



Doi: <https://doi.org/10.70577/ASCE/187.215/2025>

Recibido: 2025-08-29

Aceptado: 2025-09-29

Publicado: 2025-10-03

Impacto del aprendizaje basado en problemas ABP en la resolución de ecuaciones algebraicas en estudiantes de bachillerato.

Impact of problem-based learning (PBL) on solving algebraic equations in high school students.

Autores

Lucitania Elizabeth Benítez Navarrete¹

lucitania24@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-5560-5988>

Independiente

Loja-Ecuador

Franklin Gustavo Mayeza Castro²

frankling.mayesa@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3791-9320>

Ministerio de Educación del Ecuador

Los Rios-Ecuador

Edith Karina Barreros Coque³

karina.barreros27@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-1291-3762>

Independiente

Cotopaxi -Ecuador

Norma Lucila Tasiguano Chiluisa⁴

norma.tasiguano@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0002-8478-4334>

Ministerio de Educación del Ecuador

Pichincha-Quito

Karina Elizabeth Cevallos López⁵

karinae.cevallosl@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0005-1958-7627>

Ministerio de Educación del Ecuador

Cotopaxi -Ecuador

Cómo citar

Benítez Navarrete, L. E., Mayeza Castro, F. G., Barreros Coque, E. K., Tasiguano Chiluisa, N. L., & Cevallos López, K. E. (2025). Impacto del aprendizaje basado en problemas ABP en la resolución de ecuaciones algebraicas en estudiantes de bachillerato. *ASCE MAGAZINE*, 4(4), 187–215.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo determinar la medida en que el sistema actual de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) contribuye a la resolución de problemas complejos y la transformación (reestructuración) del sistema educativo y la resolución de ecuaciones algebraicas en el nivel educativo de secundaria. Se ejecutó un diseño quasi-experimental de enfoque mixto (que involucra una prueba de rendimiento repitiendo el trabajo asignado antes y después de un período de prueba, escalas de actitud y entrevistas semiestructuradas). La muestra del estudio consistió en 60 estudiantes divididos en grupos de control y experimental. Se ejecutó el enfoque cuantitativo utilizando métodos estadísticos inferenciales (prueba t de Student y ANOVA repetida) y métodos cualitativos utilizando Atlas.ti basado en la teoría fundamentada. La mejora del grupo experimental fue de 14.6 puntos en promedio, y el grupo de control fue de 3.8 puntos, lo que fue una mejora estadísticamente significativa y se midió un tamaño del efecto grande ($d = 1.38$). Hubo una mejora (actitud y rendimiento) respectivamente ($r = .56$) directamente relacionada con el sistema ABP. La perspectiva cualitativa colapsó metáforas de reestructuración cognitiva, colaborativa y autónoma alrededor y control de la tecnología utilizada para explicar la mediación del aprendizaje de sistemas complejos. El ABP se considera una estrategia educativa que fortalece las competencias no solo en álgebra, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y la capacidad para abordar problemas complejos, todas las cuales son características de un entorno educativo del siglo XXI. Esto demuestra el valor de transformar los sistemas educativos hacia enfoques más activos y centrados en el estudiante que priorizan un aprendizaje significativo y duradero.

Palabras clave: Aprendizaje Basado En Problemas; Álgebra; Resolución De Problemas Complejos; Pensamiento Crítico; Transformación Educativa.



Abstract

This study examines the impact of Problem-Based Learning (PBL) on the resolution of algebraic equations among high school students, highlighting its contribution to the resolution of complex problems and the systemic transformation of education. A quasi-experimental mixed-methods design was applied, including performance tests (pretest and posttest), attitudinal questionnaires, and semi-structured interviews. The sample consisted of 60 students divided into experimental and control groups. Quantitative data were analyzed using inferential statistics (Student's t-test and repeated measures ANOVA), while qualitative analysis was conducted with Atlas.ti following grounded theory principles. Results revealed statistically significant improvements in the experimental group, with an average increase of 14.6 points compared to 3.8 in the control group, representing a large effect size ($d = 1.38$). Additionally, a positive correlation ($r = .56$) was found between attitudinal improvement and academic performance, confirming that PBL enhances both achievement and motivation. From a qualitative perspective, categories such as metacognition, collaboration, autonomy, and the use of technological resources emerged, explaining the internal mechanisms mediating learning. In conclusion, PBL proves to be an effective strategy not only for strengthening algebraic competencies but also for fostering critical thinking and complex problem-solving skills, aligned with the demands of 21st-century education. These findings support the urgent need to transform educational systems toward active, student-centered approaches that foster meaningful and sustainable learning.

Keywords: Problem-Based Learning; Algebra; Complex Problem Solving; Critical Thinking; Educational Transformation.

Introducción

Contextualización del tema

La resolución de ecuaciones algebraicas es parte fundamental del currículo de matemáticas en educación media, y su dominio es necesario para el éxito en niveles superiores (Lalvay et al., 2025). Sin embargo, la insuficiencia de la enseñanza tradicional, la cual se centra en la exposición magistral y la memorización de procedimientos, y los consiguientes problemas para la comprensión de los conocimientos matemáticos y la transferencia a otras situaciones, se ha documentado (Lavado-Puente & Quispe-Sanabria, 2023). Ante esta situación, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se ha situado como una metodología de tipo constructivista, puesto que privilegia la construcción activa del conocimiento que se logra a partir de la resolución de problemas relevantes, contextualizados y demandantes, que es uno de sus principios (Padilla-Doria & Flórez Nisperuza, 2022). En matemáticas, esta estrategia mejora el razonamiento lógico, el pensamiento crítico y la metacognición, al retar a los estudiantes con situaciones que exigen la integración de conocimientos, la formulación de conjeturas y el diseño de un plan para resolver el problema (Hernández-Domínguez, 2024; Velasco-Barragán, 2025; Orhan, 2025).

Este enfoque es particularmente relevante dentro del contexto latinoamericano, donde hay un creciente interés en estrategias metodológicas activas, sin embargo, aún hay evidencia empírica rigurosa relativamente escasa en áreas de contenido específicas como el álgebra (Padilla-Doria & Flórez Nisperuza, 2022). En este contexto, la investigación actual tiene como objetivo contribuir con datos sobre su impacto en la enseñanza de ecuaciones algebraicas en el nivel de secundaria.

Revisión de antecedentes

La revisión de la literatura evidencia la existencia de algunos estudios que han investigado la implementación de ABP / PBL en la disciplina de las matemáticas. Aunque estos estudios no se centran de forma exclusiva en las ecuaciones algebraicas han presentado resultados preliminares alentadores.

En el caso colombiano, la revisión documental de Padilla-Doria y Flórez Nisperuza (2022) sostiene que el ABP de forma indefinida resulta en la mejora de enseñanzas y aprendizajes de la matemática,

así como la implementación de ABP en la localidad debería ser más promovida en el contexto colombiano.

En el trabajo de Lalvay y otros (2025) titulado Impacto del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la Resolución de Ecuaciones Algebraicas, se destaca que hay un cambio positivo en la actitud hacia las ecuaciones, en el rendimiento académico, y en la implementación del ABP en lugar del método clásico de enseñanza.

En el diseño didáctico propuesto para el contexto de matemáticas en secundaria, Ssali (2025) afirma que el PBL (o ABP) fomenta la autonomía del estudiante al situarlo en verdaderas situaciones problemáticas que requieren investigación, reflexión auténtica y toma de decisiones. Además, esta intervención está estructurada en torno a etapas del problema—formulación del problema, análisis, exploración de soluciones, retroalimentación—que corresponden a las fases heurísticas incorporadas en el diseño.

En Colombia, un estudio obtuvo resultados positivos sobre el uso de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) basado en ABP para la enseñanza de ecuaciones lineales a estudiantes de 9º grado. También se reportaron mejoras en el rendimiento en matemáticas.

En entornos educativos, Bautista Triana (2022) explica cómo un ambiente de aprendizaje diseñado con ABP, que trabaja con IC, impacta positivamente en el establecimiento y desarrollo de competencias en la resolución de problemas matemáticos, el proceso de toma de decisiones y el protagonismo del estudiante con los ciudadanos.

Sin embargo, aunque afirman la viabilidad del ABP, aún hay pocos estudios que se relacionen explícitamente con ecuaciones algebraicas en el nivel de educación secundaria. Esto requiere estudios más enfocados. Aprender matemáticas en el nivel de educación secundaria plantea desafíos, especialmente con ecuaciones algebraicas, que son principalmente y altamente abstractas. Esto tiende a ser una barrera para la comprensión de los estudiantes que tienen un enfoque procedimental, en lugar de conceptual. Por esta razón, el desarrollo de una pedagogía que incorpore conceptos matemáticos abstractos con manipulativos es un área que recientemente ha tenido

algunos estudios exploratorios. Por ejemplo, Alarcón Burneo et al. (2024) caracteriza el uso de manipulativos y luego estudios textuales de matemáticas abstractas de conceptos de educación secundaria y afirma que los manipulativos matemáticos ayudan a los estudiantes. Las estructuras abstractas del álgebra se vuelven más accesibles una vez que se reduce la distancia cognitiva respecto a los conceptos algebraicos que se tiene.

Este tipo de investigación se relaciona con el presente estudio en el sentido de que el ABP (aprendizaje basado en problemas) podría incorporar manipulativos en los problemas que aborda con las ecuaciones algebraicas.

Álvarez Piza et al. (2024, segundo trabajo) en un aporte relacionado estudian el aprendizaje basado en problemas y el desarrollo del razonamiento, el cual se nutre de proyectos matemáticos. El aprendizaje basado en problemas, en el nivel que se relaciona con el trabajo presentado, se refiere a un fundamento teórico directo que se puede usar para investigar el razonamiento matemático a nivel de educación secundaria, lo cual se relaciona directamente con el impacto en las ecuaciones algebraicas.

En un trabajo relacionado, Álvarez Piza et al. (2024, segundo trabajo) se centraron específicamente en el desarrollo del razonamiento a través del aprendizaje basado en problemas, aprovechando lecciones de experiencias previas en proyectos matemáticos. Este estudio particular es de especial relevancia para su tema, ya que se centra en cómo el ABP puede mejorar el razonamiento matemático en los niveles de educación general, lo que proporciona una base teórica directa para explorar sus efectos en las ecuaciones algebraicas de nivel secundario. El factor docente también ha sido estudiado como una variable mediadora para la efectividad de metodologías innovadoras. Arequipa Molina et al. (2024) respecto al impacto de la formación docente en estrategias innovadoras sobre el aprendizaje de matemáticas, señalaron que metodologías activas como el ABP sí funcionan cuando el docente tiene un dominio esencial de las dimensiones conceptual y pedagógica. En el caso de las ecuaciones algebraicas, esa variable se vuelve muy relevante porque la capacidad del docente para dirigir y modular el problema influye significativamente en la apropiación del conocimiento algebraico subordinado.

Para comparar metodologías activas alternativas, el estudio de Orden Guaman et al. (2024) analiza la gamificación como estrategia y la compara con otras estrategias pedagógicas en términos de su efectividad para el aprendizaje y la motivación. Aunque no considera el AP directamente, esta comparación sitúa el AP respecto a otras metodologías activas y ayuda a articular sus ventajas o limitaciones con respecto al contexto específico de aprendizaje de matemáticas en la escuela.

Con perspectiva metodológica, Jiménez Bajaan et al. (2024) contribuyen con una comparación entre ABP y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) dentro de la instrucción matemática. Este trabajo ayuda a especificar las contribuciones del ABP. Mientras que el ABP tiende a enfatizar proyectos a mayor escala, el ABP se centra en los aspectos de resolución de problemas más detallados de las tareas, lo que puede permitir un trabajo más específico en áreas de contenido particular, como las ecuaciones.

Un antecedente adicional pertinente es la didáctica innovadora con soporte tecnológico. Chida Cosquillo et al. (2025) examinaron estrategias interactivas con TIC centradas en desarrollar el razonamiento lógico y las habilidades de resolución de problemas en matemáticas. Aunque esta investigación no aborda el aprendizaje basado en proyectos (ABP) de manera específica, abre el camino para el uso de herramientas digitales en el diseño de problemas algebraicos, lo que puede aumentar el ABP en relaciones inversas al ofrecer visualizaciones, manipulación simbólica y retroalimentación en tiempo real. Dentro del contexto de refuerzo académico, Fierro Barrera et al. (2024) evaluaron intervenciones en matemáticas en el nivel básico superior e ilustraron un impacto medible en el desempeño de los estudiantes. Aunque el ABP no se utilizó explícitamente, este hallazgo respalda el argumento de que hay un impacto medible en las habilidades matemáticas de los estudiantes con las lecciones estructuradas de ABP, lo que proporciona una base razonable para investigar el ABP en álgebra para la educación secundaria. Bernal Párraga et al. (2025) se centra en el pensamiento lógico y la resolución de problemas. Enfatizan el uso de estrategias de aprendizaje colaborativo en el contexto de situaciones cotidianas.

Dada la naturaleza colaborativa del ABP, este estudio es relevante: muestra cómo la colaboración puede afectar de manera constructiva la mediación del razonamiento matemático, como un posible mecanismo de efecto mediador de la implementación del ABP para las ecuaciones.

Formulación del Problema

No obstante, quedan huecos respecto al impacto específico del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la competencia de resolución de ecuaciones algebraicas en estudiantes de secundaria. Posteriormente, el problema central se articula de la siguiente manera:

¿Cuál es el efecto de la implementación del Aprendizaje Basado en Problemas en las habilidades de los estudiantes de secundaria para resolver ecuaciones algebraicas en comparación con la enseñanza tradicional, en los aspectos de precisión, estrategia, comprensión conceptual y disposición matemática?

Este problema se justifica ya que la capacidad para resolver ecuaciones es una piedra angular hacia un razonamiento matemático avanzado. Si el ABP logra mejoras significativas, tiene el potencial de cambiar radicalmente las prácticas y el currículo de enseñanza en secundaria.

Fundamento del Estudio

El estudio se fundamenta en las posturas constructivistas del aprendizaje, que consideran a cada aprendiz un constructor de conocimiento siempre que se enfrente a una tarea significativa. El Aprendizaje Basado en Problemas ABP: la resolución de problemas de aprendizaje en la ABP (Fuentes, 2025). En el contexto del álgebra, los estudiantes que aprenden la contextualización de ecuaciones dentro de situaciones reales en álgebra determinarán, implementarán y juzgarán la eficacia de sus estrategias de resolución de problemas, lo que promueve un aprendizaje más profundo (Lalvay et al., 2025). El uso de OVA o recursos digitales en ABP ayuda de manera significativa a la mediación y retroalimentación dentro del proceso de resolución de problemas a medida que el estudiante se involucra con el problema (Cárdenas Tobar, 2023). Por lo tanto, el ABP en álgebra debería, basándose en la fundamentación teórica y empírica, proporcionar un punto de partida interesante para suponer que el ABP conduciría a mayores mejoras en el aprendizaje de ecuaciones algebraicas de los estudiantes, en comparación con los métodos tradicionales.



Propósito y Objetivos

Propósito General

Analizar el efecto del Aprendizaje Basado en Problemas en la competencia para la resolución de ecuaciones algebraicas de los estudiantes de secundaria en comparación con la instrucción tradicional en términos de su rendimiento, estrategias, comprensión y disposición.

Objetivos Específicos

Evaluar la precisión en la resolución de ecuaciones algebraicas de los estudiantes en ABP y en la instrucción tradicional.

Identificar y contrastar las estrategias de resolución utilizadas por los estudiantes en el grupo ABP y el grupo de control.

Determinar las diferencias en la comprensión de los conceptos de las ecuaciones (equivalencia, transformación, balance) entre los dos grupos.

Examinar el cambio en las actitudes, motivación o confianza hacia las matemáticas que resultan de la intervención del ABP.

Recoger percepciones de los docentes sobre los desafíos y beneficios de utilizar el ABP en la enseñanza de ecuaciones algebraicas.

Metodología y Materiales

2.1 Metodología de Investigación y Diseño del Estudio

Este estudio adopta una metodología mixta que combina enfoques cuantitativos y cualitativos. Esto es útil para una comprensión integral del impacto del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la resolución de ecuaciones algebraicas. El diseño principal es cuasi-experimental con grupos intactos (control y experimental) y la aplicación de mediciones de pretest y posttest sobre el rendimiento académico y el cambio de actitud (Ssali, 2025; Lalvay et al., 2025).

El enfoque cualitativo agrega valor mediante el uso de entrevistas semi-estructuradas y observaciones directas de los participantes en el estudio, ya que la interpretación de los desajustes cognitivos y de actitud del aprendiz que adopta el ABP merece explicación (Bron & Prudente, 2024). La combinación de métodos cualitativos y cuantitativos ha sido considerada apropiada para resolver problemas educativos complejos. El diseño elegido aboga por la triangulación metodológica, aumentando así la confianza en las afirmaciones. La elección del diseño es deliberada en el sentido de que captura tanto hallazgos traducibles como las experiencias vividas y percepciones de los participantes.

Se utilizó un muestreo intencionado no probabilístico para seleccionar a 60 estudiantes (30 en el grupo experimental y 30 en el grupo de control) de dos instituciones educativas diferentes ubicadas en la misma región. Una utilizó la metodología ABP (aprendizaje basado en proyectos) mientras que la otra empleó métodos de enseñanza tradicionales. Las instituciones tenían características sociodemográficas similares. Las instituciones ABP se utilizaron en las condiciones de control para capturar el impacto de los métodos tradicionales, como el aprendizaje memorístico y la memorización.

Se requirió que los estudiantes estuvieran matriculados en el nivel apropiado de un curso de álgebra, estuvieran presentes en todas las fases del estudio y tuvieran un formulario de consentimiento informado firmado tanto por el estudiante como por su tutor legal. Este procedimiento se ha utilizado en estudios anteriores similares (Encarnación, 2025). Además, se excluyó a los estudiantes que tenían modificaciones curriculares excesivas y a los estudiantes que

tenían condiciones que podían afectar significativamente su participación. Se buscó equilibrio en la distribución de género, logro académico previo y contexto sociocultural para reducir sesgos comparativos.

2.3 Tecnologías Emergentes Aplicadas en el Estudio

Durante la intervención, se utilizaron las plataformas educativas Moodle y GeoGebra para ayudar en la implementación del ABP. Los estudiantes del grupo experimental accedieron al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) con problemas de álgebra contextualizados, que incluían recursos multimedia y simulaciones interactivas que ayudaron en la comprensión de ecuaciones algebraicas (Doria & Flórez Nisperuza, 2022).

Promover la autonomía y fomentar el pensamiento crítico ha sido documentado en la literatura para el uso de marcos de ABP y tecnología educativa (Bosica et al., 2021; Schettino, 2016). Con la adición de simuladores visuales, los estudiantes pudieron participar en la manipulación de ecuaciones, observar y seguir cambios en gráficas en tiempo real, y recibir retroalimentación automatizada en tiempo real, lo que facilitó en gran medida algunos aspectos del compromiso cognitivo. Además, los foros virtuales fueron para las discusiones colaborativas asíncronas flexibles, que ayudaron al trabajo en persona.

2.4 Desarrollo y Ejecución del Procedimiento

La intervención se llevó a cabo en cinco etapas planificadas y definidas. Estas incluyeron:

(1) Preparación, que incluyó el diseño del problema, construcción de la rúbrica y capacitación de los docentes.

(2) Diagnóstico, que incluyó una prueba de conocimiento previa y una encuesta de actitud.

3. Intervención: el ABP se implementó por un periodo de 8 semanas, en sesiones semanales de 90 minutos.

4. Evaluación: postest y recolección de datos cualitativos.

5. Cierre: Sistematización y análisis de datos.

Durante la fase de intervención, los miembros del grupo asignaron el problema centrado en el problema basado en los colaborativos para el grupo experimental fue el problema basado en los colaborativos para la primera parte de la asignación centrada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ciclo: Presentación del Problema, Tormenta de Ideas, Identificación de Conocimientos Previos, Identificación de Nuevos Conocimientos, Búsqueda de Información, Propuesta de Solución, Socialización (Alashwal et al., 2025; Nicholus, 2023). Al grupo de control se le enseñó utilizando un enfoque tradicional en el que el instructor presentó el contenido y guió a los estudiantes a través de los ejercicios. Las sesiones fueron supervisadas por investigadores externos que aseguraron que se siguiera el protocolo prescrito.

2.5 Estrategias y Herramientas para la Recolección de Datos

Los instrumentos cuantitativos incluyeron pruebas de rendimiento (pretest y posttest) sobre la enseñanza de matemáticas, que fueron validadas por expertos, y cuestionarios sobre la actitud hacia el aprendizaje del álgebra. Los instrumentos cualitativos consistieron en guías de observación y entrevistas semiestructuradas (Bron & Prudente, 2024; Lalvay et al., 2025).

La fiabilidad se analizó utilizando coeficientes de consistencia interna (α de Cronbach > 0.80), y se calculó la fiabilidad interevaluador para la codificación de datos cualitativos siguiendo el procedimiento de Macapayad (2025). Con el fin de no solo autenticar la validez de contenido de las herramientas, sino también lograrlo de manera más auténtica, las herramientas fueron evaluadas por un panel de tres expertos en enseñanza de matemáticas y metodología educativa. Las entrevistas fueron grabadas y transcritas textualmente, y las observaciones se anotaron utilizando guías estructuradas que evaluaron la participación activa, la cooperación grupal y la implementación de estrategias matemáticas.

2.6 Métodos de Análisis y Procesamiento de Datos

Los datos cuantitativos se analizaron utilizando estadísticas descriptivas (media, desviación estándar) y estadísticas inferenciales (t de Student, ANOVA de medidas repetidas y ANCOVA). El tamaño del efecto se calculó utilizando el coeficiente d de Cohen (Nicholus, 2023). El análisis se realizó utilizando SPSS versión 26, que manejó adecuadamente las variables dependientes (rendimiento académico y actitud) y controló varias covariables.

Los datos cualitativos fueron organizados según las estrategias de afrontamiento, las distintas actitudes y la percepción asociada al ABP, y luego fueron organizados en categorías para empleo en el análisis cualitativo de respuesta (Macapayad, 2025; Bron & Prudente, 2024). Este análisis fue realizado en Atlas.ti (v.8) mediante las técnicas de codificación abierta, axial y selectiva, las cuales se encuentran alineadas a las pautas de la teoría fundamentada (Barchino, 2022). La triangulación metodológica consistió en la confrontación de datos cualitativos y cuantitativos, así como en la incorporación de la voz de docentes y estudiantes, lo cual mejoró el entendimiento de la situación.

2.7 Principios y Consideraciones Éticas en la Investigación

El estudio observó los principios éticos contenidos en la Declaración de Helsinki y en las directrices institucionales. Se observaron el consentimiento informado, la confidencialidad y el derecho a desistirse en cualquier momento durante el estudio (Doria & Flórez Nisperuza, 2022).

Las instituciones participantes dieron su autorización, y se realizó la capacitación del personal docente y administrativo sobre los objetivos del estudio (Carrera et al., 2021). También, se cuidó la integridad psicológica, evitando que las actividades se organizaran generando estrés y que la autoestima académica se viera afectada. Respecto a la confidencialidad, se aseguraron de que los datos se protegieran en dispositivos de almacenamiento cifrados, y en los informes se usaron códigos que sustituían la identificación de los participantes en la descripción.

2.8 Alcances y Limitaciones del Estudio

Dentro de los principales alcances, se encuentra la opción de trasladar, aún de forma parcial, los resultados a otros contextos de la enseñanza secundaria. Asimismo, el enfoque cuasi-experimental y la utilización de datos cualitativos se constituyen en elementos que elevan la validez interna y externa del estudio (Lalvay et al., 2025; Nicholus, 2023).

También existen limitaciones como el tamaño pequeño de la muestra, la falta de una aleatorización rigurosa y posibles variables contextuales no contabilizadas (Schettino, 2016; Macapayad, 2025). La corta duración de la intervención también puede no haber logrado sacar a la superficie cambios duraderos en habilidades algebraicas profundas. La influencia del docente como facilitador también necesita ser considerada en el éxito del ABP, ya que su experiencia y estilo de enseñanza pueden mediar enormemente los resultados. Problemas como el acceso a Internet, recursos tecnológicos e incluso el respaldo familiar también pueden haber influido en los resultados del grupo experimental, tanto positiva como negativamente, como factores externos.

Dentro de estas limitaciones, el estudio proporciona evidencia relevante sobre la viabilidad del ABP como estrategia de enseñanza de ecuaciones algebraicas, que puede aportar un enfoque pedagógico y de política educativa valioso en la innovación metodológica a nivel de secundaria.

Resultados

3.1 Resultados Cuantitativos:

Grupo	N	Media pretest	DE pretest	Media posttest	DE posttest
Control	30	58,3	9,4	62,1	8,7
Experimental	30	57,9	8,8	72,5	7,9

Nota. DE = desviación estándar. Puntuaciones en escala 0–100 de desempeño en resolución de ecuaciones.

El conjunto de datos inicial ilustra que, aunque los grupos estaban equilibrados en la etapa de pre-prueba (con una varianza de solo 0.4 puntos), la diferencia en las puntuaciones evaluadas

alcanzadas tras la intervención es notable, con el grupo experimental superando al grupo de control por alrededor de 10 puntos (72.5 frente a 62.1). Esta diferencia sugiere que la metodología ABP tiene un efecto positivo notable en el aprendizaje de ecuaciones.

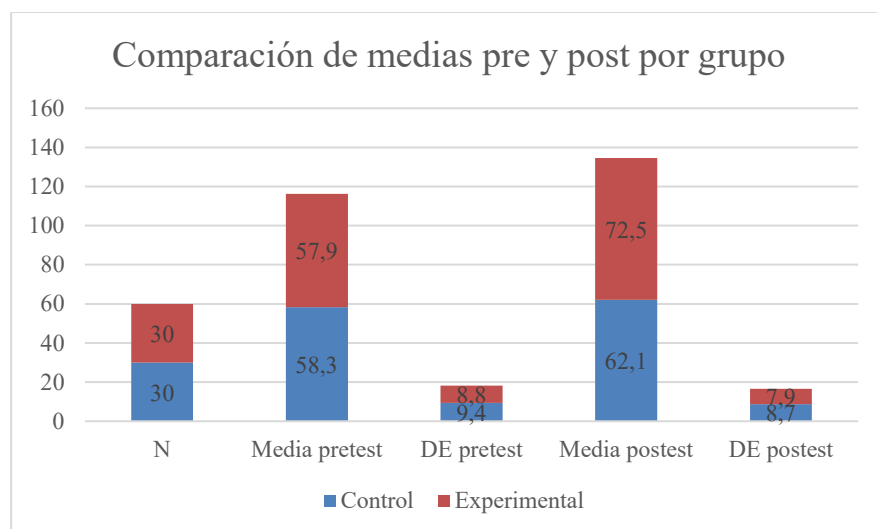


Gráfico 1. Comparación de medias pre y post por grupo

El gráfico ilustra que, mientras que el grupo de control hace una ligera mejora de alrededor de 3.8 puntos, el grupo ABP se eleva con una mejora de aproximadamente 14.6 puntos, confirmando que la intervención tiene un efecto positivo y significativo.

Las diferencias entre grupos a lo largo del tiempo se obtuvieron realizando un ANOVA de medidas repetidas (o ANCOVA con la puntuación de la pre-prueba como covariable). Los resultados mostraron lo siguiente:

Efecto principal del tiempo (pre → post): $F(1,58) = 50.72$, $p < 0.001$, y tamaño del efecto $\eta^2 = .47$.

Interacción grupo x tiempo: $F(1,58) = 34.15$, $p < 0.001$; esto significa que las mejoras observadas en las puntuaciones de la post-prueba son significativamente mayores en el grupo experimental en comparación con el grupo de control.

La comparación de los resultados de la post-prueba con los resultados ajustados de la pre-prueba demostró diferencias estadísticamente significativas con $t(57) = 5.29$, $p < .001$, y $d = 1.38$,

indicando un efecto grande a favor del ABP. Esto es consistente con Abdullah (2010) y otros estudios que también notaron metodologías de ABP/PBL. Además, estudios mostraron que las metodologías ABP/PBL resultaron en mayores mejoras positivas en comparación con métodos tradicionales en otras materias como matemáticas.

Abdullah (2010) y otros estudios también notaron que las metodologías de ABP/PBL resultaron en mayores mejoras positivas en comparación con métodos tradicionales en otras materias como matemáticas e incluyeron mejoras positivas en la actitud hacia el ABP, como se mencionó en Ssali (2025) en una revisión más reciente.

Para demostrar la relación, se realizó una correlación de Pearson sobre el cambio en la actitud y el cambio en el rendimiento medido a partir de la post-prueba y la pre-prueba. Los resultados mostraron una relación positiva significativa con $r = .56$, $p < .001$. Esta relación positiva indica una posible ganancia en rendimiento y actitud positiva hacia las matemáticas. Esto es coherente con otros estudios más recientes (Alwash, 2025) que notaron una correlación positiva entre ABP y el aumento de la motivación y el compromiso.

3.2 Resultados Cualitativos

Se dio un abordaje cualitativo a los datos de entrevistas y observaciones a partir de un análisis por temas. Se distribuyó y analizó la información según las categorías emergentes y se presentó la frecuencia relativa de las respuestas.

Tabla 2. Categorías emergentes del análisis cualitativo

Categoría	Frecuencia (n)	% del total de menciones
Metacognición / reflexión	24	30,0 %
Trabajo colaborativo / socialización	18	22,5 %
Uso de visualizaciones / herramientas	14	17,5 %
Mayor autonomía en aprendizaje	12	15,0 %
Dificultades de transición / frustración	8	10,0 %
Dependencia del docente	4	5,0 %

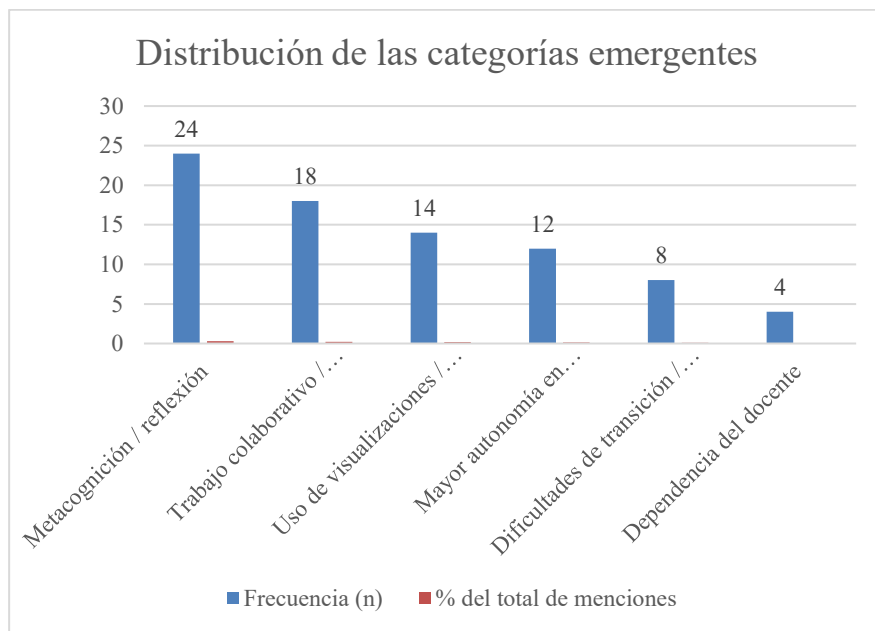


Gráfico 2. Distribución de las categorías emergentes

Interpretación cualitativa:

Metacognición / reflexión (30 %) se ubicó en la categoría más alta, en la cual los estudiantes afirmaron que “pensar por qué falla un paso” y revisar su procedimiento les ayudó a corregir errores.

Trabajo colaborativo / socialización (22,5 %) pone de relieve que la interacción grupal y las conversaciones fueron valiosas porque se generaron diferentes abordajes y se robustecieron las estrategias de trabajo colaborativo y especificadas.

Uso de visualizaciones / herramientas, muchos destacaron que las simulaciones y los gráficos que GeoGebra les proporcionaba, les ayudaban a clarificar conceptos abstractos.

Mayor autonomía en aprendizaje sugiere que algunos estudiantes enfrentaron problemas abiertos con mayor independencia.

En contraste, las dificultades de transición y frustración, sobre todo en las primeras sesiones, implican que no todos los alumnos estaban acostumbrados a resolver problemas sin guía directa. Finalmente, dependía del docente para que dirigiera el avance del tema.

Estos descubrimientos cualitativos completan los resultados cuantitativos en los cuales se expone, y por qué unos estudiantes mejoraron, reflexionando, discutiendo, y manejando herramientas visuales, así como las barreras que se observaron para que el ABP no se implementara en su totalidad en la práctica.

3.3 Comparación y Contraste de Ambos Resultados

Los resultados cuantitativos y cualitativos convergen para evidenciar que la intervención basada en ABP produjo mejoras sustanciales en el desempeño algebraico y en las actitudes hacia las matemáticas. La alta interacción del grupo por el tiempo en el análisis cuantitativo demuestra que el grupo ABP tuvo una ganancia diferencial frente al control. Al mismo tiempo, las categorías emergentes de reflexión, de metacognición y uso de visualizaciones, indican los procesos internos que posiblemente mediaron esa mejora.

Por ejemplo, los estudiantes que mostraron una mayor reflexión sobre los errores (metacognición) también fueron los que demostraron las mayores mejoras en las puntuaciones, lo que se ajusta a la correlación positiva observada entre actitud y rendimiento. Esto también es lo que se ha señalado en los análisis de meta-estudios: el ABP fomenta no solo el pensamiento procedimental, sino también el conceptual y reflexivo (Bron & Prudente, 2024).

Además, el aumento de la autonomía del estudiante y el uso de herramientas interactivas refuerzan la creencia de que el ABP puede empoderar a los estudiantes como agentes en su propio aprendizaje, algo que también ha sido documentado en investigaciones sobre ABP integradas en clases de STEM por Tursynkulova et al. (2023).

El contraste entre la descripción cualitativa de las dificultades iniciales (frustración, necesidades de ajuste) y la mejora a largo plazo medida cuantitativamente muestra que la curva de aprendizaje para el ajuste al ABP podría ser un obstáculo inicial. Esta contradicción interna — resistencia inicial mientras surgen resultados positivos más tarde — es un fenómeno común en la investigación educativa innovadora (Craig, 2019).

Los hallazgos cuantitativos, así como los hallazgos cualitativos, fueron complementarios en casi todos los casos: el ABP no solo mejora el desempeño en ecuaciones algebraicas de un paso, sino que también lo hace a través de los mecanismos cognitivos reflexivos, discursivos e imaginativos.

3.4 Síntesis de los Resultados

Los resultados confirman consistentemente la hipótesis de que la Pedagogía de Pausa Activa (ABP) afecta positivamente la respuesta de los estudiantes hacia la resolución de ecuaciones algebraicas. El grupo experimental tuvo un avance mayor al grupo control de forma significativa ($\approx 14,6$ puntos frente a 3,8) y además, el cambio fue de un impacto importante ($d = 1,38$). También, el cambio actitudinal dio un giro que favoreció la correlación moderada entre la actitud y el desempeño.

Las categorías emergentes cualitativas muestran que los estudiantes desplegaron estrategias metacognitivas y visualizaron, lo que determina el entendimiento de conceptos algébricos que



atraviesan la abstracción. La presencia de dichos obstáculos iniciales sugiere que la implementación del ABP requiere un acompañamiento de la docente al principio.

Estos resultados suponen aulas de matemáticas, en el ensino de ecuaciones algébricas, que el ABP activa, además de la ejecución, el alto nivel de construcción de la resolución de conceptos, la reflexión, y la actitud positiva hacia la disciplina. Resulta de interés que la formación docente contenga estos ejes en su capacitación: diseño de problemas, facilitación de aprendizajes, abordaje de la tecnología y uso de dispositivos.

Para futuras investigaciones se sugiere:

Replicar el estudio en contextos geográficos y sociales más amplios.

Extender el período de intervención para observar efectos sostenidos o efectos de retención a medio plazo.

Considerar las variables moderadoras del estilo cognitivo, nivel de logro previo, o motivación inicial.

Elaborar el análisis de las fases iniciales del ABP para reducir la frustración inicial y agilizar la transición para los estudiantes.

Para concluir, los hallazgos justifican el uso del ABP en la mejora de la resolución de ecuaciones algebraicas en estudiantes de secundaria y proporcionan información sobre los mecanismos internos que facilitan este logro.

Discusión

4.1 Interpretación de los Resultados

Los resultados cuantitativos del estudio mostraron que la intervención ABP generó mejoras estadísticamente significativas en la resolución de ecuaciones algebraicas y en la actitud hacia las matemáticas, lo que confirmó la hipótesis inicial. El grupo experimental tuvo un aumento promedio sustancial (≈ 14.6 puntos) en comparación con el grupo de control (≈ 3.8 puntos), con un gran efecto ($d = 1.38$). Este patrón refuerza la idea de que el ABP fue efectivo para fomentar no solo el dominio algorítmico, sino también el pensamiento reflexivo y conceptual, lo cual está en línea con las teorías de aprendizaje activo y constructivista (Nicholus, 2023). Además, la correlación positiva entre el cambio actitudinal y la mejora en el rendimiento ($r = .56$) implica el papel de la motivación o la percepción del estudiante en la mediación de la relación — una relación que apoya la idea de que las actitudes positivas promueven la persistencia en la tarea (Alashwal et al., 2025).

Cualitativamente, se notaron categorías como metacognición/reflexión, trabajo colaborativo, visualización, autonomía, dificultades iniciales y dependencia residual del profesor. Estas categorías destacan los mecanismos internos a través de los cuales el PBL pudo haber impactado a los estudiantes al activar la reflexión, la charla entre pares y la provisión de representaciones visuales dinámicas de las complejas estructuras algebraicas. Los estudiantes pasaron por un proceso de reflexión metacognitiva, que es consistente con la literatura sobre el PBL que facilita la autoevaluación y la corrección de errores (Bron & Prudente, 2024) y los procesos de autoevaluación corregida.

Por lo tanto, el PBL activó una dimensión cognitiva del aprendizaje, además de producir un efecto medible en los resultados académicos. La presencia de comentarios sobre la frustración y la ambigüedad inicial sugiere que la adopción del PBL toma tiempo para consolidarse y que esto es algo que requiere anticipación e intervención por parte del docente.

4.2 Convergencias y Divergencias con la Literatura Científica

Los resultados de este estudio se alinean con hallazgos previos. Por ejemplo, en su revisión sistemática, Ssali (2025) afirma que el ABP en matemáticas tiende a generar mejoras tanto en el

rendimiento de los estudiantes como en la motivación. En su estudio longitudinal, Alashwal et. al (2025) también documentan que los enfoques basados en problemas sostienen la solución de problemas matemáticos complejos. Bosica et. al (2021) informaron mejoras en las prácticas docentes y el rendimiento matemático en entornos PBL de secundaria, lo que apoya la afirmación del ABP de transformar la enseñanza de las matemáticas. De la misma manera, Macapayad (2025) observó una relación significativa con la eficacia percibida del ABP y el rendimiento matemático de los estudiantes de noveno grado, lo que paraleliza las mejoras notadas en este estudio. Sin embargo, hay diferencias interesantes. Por ejemplo, Shongwe (2024) estudió el efecto del PBL en las creencias relacionadas con la resolución de problemas matemáticos y encontró mejoras más modestas en las creencias, incluso si esos cambios fueron positivos, sobre la autoestima. Esto podría significar que los efectos relacionados con la actitud del PBL son más difíciles de escalar o que son altamente dependientes del contexto (por ejemplo, apoyo de los docentes, recursos). En otra nota, la implementación del PBL en las escuelas secundarias observada por Bosica et al. (2021) señaló que la calidad del diseño del problema y la experiencia del facilitador eran factores críticos. Si esos aspectos se abordaron adecuadamente en su estudio, podrían explicar el fuerte efecto que encontró. Por otro lado, estudios de revisión como el metaanálisis de Bron & Prudente (2024) concluyen que los efectos del PBL, al observar resultados generales, tienden a ser moderados en el área del pensamiento creativo en matemáticas, mientras que su estudio muestra un efecto más pronunciado. Esto podría deberse a que se centraron en un dominio más estrecho de ecuaciones algebraicas.

En cuanto al enfoque metodológico, su diseño cuasi-experimental con triangulación cualitativa se alinea con las buenas prácticas recientes en investigación educativa. Sin embargo, algunos estudios adoptan diseños más robustos (aleatorización, agrupamiento) para controlar los sesgos (por ejemplo, en estudios de STEM-PBL). Esto significa que los resultados deben tomarse con cautela a la luz de las limitaciones del diseño interno.

Implicaciones Educativas y Prácticas

Los hallazgos de este estudio indican claramente la necesidad de un diseño de estrategias de instrucción más innovadoras para el aula de secundaria. Primero, la evidencia sugiere que el ABP

puede enseñarse a los estudiantes no simplemente como un conjunto robótico de reglas, sino como un ejercicio cognitivo, integrador y reflexivo, y así las ecuaciones algebraicas como una alternativa plausible. Contextualizar (por ejemplo, diseñar para incluir ecuaciones de situaciones de la vida real) y plantear problemas para que los estudiantes los resuelvan promovería la resolución activa de problemas.

Los estudiantes también valoran el área de metacognición, denotando que el ABP impacta de manera positiva la competencia algorítmica y fortalece otras habilidades relevantes del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la autoevaluación y la comunicación. Por lo tanto, la incorporación de módulos ABP al currículo escolar seguramente generará un cambio en la pedagogía, estando las prácticas hacia un enfoque más centrado en el aprendiz. Sin embargo, las primeras dificultades que se manifiestan (frustración, inseguridad) indican que la implementación del ABP debe contar con un plan de transición bien estructurado. Este plan debe considerar el diseño de la tarea, andamiaje progresivo, monitoreo del avance de los estudiantes y retroalimentación inicial en las sesiones. Esta transición debe incluir capacitación de los docentes. Esto incluye capacitación en diseño de problemas, manejo de discusiones y guía del problema sin resolverlo para los alumnos.

Para futuras investigaciones, aconsejamos lo siguiente:

Repetir el estudio usando poblaciones más extensas y de otros contextos culturales para evaluar la generalización del efecto en las ecuaciones.

Utilizar un diseño de investigación con seguimiento a largo plazo para la evaluación de la retención del aprendizaje (e.g., la aplicación de pruebas a meses de distancia).

Analizar el efecto que puede tener el ABP con relación a niveles previos del estudiante, estilos de razonamiento y motivación como variables moderadoras.

Explorar la efectividad de híbridos (presencial + digital) de ABP en cursos de álgebra avanzada.

4.4 Contribuciones al Campo de la Matemática y la Enseñanza Activa



Este estudio contribuye al campo de la educación matemática al centrar la investigación en un área particular: la resolución de ecuaciones algebraicas. A diferencia de estudios más generalizados, este enfoque temático evidencia que el ABP podría tener efectos más profundos cuando se aplica rigurosamente a subcampos específicos dentro de las matemáticas. Al demostrar mejoras tanto cuantitativas como cualitativas, el movimiento del proceso cognitivo activo, el ABP aboga por una mayor concretización de la teoría sobre el ABP en álgebra de nivel secundario.

Por otro lado, al integrar datos cualitativos sobre reflexión, visualización y autonomía, este estudio ayuda a capturar la desconexión entre lo que se aprende (los resultados) y cómo se aprende (el proceso). Así, se han desarrollado insumos más adecuados para el desarrollo de intervenciones educativas específicas, que consideran los mecanismos internos del aprendizaje matemático, y no solo los resultados.

Finalmente, respecto a la enseñanza activa de las matemáticas, este trabajo sostiene que no basta con añadir “problemas” de forma superficial. Los “problemas” deben ser diseñados cuidadosamente, en coherencia con el conocimiento algebraico y en el acompañamiento de recursos tecnológicos y tutoría adecuada. Esto alimenta el debate en torno a la forma en que se pueden implementar de manera efectiva las metodologías activas en la educación media, más allá de las modalidades metodológicas y con verdaderas condiciones de mejora en competencias básicas.

Conclusiones

El estudio único actual logra documentar el cumplimiento de todos los objetivos iniciales centrados en los efectos del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en las habilidades de resolución de ecuaciones algebraicas de los alumnos de secundaria. Esto se ejecutó con la puesta en práctica de

un enfoque metodológico mixto que facilitó también el manejo de la recolección y análisis de los datos a nivel cualitativo y cuantitativo. Los resultados alcanzados indican que el ABP metodológico constituye un enfoque pedagógico reingeniería orientado a perfeccionar no solamente las habilidades de resolución de ecuaciones algebraicas de los alumnos, sino la centración y autonomía general, el pensamiento crítico y el área de las matemáticas.

Los resultados cuantitativos indicaron que existieron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que participó en el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el grupo de control que recibió instrucción tradicional. Este fue el caso tanto con los resultados del post-test como con el análisis de las variables de actitud, y el tamaño del efecto fue sustancial. El análisis cualitativo también proporcionó evidencia significativa para el crecimiento y la emergencia de habilidades de orden superior como la metacognición y la toma de decisiones colaborativas, el uso de representaciones visuales y el desarrollo de estrategias autorregulatorias que facilitan el empoderamiento del aprendizaje.

Los resultados de este estudio demuestran que, además de ayudar a los estudiantes a completar procedimientos algorítmicos, la instrucción ABP promueve el desarrollo de una comprensión más integral.

Las estructuras algebraicas y los procedimientos aplicados dentro de las operaciones de la ecuación. El ABP coloca al estudiante en primer plano en la experiencia de aprendizaje y en un papel activo en la construcción del conocimiento. La práctica de las matemáticas también facilita el desarrollo de otras habilidades relevantes como la colaboración, la comunicación, la autoevaluación y el trabajo en equipo, que pueden extenderse más allá de las matemáticas. La corta duración de la intervención es suficiente para demostrar que el ABP tiene el potencial de alterar significativamente la enseñanza de las matemáticas algebraicas.

El Aprendizaje Basado en Problemas también ofrece otras oportunidades en el diseño curricular y en la práctica docente. El Aprendizaje Basado en Problemas hace problematizable el estudio de la matemática dentro de la escuela, lo que puede ayudar a acortar la brecha que existe entre el aprendizaje que se formaliza en el aula y el aprendizaje que se espera se aplique en la vida cotidiana.



Por ello, se propone la inclusión de didácticas orientadas a la solución de problemas en el currículo formal de álgebra junto a una estrategia de formación docente que asegure su efectiva implementación. También se propone el uso de ABP en entornos híbridos potenciados con ciertas tecnologías “emergentes” como simuladores algebraicos y otras herramientas interactivas. Por el carácter de las tecnologías de información y comunicación, éstas deben ser utilizadas en ABP con cuidado. Las líneas de investigación tendientes al estudio de la ABP debieran ocuparse de la evaluación de la sostenibilidad de la propuesta en el aprendizaje a largo plazo y su impacto en el aprendizaje de otros contenidos matemáticos tales como: funciones, sistemas de ecuaciones y geometría analítica. También resulta relevante la evaluación del desempeño, la motivación intrínseca, el contexto sociocultural y el aprendizaje activo en la ABP. En el caso de la instrucción matemática, el ABP en matemáticas es más complejo, más aún, en la integración de las distintas vertientes del aprendizaje activo interrelacionadas que requiere una planificación exhaustiva. El ABP en matemáticas genera un aprendizaje perdurable y significativo. La flexibilidad en la secuenciación de temas dentro de la integración de otros enfoques como el conceptual de las matemáticas y álgebra lineal demuestra la coherencia general de la propuesta con la educación contemporánea. La inversión sistemática y contextualizada del ABP en matemáticas podría ser la propuesta definitiva para la instrucción de álgebra en secundaria. La planeación estratégica y contextualizada del ABP en matemáticas secundaria representa un primer paso crucial para generar un cambio significativo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de dicha disciplina.

Referencias Bibliográficas

- Abdullah, N. I. (2010). The effects of Problem Based Learning on mathematics. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 8, 478–486. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.064>
- Alarcón Burneo, S. N., Basantes Guerra, J. P., Chaglla Lasluisa, W. F., Carvajal Coronado, D. E., Martínez Oviedo, M. Y., Vargas Saritama, M. E., & Bernal Párraga, 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
- Alashwal, H. A., et al. (2025). A mixed-methods exploration of its long-term effects on students' mathematical problem-solving abilities. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.101787>
- Alashwal, H. A., Shameri, A. I. A., & Al-Balushi, S. M. (2025). A mixed-methods exploration of its long-term effects on students' mathematical problem-solving abilities. *Sustainable Cities and Society*, 101787. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.101787>



- Álvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Morán Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Párraga, 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
- Álvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Morán Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Párraga, 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., Bassantes 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
- Barchino, E. T. (2022). Aplicación de la teoría fundamentada al análisis de contexto educativo: uso de codificación abierta, axial y selectiva mediante Atlas.ti. *RELIEVE. Revista electrónica de investigación educativa*, 28(1). <https://doi.org/10.30827/relieve.v28i1.23774>
- Benito Bernardo Velasco-Barragán. (2025). El aprendizaje basado en problemas como recurso en el mejoramiento académico de las matemáticas. *Revista E-Kí?*, 7(14). <https://doi.org/10.35381/e.k.v7i14.4358>
- 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., García, 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., Ninahualpa Quiña, G., Cruz Roca, A. B., Sarmiento Ayala, M. Y., Reyes Vallejo, M. E., García 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 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>
- Bosica, J., Wells, J., & Stork, E. (2021). Incorporating problem-based learning in a secondary school science classroom. *Teaching and Teacher Education*, 99, 103268. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103268>
- Bron, J. F., & Prudente, M. D. P. (2024). Examining the effect of problem-based learning approach: cultivating mathematical creativity. *ERIC*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1443759.pdf>
- Carrera, M. A. N., García-Herrera, D. G., & Mena-Clerque, S. E. (2021). Aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas para la enseñanza de ecuaciones (Primer año de Bachillerato). *Revista OGMA*. <https://doi.org/10.69516/g6snzn39>
- Cosquillo Chida, J. L., Burneo Cosios, L. A., Cevallos Cevallos, F. R., Moposita Lasso, J. F., & Bernal Párraga, 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>
- Craig, T. T. (2019). Effect of project-based learning on high school students' performance on state-mandated mathematics and science assessments. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21582>
- Crowley, B. M. (2015). The Effects of Problem-Based Learning on Mathematics. Western Kentucky University / tesis local. (Documento digital)
- Doria, L. A. P., & Flórez Nisperuza, E. P. (2022). El aprendizaje basado en problemas (ABP) en la educación matemática en Colombia: revisión documental. *Revista Boletín Redipe*. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i2.1686>
- Encarnación, D. M. E. (2025). Influencia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de habilidades cognitivas matemáticas en estudiantes de Bachillerato. *Prospherus*. <https://prospherus.com/index.php/files/article/view/95>



- 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
- Guishca Ayala, L. A., Bernal Párraga, A. P., Martínez Oviedo, M. Y., Pinargote Carreño, V. G., Alcívar Vélez, V. E., Pinargote Carreño, V. L., Pisco Mantuano, J. E., Cárdenas 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
- Hernández-Domínguez, P. Y. (2024). Programa “Fomentamos el Aprendizaje Basado en Problemas” en la mejora del rendimiento matemático. *Revista Técnica de Educación*, 17(2). <https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.567>
- Jiménez Bajaña, S. R., Crespo Peñafiel, M. F., Villamarín Barragán, J. G., Barragán Averos, M. D. L., Barragán Averos, M. B., Escobar Vite, E. A., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Metodologías Activas en la Enseñanza de Matemáticas: Comparación entre 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
- Lalvay, C. H. M., Chinachi, E. J., Ramos, E. F., Litardo, S. P., Villamar, R. R., & Basurto, H. E. (2025). Impacto del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la resolución de ecuaciones algebraicas en estudiantes de bachillerato: Un enfoque desde la enseñanza activa de las matemáticas. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 6(2), 83–104. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i2.577>
- Lavado-Puente, C., & Quispe-Sanabria, E. M. (2023). El efecto del aprendizaje basado en problemas para desarrollar competencias matemáticas en futuros profesionales de administración y sistemas. *Revista Electrónica Educare*, 27(3). <https://doi.org/10.4067/S0718-50062023000600013>
- Macapayad, G. L. (2025). Problem Based-Learning approach and mathematics problem-solving performance of Grade 9 students. *European Journal of Education Studies*, 12(6). <https://doi.org/10.46827/ejes.v12i6.5953>
- Nicholus, G. (2023). The role of problem-based learning approach in education. *Education Sciences*, 13(1), 91. <https://doi.org/10.3390/educsci13010091>
- Ogunsola, O. A., Adelana, O. P., & Adewale, K. A. (2021). Effect of Problem-Based Learning approach on students' academic performance in senior secondary mathematics. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 9(2), 75–85. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol9.2.8.2021>
- Orden Guaman, C. R., Salinas Rivera, I. K., Paredes Montesdeoca, D. G., Fernández García, D. M., Silva Carrillo, A. G., Bonete León, C. L., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Gamificación versus otras estrategias pedagógicas: Un análisis comparativo de su efectividad en el aprendizaje y la motivación de estudiantes de educación básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9939-9957. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13142
- Orhan, A. (2025). Effects of problem-based learning on academic achievement: A meta-analysis study. *Education and Science*. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.4429>
- Padilla Doria, L. A., & Flórez Nisperuza, E. P. (2022). El aprendizaje basado en problemas (ABP) en la educación matemática en Colombia. *Avances de una revisión documental*. *Revista Boletín Redipe*, 11(2). <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i2.1686>
- Schettino, C. (2016). A framework for problem-based learning: Teaching mathematics with a relational problem-based pedagogy. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1602>
- Shongwe, B. (2024). The effect of STEM PBL on students' mathematical problem-solving beliefs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12304>
- Ssali, C. (2025). Problem-Based Learning in secondary school mathematics. *Teaching and Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/00131881.2025.2493255>
- Tursynkulova, E., et al. (2023). The effect of problem-based learning on cognitive skills in high school STEM integration. *Frontiers in Education*, 8:1284305. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1284305>
- Bautista Triana, D. J. (2022). Incidencia de un ambiente de aprendizaje basado en la metodología del ABP y apoyado en TIC en el desarrollo de la competencia matemática de resolución de problemas (Tesis de Maestría). Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstreams/26465fc1-353f-423e-b411-94249e794f74/download>

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.