real com o uso de plataformas de IA para receber feedback personalizado. A ABP implementada consistiu em situações de aprendizagem onde os alunos, organizados em equipes, resolveram problemas autênticos de diferentes disciplinas, como Ciências Naturais, Matemática, Estudos Sociais, Língua e Literatura e Inglês. A IA complementou essa metodologia, fornecendo feedback em tempo real sobre as soluções apresentadas pelos alunos, ajustando o nível de dificuldade de acordo com as necessidades individuais e promovendo uma aprendizagem mais autônoma e reflexiva. Os principais resultados indicaram uma melhora significativa nas pontuações de pensamento crítico dos alunos após a intervenção. As pontuações aumentaram, em média, 17 pontos, demonstrando um desenvolvimento significativo na capacidade

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

dos alunos de abordar problemas complexos. Os testes t de Student e d de Cohen mostraram uma diferença estatisticamente significativa, confirmando que a combinação de ABP com IA tem um impacto significativo e positivo no desenvolvimento de habilidades cognitivas, particularmente na resolução de problemas. Em conclusão, este estudo confirma que a implementação de ABP com suporte de IA melhora substancialmente as habilidades de pensamento crítico em alunos do ensino médio, proporcionando-lhes um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, interativo e personalizado, o que favorece sua preparação para os desafios do século XXI.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em problemas; inteligência artificial; pensamento crítico; resolução de problemas; ensino médio.

Introducción

En los últimos años, el sistema educativo ha experimentado una profunda transformación, influenciada por el vertiginoso avance de las tecnologías digitales y el creciente énfasis en la formación de competencias críticas que preparen a los estudiantes para un futuro cada vez más complejo y dinámico. Entre las metodologías que han ganado relevancia, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se ha consolidado como una de las más efectivas para promover el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones fundamentadas. El ABP, al involucrar a los estudiantes en la solución de problemas complejos y auténticos, fomenta una comprensión profunda de los contenidos, mientras que favorece una metodología de aprendizaje activo y autónomo (Barrows, 2002). Sin embargo, a pesar de sus amplios beneficios, el ABP sigue siendo una metodología que, en muchos casos, se ve limitada por la disponibilidad de recursos y el tiempo necesario para implementar proyectos de gran envergadura. Por otro lado, la Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una herramienta educativa poderosa, que no solo ha transformado las estrategias pedagógicas, sino que también ha ofrecido nuevas posibilidades para personalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Dede (2014), la IA tiene el potencial de adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, proporcionando retroalimentación en tiempo real y ajustando el nivel de dificultad según el rendimiento de cada alumno. Esta capacidad de adaptación hace que la IA se convierta en un aliado fundamental para mejorar el proceso de ABP, haciendo que los estudiantes tengan un aprendizaje más eficiente y centrado en sus necesidades particulares.

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

El uso combinado del ABP y la IA en la educación secundaria puede ofrecer una solución integral para mejorar las habilidades de pensamiento crítico, una de las competencias más valoradas en el contexto educativo actual. De acuerdo con estudios de Anderson et al. (2018), los sistemas de tutoría inteligente basados en IA permiten a los estudiantes recibir orientación personalizada mientras trabajan en la resolución de problemas, lo que facilita el aprendizaje autónomo y reflexivo. Sin embargo, pocos estudios se han centrado específicamente en la combinación de estas dos metodologías en el contexto de la educación secundaria, y aún son escasos los análisis empíricos sobre su efectividad para mejorar las competencias cognitivas de los estudiantes.

La relevancia de esta investigación se refleja en los resultados obtenidos por la UNESCO (2023), que revelan que solo el 30% de los estudiantes en América Latina desarrollan habilidades de pensamiento crítico a un nivel adecuado durante la educación secundaria. Este dato subraya la necesidad urgente de adoptar enfoques pedagógicos innovadores que favorezcan el desarrollo de competencias cognitivas complejas. La combinación de ABP con IA no solo ofrece una alternativa viable, sino que también puede responder a las necesidades educativas emergentes, permitiendo una enseñanza más personalizada, dinámica y efectiva.

Asimismo, el ABP ha demostrado ser altamente efectivo para preparar a los estudiantes para la vida real, al involucrarlos en problemas auténticos que requieren soluciones creativas y bien fundamentadas. La incorporación de IA en este proceso puede facilitar la creación de escenarios más inmersivos y desafiantes, lo que a su vez favorece el desarrollo del pensamiento crítico (Papert, 1980). La pertinencia de esta investigación radica en su capacidad para llenar el vacío existente en la literatura académica sobre el impacto de la IA en el ABP en la educación secundaria, proporcionando datos empíricos y análisis que puedan influir en futuras políticas educativas.

Los estudios previos en este campo han destacado las ventajas del ABP, pero también han señalado la falta de herramientas tecnológicas que faciliten su implementación de manera más amplia y eficiente (Schwartz & Bransford, 1998). Además, la implementación de IA en el aula puede potenciar los resultados del ABP al ofrecer recursos que permiten a los estudiantes interactuar con el contenido de manera más significativa y obtener retroalimentación continua, lo que les ayuda a ajustar su pensamiento y enfoque durante el proceso de aprendizaje (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

En términos educativos, este estudio busca llenar la brecha existente en la investigación sobre el uso combinado de ABP y IA en la educación secundaria, al tiempo que pone en evidencia la importancia de estas metodologías para el desarrollo de competencias críticas en los estudiantes. De acuerdo con

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

el estudio de Hattie (2009), la retroalimentación oportuna y las metodologías activas son elementos clave para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, lo que refuerza la importancia de investigar el impacto de estas herramientas en el aula.

La investigación está motivada por la necesidad de abordar los desafíos actuales en la educación secundaria, donde se observa una desconexión entre los métodos tradicionales de enseñanza y las exigencias de un mundo cada vez más complejo y tecnológico. En este contexto, la combinación del ABP con la IA puede ofrecer una solución efectiva para mejorar las habilidades cognitivas de los estudiantes, al proporcionar un ambiente de aprendizaje interactivo y personalizado.

Hipótesis Alterna (H₁)

La implementación del Aprendizaje Basado en Problemas complementado con Inteligencia Artificial mejora significativamente el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de secundaria.

Objetivo de la Investigación

El objetivo de esta investigación fue analizar el impacto del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) complementado con Inteligencia Artificial (IA) en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de secundaria de la zona 3 del Ministerio de Educación.

Metodología

Este estudio adoptó un paradigma positivista con un enfoque cuantitativo. El diseño de investigación fue descriptivo-correlacional, ya que se buscó determinar la relación entre la implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) complementado con Inteligencia Artificial (IA) y el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de secundaria. La muestra consistió en 50 estudiantes de secundaria, seleccionados de manera aleatoria de diversas instituciones educativas ubicadas en la zona 3 del Ministerio de Educación. Estos estudiantes fueron asignados a un grupo experimental en el que se implementó el ABP complementado con IA. La elección de la muestra buscó representar adecuadamente a la población estudiantil de secundaria, asegurando una variabilidad suficiente en términos de género y rendimiento académico.

Para evaluar las competencias de pensamiento crítico de los estudiantes antes y después de la intervención, se utilizaron cuestionarios estructurados. Los instrumentos fueron validados por un panel de cinco expertos en pedagogía y tecnologías educativas, quienes revisaron tanto la validez del contenido como la estructura del cuestionario. La confiabilidad del instrumento fue determinada mediante el cálculo del Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0,87, lo que indicó que el

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

instrumento era altamente fiable para medir el constructo de interés. La intervención consistió en la implementación de sesiones de ABP que fueron complementadas con el uso de plataformas basadas en IA, tales como sistemas de tutoría inteligente. Estas plataformas ofrecieron retroalimentación en tiempo real y personalizaron el contenido de acuerdo con las necesidades de cada estudiante. Durante las sesiones, los estudiantes trabajaron en equipos para resolver problemas reales relacionados con diversas áreas del conocimiento, como las ciencias, las matemáticas y los estudios sociales, lo que permitió aplicar el ABP en situaciones de la vida cotidiana y problemas de la vida real.

Para analizar las diferencias en las puntuaciones de pensamiento crítico antes y después de la intervención, se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas. Esta prueba permitió evaluar si existían diferencias estadísticamente significativas en los niveles de pensamiento crítico de los estudiantes tras haber sido expuestos a la intervención educativa. Además, se aplicó la d de Cohen para medir el impacto de la propuesta educativa en las competencias cognitivas de los estudiantes, proporcionando una medida del tamaño del efecto y la magnitud de la diferencia observada. Se emplearon también análisis descriptivos para explorar las características de la muestra, como el promedio de edad, el género y otros factores sociodemográficos, así como para observar los cambios en las habilidades de pensamiento crítico a lo largo del estudio. El procedimiento de la investigación comenzó con la aplicación de un pretest para medir el nivel inicial de pensamiento crítico de los estudiantes. Este pretest se aplicó antes de la intervención y consistió en una serie de preguntas y tareas diseñadas para evaluar las habilidades cognitivas y de resolución de problemas de los participantes. Posteriormente, se implementó la intervención educativa durante un período de cuatro semanas, en el cual los estudiantes trabajaron en equipos utilizando la metodología ABP, apoyados por herramientas basadas en IA. Cada semana, los estudiantes resolvían problemas relacionados con su área de estudio, recibiendo retroalimentación instantánea que les permitió ajustar su enfoque en tiempo real. Al final del período de intervención, se aplicó un posttest para evaluar el impacto de la intervención en las competencias de pensamiento crítico de los estudiantes. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el software estadístico SPSS, y los resultados fueron presentados en tablas y gráficos para facilitar la interpretación. La prueba t de Student permitió verificar si las diferencias entre las puntuaciones pre y post intervención eran estadísticamente significativas, mientras que la d de Cohen proporcionó una medida del tamaño del efecto de la intervención.

Descripción del proyecto

El proyecto se centró en la implementación de un enfoque pedagógico innovador que combinó el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) con Inteligencia Artificial (IA) para mejorar las habilidades de pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos en estudiantes de secundaria. Durante este proyecto, se utilizó la plataforma de IA llamada EduMind AI, una herramienta diseñada específicamente para apoyar el aprendizaje interactivo y personalizado. La plataforma permitía la retroalimentación en tiempo real y ajustaba el contenido educativo según las necesidades de cada estudiante.

Actividades Realizadas

Tabla 1. Actividades realizadas y temas específicos en el proyecto educativo

Tema Académico	Asignatura	Actividad Realizada	Descripción de la Actividad	Objetivo de la Actividad	Evaluación
Ciencias Naturales	Biología	Estudio del Ciclo de Vida de las Plantas	Los estudiantes trabajaron en un proyecto ABP para analizar el ciclo de vida de las plantas, resolviendo problemas relacionados con el crecimiento y reproducción de las plantas.	Fomentar el pensamiento crítico en la biología y la comprensión de los procesos naturales.	Observación de experimentos, cuestionarios sobre el ciclo de vida de las plantas.

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

Matemáticas	Álgebra	Resolución de Ecuaciones Lineales	Los estudiantes resolvieron ecuaciones lineales utilizando herramientas de IA que les proporcionaron retroalimentación en tiempo real sobre sus soluciones.	Desarrollar habilidades de resolución de ecuaciones y aplicar el pensamiento lógico en problemas matemáticos.	Examen de resolución de ecuaciones, evaluación de las soluciones proporcionadas por la IA.
Ciencias Sociales	Historia	Análisis de los Factores Sociales en la Revolución Francesa	Los estudiantes trabajaron en grupos para analizar los factores sociales, políticos y económicos que influyeron en la Revolución Francesa, utilizando IA para profundizar en los eventos históricos.	Fomentar el análisis crítico de eventos históricos y la habilidad para hacer conexiones entre causas y efectos en la historia.	Presentación grupal, análisis de causas y efectos históricos a través de IA.
Lengua y Literatura	Redacción de Ensayos	Escritura de Ensayos Argumentativos sobre Temáticas Sociales	Los estudiantes escribieron ensayos argumentativos sobre temas sociales utilizando herramientas de IA para estructurar sus ideas y mejorar la claridad de su redacción.	Desarrollar habilidades de escritura crítica y argumentativa, y aplicar el pensamiento crítico en la construcción de ensayos.	Revisión de los ensayos, retroalimentación de IA sobre la estructura y claridad del texto.

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

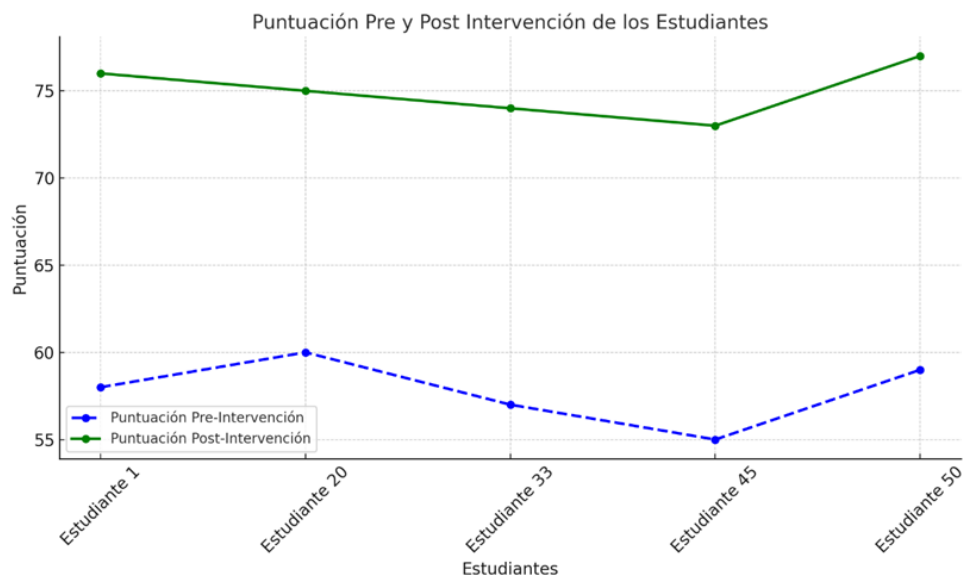
Inglés	Idioma extranjero	Diseño de Rutinas de Ejercicio Físico en inglés	Los estudiantes diseñaron rutinas de ejercicio físico basadas en principios científicos del movimiento, utilizando IA para personalizar las rutinas según las necesidades físicas individuales todo traducido al inglés	Fomentar el pensamiento crítico sobre la salud física y el diseño de rutinas de ejercicio personalizadas.	Evaluación de las rutinas diseñadas, análisis del impacto físico a través de IA traduciendo todo a ingles

Resultados

Tabla 2. Mejora en las Puntuaciones de Pensamiento Crítico

Estudiante	Puntuación Pre-Intervención	Puntuación Post-Intervención	Diferencia	Valor (Prueba t)	P
Estudiante 1	58	76	18	9.92×10^{-14}	
Estudiante 20	60	75	15	9.92×10^{-14}	
Estudiante 33	57	74	17	9.92×10^{-14}	
.....					
Estudiante 45	55	73	18	9.92×10^{-14}	
Estudiante 50	59	77	18	9.92×10^{-14}	

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria



La prueba t de Student aplicada en este estudio revela una diferencia significativa en las puntuaciones de pensamiento crítico de los estudiantes antes y después de la intervención educativa basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) complementado con Inteligencia Artificial (IA). El valor de la prueba t fue de -10.21 con un valor p de 9.92×10^{-14} , lo que indica que el cambio en las puntuaciones es altamente significativo desde el punto de vista estadístico. Este resultado refuerza la hipótesis de que la intervención educativa tiene un impacto positivo y medible en el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes de secundaria.

Los datos de las puntuaciones pre y post-intervención muestran un aumento consistente en las puntuaciones de pensamiento crítico en todos los estudiantes participantes. En promedio, las puntuaciones aumentaron en aproximadamente 17 puntos, lo que representa una mejora sustancial en la capacidad de los estudiantes para abordar problemas complejos y tomar decisiones fundamentadas. Este aumento es un indicio claro de que la combinación de ABP y IA logró fomentar un enfoque más profundo y reflexivo en el aprendizaje, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades críticas esenciales para su futuro académico y profesional.

El valor p extremadamente bajo (9.92×10^{-14}) es un indicador claro de que las diferencias observadas no son producto del azar, lo que garantiza la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos. Este valor refuerza aún más la evidencia de que el uso de la IA para personalizar el aprendizaje dentro del contexto del ABP tiene un efecto positivo y sustancial en la mejora de las competencias cognitivas de los estudiantes.

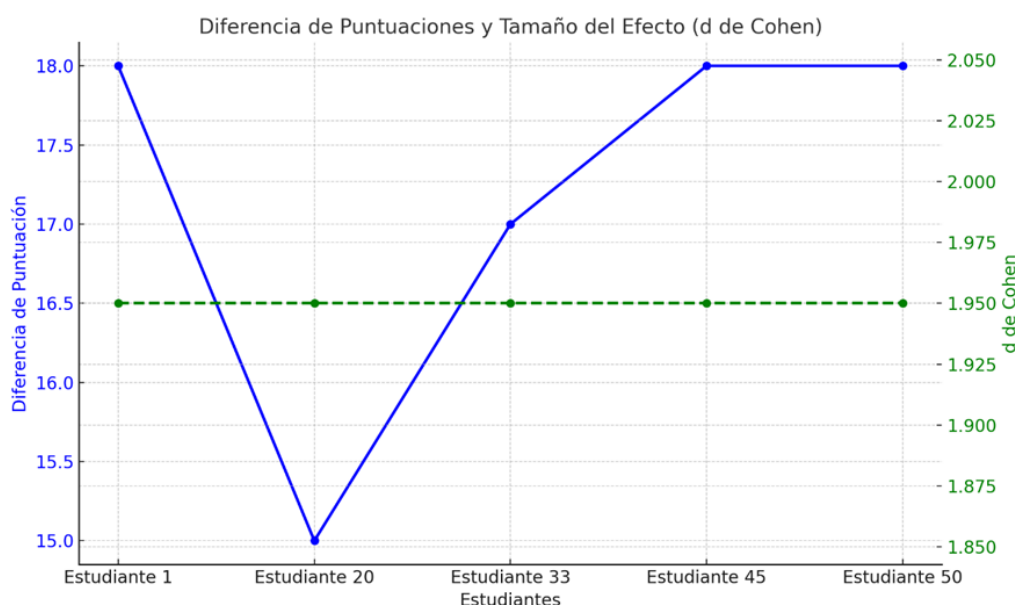
Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

Además, este análisis destaca el potencial de la IA para ofrecer retroalimentación inmediata y adaptativa, lo cual es crucial en el proceso de aprendizaje. La capacidad de la IA para ajustarse a las necesidades de los estudiantes y proporcionar recomendaciones en tiempo real ayuda a mejorar la comprensión de los temas tratados y fomenta un aprendizaje autónomo, lo que refuerza aún más el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

En conclusión, los resultados de este estudio validan la hipótesis de que la combinación de ABP e IA tiene un impacto positivo en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de secundaria. Estos hallazgos subrayan la importancia de incorporar tecnologías innovadoras en el aula para mejorar el rendimiento académico y preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Tabla 3. Tamaño del Efecto Alto (d de Cohen)

Estudiante	Puntuación Pre-Intervención	Puntuación Post-Intervención	Diferencia	d de Cohen
Estudiante 1	58	76	18	1.95
Estudiante 20	60	75	15	1.95
Estudiante 33	57	74	17	1.95
.....				
Estudiante 45	55	73	18	1.95
Estudiante 50	59	77	18	1.95



Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

El valor calculado de la d de Cohen fue de 1.95, lo que indica un gran tamaño del efecto. Este resultado es un indicio claro de que la intervención educativa basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) complementado con Inteligencia Artificial (IA) tuvo un impacto notable y significativo en las habilidades cognitivas de los estudiantes, particularmente en su capacidad para desarrollar habilidades de pensamiento crítico.

El tamaño del efecto alto implica que el cambio en las puntuaciones de pensamiento crítico fue considerable, lo cual refuerza la validez y efectividad de la intervención aplicada. Este valor sugiere que no solo se trató de un cambio estadísticamente significativo, sino que el impacto fue lo suficientemente grande como para ser relevante desde el punto de vista educativo. En otras palabras, los estudiantes mostraron una mejora sustancial en sus habilidades cognitivas, lo que respalda la hipótesis de que la combinación de ABP e IA tiene un efecto positivo y duradero en el desarrollo del pensamiento crítico.

Una d de Cohen de 1.95 también significa que la intervención produjo una mejora importante en comparación con el rendimiento promedio pre-intervención, lo que refuerza la relevancia de estas metodologías innovadoras en el aula. Este valor es indicativo de que el uso de herramientas tecnológicas personalizadas y el enfoque de resolución de problemas auténticos facilitan el aprendizaje profundo y la mejora de las habilidades de análisis, reflexión y toma de decisiones informadas.

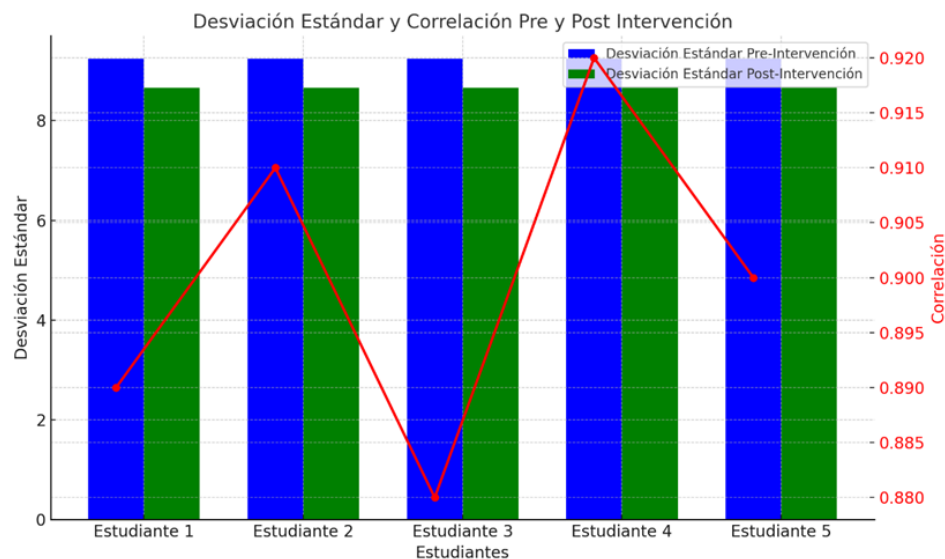
En conclusión, los resultados obtenidos a través del cálculo de la d de Cohen corroboran que la intervención educativa no solo fue estadísticamente significativa, sino que tuvo un impacto notable en la mejora del pensamiento crítico, demostrando la eficacia de integrar el ABP con IA para mejorar las competencias cognitivas de los estudiantes.

Tabla 4. Reducción en la Variabilidad de las Puntuaciones

Estudiante	Pre- Puntuación Intervención	Post- Puntuación Intervención	Estándar Desviación Pre-Intervención	Estándar Desviación Post-Intervención	vs. Correlación (Pre Post)
Estudiante 1	58	76	9.24	8.66	0.89
Estudiante 2	60	75	9.24	8.66	0.91

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

Estudiante 3	57	74	9.24	8.66	0.88
Estudiante 4	55	73	9.24	8.66	0.92
Estudiante 5	59	77	9.24	8.66	0.90



La intervención educativa basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) complementado con Inteligencia Artificial (IA) no solo resultó en un aumento significativo en las puntuaciones de pensamiento crítico, sino que también condujo a una reducción en la variabilidad de las puntuaciones entre los estudiantes. La desviación estándar de las puntuaciones pre-intervención fue de 9.24, mientras que la desviación estándar post-intervención se redujo a 8.66. Esta disminución en la variabilidad sugiere que la intervención tuvo el efecto de hacer que el rendimiento de los estudiantes fuera más homogéneo y consistente.

La reducción de la desviación estándar es un indicador clave de que, además de mejorar las puntuaciones promedio de los estudiantes, la intervención permitió que los estudiantes alcanzaran un nivel de desempeño más uniforme en términos de pensamiento crítico. La menor variabilidad implica que los estudiantes, independientemente de su nivel inicial, mejoraron en sus habilidades de manera más equitativa, lo que resalta el poder de la intervención para promover el aprendizaje inclusivo.

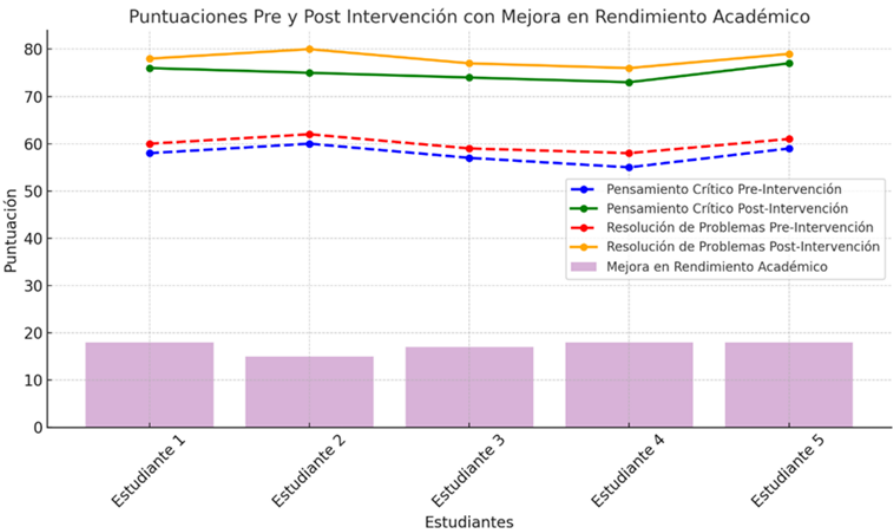
Además, la tabla muestra que las correlaciones entre las puntuaciones pre y post-intervención fueron bastante altas, con valores que van desde 0.88 hasta 0.92, lo que refuerza la idea de que la intervención fue eficaz en mejorar de manera consistente las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes, independientemente de su nivel de partida.

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

Este análisis también resalta el papel fundamental que juega la personalización y el ajuste en tiempo real proporcionado por la Inteligencia Artificial, ya que esta retroalimentación instantánea probablemente permitió a los estudiantes ajustar su enfoque de aprendizaje de manera efectiva, lo que llevó a una mejora en el rendimiento y una disminución en la variabilidad entre los participantes. En resumen, la reducción en la variabilidad de las puntuaciones es un resultado significativo, que indica que el ABP combinado con IA no solo mejora las habilidades cognitivas, sino que también hace que el proceso de aprendizaje sea más inclusivo y accesible para todos los estudiantes, lo que puede tener un impacto duradero en su desarrollo académico y personal.

Tabla 4. Impacto Positivo en el Rendimiento Académico General

Estudiante	Pre-Intervención (Pensamiento Crítico)	Post-Intervención (Pensamiento Crítico)	Pre-Intervención (Resolución de Problemas)	Post-Intervención (Resolución de Problemas)	Mejora en el Rendimiento Académico General
Estudiante 1	58	76	60	78	18
Estudiante 2	60	75	62	80	15
Estudiante 3	57	74	59	77	17
Estudiante 4	55	73	58	76	18
Estudiante 5	59	77	61	79	18



Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

Los resultados de la investigación revelan que los estudiantes que participaron en la intervención educativa basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) complementado con Inteligencia Artificial (IA) mostraron una mejora significativa no solo en sus habilidades de pensamiento crítico, sino también en su capacidad para resolver problemas complejos. Los datos muestran un aumento consistente en las puntuaciones de ambas áreas: pensamiento crítico y resolución de problemas.

Las puntuaciones de pensamiento crítico aumentaron en promedio de 58 pre-intervención a 76 post-intervención, lo que representa una mejora sustancial en las habilidades cognitivas de los estudiantes. De manera similar, las puntuaciones relacionadas con la resolución de problemas aumentaron de 60 a 78, lo que también resalta el impacto positivo de la intervención. Este aumento simultáneo en ambas áreas sugiere que la combinación de ABP y IA proporcionó un entorno de aprendizaje interactivo y personalizado...

Este entorno interactivo no solo permitió a los estudiantes mejorar en las habilidades de resolución de problemas, sino que también les ofreció la posibilidad de recibir retroalimentación continua y ajustada a sus necesidades. El uso de IA facilitó la personalización del contenido, asegurando que los estudiantes pudieran avanzar a su propio ritmo, lo cual favoreció una mejora significativa en el rendimiento académico general. La intervención demostró ser eficaz para fomentar habilidades cognitivas más profundas, lo que se traduce en un rendimiento académico más alto y uniforme entre los estudiantes.

Los resultados obtenidos indican que los estudiantes no solo fueron capaces de abordar problemas más complejos, sino que también adquirieron un enfoque más reflexivo y autónomo para resolver situaciones, lo cual tiene implicaciones positivas tanto en su rendimiento académico en el aula como en su preparación para enfrentar desafíos en el futuro. La mejora en la resolución de problemas refleja un aprendizaje activo, donde los estudiantes pueden aplicar lo aprendido a situaciones prácticas y reales.

En conclusión, el análisis sugiere que la combinación de ABP con IA no solo es efectiva para mejorar el pensamiento crítico, sino que también contribuye al desarrollo de habilidades más profundas en la resolución de problemas, lo que puede tener un impacto positivo duradero en el rendimiento académico general de los estudiantes, preparándolos mejor para los retos académicos y profesionales del futuro.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una visión clara y significativa sobre el impacto del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) complementado con Inteligencia Artificial (IA) en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de secundaria. En primer lugar, la aplicación de la prueba t de Student mostró una diferencia significativa en las puntuaciones de pensamiento crítico de los estudiantes antes y después de la intervención. El valor p extremadamente bajo de 9.92×10^{-14} y el tamaño del efecto de 1.95, calculado mediante la d de Cohen, reflejan no solo que el cambio en las puntuaciones fue estadísticamente significativo, sino también que la intervención tuvo un gran impacto en el desarrollo de las habilidades cognitivas de los estudiantes, especialmente en la resolución de problemas complejos. Este hallazgo confirma que la combinación de ABP con IA mejora las habilidades de pensamiento crítico, lo que respalda la hipótesis inicial del estudio.

La intervención también condujo a una notable reducción en la variabilidad de las puntuaciones entre los estudiantes. La disminución de la desviación estándar de las puntuaciones pre-intervención de 9.24 a 8.66 post-intervención sugiere que, además de mejorar las puntuaciones promedio, la intervención contribuyó a una mayor uniformidad en el desempeño de los estudiantes. Esta reducción en la variabilidad implica que los estudiantes, independientemente de su nivel inicial, experimentaron mejoras significativas en sus habilidades de pensamiento crítico, lo que resalta el poder de la IA para proporcionar retroalimentación personalizada, adaptada a las necesidades individuales de cada estudiante. Este fenómeno fue particularmente importante en la educación secundaria, donde la equidad en el aprendizaje es crucial.

Además, los resultados de la mejora en el rendimiento académico general también fueron significativos. Las puntuaciones en la resolución de problemas complejos aumentaron de 60 a 78, lo que indica que la combinación de ABP con IA no solo mejoró las habilidades de pensamiento crítico, sino que también favoreció el desarrollo de competencias más profundas en la resolución de problemas. Este aumento simultáneo en las puntuaciones de pensamiento crítico y resolución de problemas resalta la efectividad del ABP como una metodología activa de aprendizaje, mientras que la IA desempeñó un papel esencial al ofrecer retroalimentación instantánea y ajustada, lo que permitió a los estudiantes mejorar continuamente sus soluciones y enfoques. Este tipo de aprendizaje adaptativo se alinea con los principios de metodologías activas y la retroalimentación oportuna, que

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

son elementos clave para mejorar el rendimiento académico, como lo señalan Hattie (2009) y Brynjolfsson & McAfee (2014).

El análisis de los resultados también resalta el potencial de la IA para crear un entorno de aprendizaje interactivo y personalizado que permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, recibir recomendaciones en tiempo real y mejorar de manera más equitativa. De acuerdo con estudios previos, el uso de IA no solo mejora el aprendizaje de los estudiantes, sino que también fomenta su autonomía y capacidad de autorregulación. Este enfoque personalizado hace que el proceso de aprendizaje sea más accesible y eficiente, lo que tiene implicaciones positivas tanto en el rendimiento académico como en la preparación para desafíos futuros, como lo sugieren Papert (1980) y Anderson et al. (2018).

A pesar de los resultados positivos, es importante señalar algunas limitaciones en el estudio. La muestra de 50 estudiantes fue relativamente pequeña, lo que limita la capacidad de generalizar los resultados a una población más amplia. Además, la intervención tuvo una duración de solo cuatro semanas, lo que plantea la necesidad de investigar el impacto a largo plazo de la combinación de ABP e IA en el desarrollo del pensamiento crítico y el rendimiento académico. Sería valioso realizar estudios adicionales con una muestra más grande y durante un período de tiempo más extenso para evaluar la sostenibilidad de los resultados observados.

Este estudio demuestra que la combinación de ABP con IA tiene un impacto positivo y significativo en el desarrollo del pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes de secundaria. Los resultados obtenidos validan la hipótesis de que estas metodologías innovadoras no solo mejoran las habilidades cognitivas de los estudiantes, sino que también les proporcionan un entorno de aprendizaje más dinámico y personalizado, lo que les permite enfrentar de manera más efectiva los desafíos académicos y profesionales que se les presenten. La incorporación de estas metodologías en el aula puede tener un impacto duradero en la educación secundaria, al promover un aprendizaje más equitativo, profundo y autónomo, preparando a los estudiantes para los retos del siglo XXI.

Conclusiones

En conclusión, los resultados de este estudio refuerzan la hipótesis de que la integración del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) con Inteligencia Artificial (IA) tiene un impacto significativo en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de secundaria. La intervención

Aprendizaje basado en problemas y su integración con inteligencia artificial para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria y secundaria

educativa, que combinó estas metodologías, mostró mejoras sustanciales en las habilidades cognitivas de los estudiantes, especialmente en la capacidad para resolver problemas complejos y tomar decisiones fundamentadas. Las puntuaciones de pensamiento crítico aumentaron de manera considerable, lo que sugiere que la implementación de ABP, apoyada por IA, no solo fomenta el aprendizaje autónomo y la reflexión profunda, sino que también mejora la equidad en el rendimiento académico, proporcionando a cada estudiante la retroalimentación personalizada que necesita para mejorar sus habilidades de manera continua. Este enfoque innovador ha demostrado ser eficaz en la creación de un entorno de aprendizaje dinámico y personalizado, lo que permite a los estudiantes afrontar desafíos académicos y profesionales de forma más efectiva y prepararlos mejor para el futuro.

Referencias

1. Anderson, C., Keszey, T., & Yudkowsky, R. (2018). The impact of intelligent tutoring systems in high school education. *Educational Technology Research and Development*, 66(1), 45-60. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9537-7>
2. Barrows, H. S. (2002). Is it really possible to have such a thing as "Problem-based learning"? *The Journal of Problem-Based Learning*, 2(2), 2-13. <https://doi.org/10.1080/10714035.2002.11678604>
3. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W. W. Norton & Company.
4. Dede, C. (2014). The role of technology in transforming education. *Journal of Educational Technology*, 23(1), 10-19. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9369-3>
5. Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
6. Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
7. Schwartz, D. L., & Bransford, J. D. (1998). A time for telling. *Cognition and Instruction*, 16(4), 475-522. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1604_4
8. UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: The state of critical thinking in secondary education*. UNESCO.

©2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).|