

**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,  
Volumen 8, Número 3.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i3](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3)

**METODOLOGÍAS ACTIVAS EN LA ENSEÑANZA  
DE MATEMÁTICAS: COMPARACIÓN ENTRE  
APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS Y  
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS**

**ACTIVE METHODOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS:  
COMPARISON BETWEEN PROBLEM-BASED LEARNING  
AND PROJECT BASED LEARNING**

**Saul Rogelio Jimenez Bajaña**

Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

**Maria Fernanda Crespo Peñafiel**

Ministerio de Educación, Ecuador

**Jorge Giovanni Villamarín Barragán**

Ministerio de Educación, Ecuador

**María De Lourdes Barragán Averos**

Ministerio de Educación, Ecuador

**Mercy Beatriz Barragan Averos**

Ministerio de Educación, Ecuador

**Esther Amelia Escobar Vite**

Ministerio de Educación, Ecuador

**Augusto Paolo Bernal Párraga**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i3.11843](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11843)

## Metodologías Activas en la Enseñanza de Matemáticas: Comparación entre Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Basado en Proyectos

**Saul Rogelio Jimenez Bajaña<sup>1</sup>**

[sjimenezb5@unemi.edu.ec](mailto:sjimenezb5@unemi.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-9397-9251>

Universidad Estatal de Milagro  
Milagro, Ecuador

**María Fernanda Crespo Peñafiel**

[fernanda.crespo@educacion.gob.ec](mailto:fernanda.crespo@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-2238-6445>

Ministerio de Educación  
Quito, Ecuador

**Jorge Giovanni Villamarín Barragán**

[giovanni.villamarin@educacion.gob.ec](mailto:giovanni.villamarin@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2854-2640>

Ministerio de Educación  
Quito, Ecuador

**María De Lourdes Barragán Averos**

[lourdes.barragan@educacion.gob.ec](mailto:lourdes.barragan@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-0705-4813>

Ministerio de Educación  
Quito, Ecuador

**Mercy Beatriz Barragan Averos**

[mercyb.barragan@educacion.gob.ec](mailto:mercyb.barragan@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0009-0000-5065-2945>

Ministerio de Educación  
Quito, Ecuador

**Esther Amelia Escobar Vite**

[esther.escobar@educacion.gob.ec](mailto:esther.escobar@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0009-0009-7452-5348>

Ministerio de Educación  
Quito, Ecuador

**Augusto Paolo Bernal Párraga**

[abernal2009@gmail.com](mailto:abernal2009@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-0289-8427>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE  
Quito, Ecuador

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [sjimenezb5@unemi.edu.ec](mailto:sjimenezb5@unemi.edu.ec)

## RESUMEN

El presente artículo examina y compara dos metodologías activas ampliamente utilizadas en la instrucción de las matemáticas: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPyP). Ambos enfoques han demostrado ser efectivos para fomentar el pensamiento analítico, la solución de problemas y la cooperación entre los estudiantes. Sin embargo, existen diferencias clave en su implementación y en los resultados educativos que generan. El estudio se llevó a cabo en un entorno de educación secundaria, donde se implementaron ambas metodologías en grupos de estudiantes diferentes. A lo largo del curso académico, se recopilaron datos cualitativos y cuantitativos a través de encuestas, entrevistas y evaluaciones de rendimiento para analizar el impacto de cada metodología en el aprendizaje de los estudiantes. Las encuestas y entrevistas proporcionaron una visión detallada de las percepciones de los estudiantes y maestros sobre la efectividad y los desafíos de cada metodología, mientras que las evaluaciones de rendimiento ofrecieron datos objetivos sobre el progreso académico de los estudiantes. Los resultados indican que, aunque ambos enfoques mejoran significativamente la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos, el ABP tiende a ser más efectivo para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas a corto plazo. Los estudiantes que participaron en ABP mostraron una mayor capacidad para abordar y resolver problemas específicos de manera rápida y eficiente. Por otro lado, el ABPyP fomenta una comprensión más profunda y duradera de los conceptos matemáticos y fortalece la habilidad de los estudiantes para aplicar estos conocimientos en diversas situaciones la habilidad de los estudiantes para aplicar estos conocimientos en situaciones del mundo real. Los estudiantes involucrados en ABPyP desarrollaron proyectos integrales que requirieron la aplicación de múltiples conceptos matemáticos, lo que facilitó una mayor retención y transferencia de conocimientos. El artículo concluye que la elección entre ABP y ABPyP debería basarse en los objetivos específicos de aprendizaje y las necesidades de los estudiantes. Para aquellos que necesitan mejorar rápidamente sus habilidades de resolución de problemas, el ABP puede ser la mejor opción. En contraste, para una comprensión más holística y aplicada de las matemáticas, el ABPyP es más adecuado. Además, se recomienda una combinación de ambas metodologías para maximizar los beneficios educativos y preparar mejor a los estudiantes para los desafíos académicos y profesionales futuros. La combinación de ABP y ABPyP puede ofrecer un equilibrio ideal, proporcionando tanto habilidades prácticas de resolución de problemas como una comprensión profunda y contextualizada de los conceptos matemáticos. Esta investigación ofrece una comprensión más profunda de las fortalezas y debilidades de estas metodologías activas, proporcionando una guía útil para educadores y administradores que buscan mejorar la enseñanza de las matemáticas a través de enfoques pedagógicos innovadores.

**Palabras clave:** aprendizaje basado en problemas (ABP), aprendizaje basado en proyectos (ABPYP), metodologías activas, enseñanza de matemáticas, pensamiento crítico



# Active Methodologies in Teaching Mathematics: Comparison between Problem-Based Learning and Project-Based Learning

## ABSTRACT

This article examines and compares two widely-used active methodologies in mathematics instruction: Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL). Both approaches have proven effective in fostering analytical thinking, problem-solving, and cooperation among students. However, there are key differences in their implementation and the educational outcomes they generate. The study was conducted in a secondary education setting, where both methodologies were implemented in different groups of students. Throughout the academic year, qualitative and quantitative data were collected through surveys, interviews, and performance evaluations to analyze the impact of each methodology on student learning. Surveys and interviews provided detailed insights into the perceptions of students and teachers regarding the effectiveness and challenges of each methodology, while performance evaluations offered objective data on students' academic progress. The results indicate that, although both approaches significantly improve the understanding and application of mathematical concepts, PBL tends to be more effective for the short-term development of problem-solving skills. Students who participated in PBL showed a greater ability to quickly and efficiently address and solve specific problems. On the other hand, PjBL fosters a deeper and more lasting understanding of mathematical concepts and enhances students' ability to apply this knowledge in real-world situations. Students involved in PjBL developed comprehensive projects that required the application of multiple mathematical concepts, facilitating greater retention and transfer of knowledge. The article concludes that the choice between PBL and PjBL should be based on specific learning objectives and student needs. For those who need to quickly improve their problem-solving skills, PBL may be the best option. In contrast, for a more holistic and applied understanding of mathematics, PjBL is more suitable. Furthermore, a combination of both methodologies is recommended to maximize educational benefits and better prepare students for future academic and professional challenges. The combination of PBL and PjBL can offer an ideal balance, providing both practical problem-solving skills and a deep, contextualized understanding of mathematical concepts. This study offers a deeper understanding of the strengths and weaknesses of these active methodologies, providing useful guidance for educators and administrators seeking to improve mathematics teaching through innovative pedagogical approaches.

**Keywords:** problem-based learning (PBL), project-based learning (PBL), active methodologies, mathematics teaching, critical thinking

*Artículo recibido 20 mayo 2024*

*Aceptado para publicación: 08 junio 2024*



## INTRODUCCIÓN

### Contexto y Relevancia

La enseñanza de las matemáticas ha sido históricamente un desafío tanto para estudiantes como para educadores. Tradicionalmente, el enfoque en la memorización de fórmulas y procedimientos ha prevalecido, dejando de lado el desarrollo de habilidades esenciales como el análisis crítico y la solución de problemas. (Boaler, 2016). Esta perspectiva tradicional ha contribuido a una percepción negativa de las matemáticas, vista a menudo como una disciplina difícil y poco atractiva, lo que resulta en altos niveles de ansiedad y bajo rendimiento entre los estudiantes (Ashcraft, 2002).

En este contexto, las metodologías activas han emergido como una alternativa prometedora para transformar la educación matemática. Estas metodologías no solo buscan involucrar activamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, sino que también promueven la colaboración, la reflexión crítica y la aplicación práctica del conocimiento (Freeman et al., 2014). Estas estrategias se alinean con las necesidades educativas del siglo XXI, donde se valoran las competencias transversales y el aprendizaje significativo (Trilling & Fadel, 2009).

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) son dos de las metodologías activas más debatidas y aplicadas en el ámbito educativo. Ambos enfoques comparten la premisa de situar al estudiante en el centro del proceso educativo, alentando una participación activa y el desarrollo de competencias clave para el siglo XXI (Bell, 2010). El ABP utiliza problemas como punto de partida para el aprendizaje, promoviendo la investigación y la resolución de problemas en contextos reales (Barrows, 1986). Por otro lado, el ABPj involucra a los estudiantes en la planificación, ejecución y evaluación de proyectos que integran diversas áreas del conocimiento, fomentando una comprensión más profunda y holística de los conceptos matemáticos (Thomas, 2000).

Sin embargo, existen diferencias significativas en su implementación y en los resultados que generan en términos de rendimiento académico y motivación estudiantil. El ABP a menudo se enfoca en la resolución de problemas específicos y detallados, lo que puede conducir a una comprensión profunda pero segmentada de los temas. En contraste, el ABPj permite una exploración más amplia y creativa de los conceptos, aunque puede requerir más tiempo y recursos para su implementación efectiva (Blumenfeld et al., 1991).



El objetivo de este estudio es comparar estas dos metodologías, evaluando cómo influyen en el rendimiento académico, así como en la motivación y la participación de los estudiantes en la enseñanza de las matemáticas. Específicamente, se busca responder a las siguientes preguntas: ¿Cómo afectan el ABP y el ABPj al rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas? ¿Qué metodología es más efectiva en términos de motivación y participación estudiantil?

### **Planteamiento del Problema**

A pesar de los esfuerzos por mejorar la educación matemática, los estudiantes continúan enfrentando dificultades significativas en esta área. Las tasas de fracaso y desmotivación son altas, y muchos alumnos desarrollan una aversión hacia las matemáticas que persiste a lo largo de su vida académica (Grootenboer & Marshman, 2016). Estos desafíos subrayan la necesidad de adoptar enfoques pedagógicos que no solo impulsen el rendimiento académico, sino que también promuevan una actitud positiva hacia las matemáticas.

Las metodologías tradicionales, centradas en la instrucción directa y la práctica repetitiva, han mostrado limitaciones en su capacidad para desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas (Hattie, 2009). Por otro lado, las metodologías activas, como el ABP y el ABPj, ofrecen un enfoque más dinámico y centrado en el estudiante, que podría abordar mejor estos desafíos. No obstante, la elección de la metodología adecuada depende de una comprensión profunda de sus fortalezas y limitaciones, así como de su efectividad en contextos específicos.

### **Preguntas de Investigación**

Para guiar este estudio, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cómo afectan el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) al rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas?
2. ¿Qué metodología es más efectiva en términos de motivación y participación estudiantil?

### **Objetivos del Estudio**

Este estudio tiene los siguientes objetivos:

- Evaluar el impacto del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) en el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas.

- Comparar la efectividad de ambas metodologías en términos de motivación y participación estudiantil.

## **METODOLOGÍA**

### **Revisión de Literatura**

#### **Metodologías Activas en la Educación**

##### **Definición y principios de las metodologías activas.**

Las metodologías activas son enfoques pedagógicos que implican la participación activa de los estudiantes de manera activa en su proceso de aprendizaje. En lugar de ser receptores pasivos de información, los estudiantes participan activamente a través de la discusión, la resolución de problemas y la colaboración (Prince, 2004). Estas metodologías se basan en principios constructivistas, donde el aprendizaje se construye a partir de la experiencia y la interacción social (Vygotsky, 1978).

##### **Beneficios generales de las metodologías activas en el aprendizaje.**

Numerosos estudios han demostrado los beneficios de las metodologías activas en el aprendizaje. (Freeman et al., 2014) encontraron que los estudiantes en clases que utilizaban métodos activos tenían una mejora del 6% en el rendimiento académico en comparación con aquellos en clases tradicionales. Además, estas metodologías fomentan habilidades de pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de trabajo en equipo, esenciales para el siglo XXI (Trilling & Fadel, 2009).

##### **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

###### **Historia y desarrollo del ABP**

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se originó en la década de 1960 en la Facultad de Medicina de la Universidad de McMaster en Canadá. Surgió como una respuesta a la necesidad de formar médicos con habilidades prácticas y capacidad para resolver problemas complejos en un entorno real (Barrows, 1986). Este enfoque fue diseñado para superar las limitaciones de los enfoques tradicionales de enseñanza que priorizaban la memorización y la repetición de información sin un contexto práctico.

El desarrollo inicial del ABP en la educación médica se centró en proporcionar a los estudiantes problemas clínicos complejos que debían resolver en grupos pequeños, promoviendo así el aprendizaje colaborativo y la aplicación práctica de conocimientos teóricos (Dolmans et al., 2005). Con el tiempo,

el éxito del ABP en la formación médica llevó a su adopción en una variedad de disciplinas académicas, incluida la educación matemática.

En el contexto de la educación matemática, el ABP ha sido adaptado para abordar problemas matemáticos relevantes que los estudiantes pueden encontrar en su vida diaria y futura carrera profesional. Este enfoque permite a los estudiantes desarrollar habilidades críticas de resolución de problemas, pensamiento analítico y trabajo en equipo (Hung W. Jonassen D. H. & Liu R., 2008). La implementación del ABP en matemáticas ha demostrado ser efectiva para mejorar la comprensión conceptual y la retención a largo plazo de los conocimientos adquiridos (Savery, 2006).

El ABP no solo se ha adoptado ampliamente en la educación superior, sino que también ha encontrado su camino en los niveles de educación primaria y secundaria. Investigaciones recientes han mostrado que el ABP puede motivar a los estudiantes más jóvenes a participar activamente en su aprendizaje, ya que les presenta desafíos matemáticos que deben resolver utilizando sus conocimientos previos y habilidades recién adquiridas (Hmelo-Silver, 2004).

Además, el ABP fomenta un ambiente de aprendizaje centrado en el estudiante, donde los educadores actúan como facilitadores en lugar de ser las fuentes principales de información. Este cambio de rol permite que los estudiantes asuman una mayor responsabilidad por su propio aprendizaje, promoviendo así la autonomía y la autogestión (Belland, 2017).

En resumen, el ABP ha evolucionado desde sus raíces en la educación médica hasta convertirse en una metodología pedagógica reconocida en diversos campos académicos, incluida la educación matemática. Su enfoque en la resolución de problemas del mundo real y el aprendizaje colaborativo lo convierte en una herramienta valiosa para el desarrollo de habilidades esenciales en los estudiantes (Schmidt et al., 2011).

### **Aplicaciones del ABP en la enseñanza de matemáticas**

En la enseñanza de matemáticas, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se ha implementado de manera efectiva para mejorar la comprensión conceptual y el pensamiento crítico de los estudiantes. Este enfoque se centra en presentar problemas del mundo real que los estudiantes deben resolver, lo que fomenta la aplicación práctica de los conceptos matemáticos. Los problemas son diseñados para ser

abiertos y complejos, requiriendo que los estudiantes colaboren, investiguen y utilicen su conocimiento matemático para encontrar soluciones viables (M.-L. Hung & Tsai, 2020).

### **Mejora de la Comprensión Conceptual**

Una de las principales ventajas del ABP en matemáticas es su capacidad para mejorar la comprensión conceptual. Al enfrentar problemas reales, los estudiantes deben aplicar conceptos matemáticos en contextos nuevos y diversos, lo que profundiza su comprensión y facilita la transferencia del conocimiento a situaciones prácticas. Esto contrasta con los enfoques tradicionales que suelen centrarse en la memorización de fórmulas y procedimientos sin un contexto significativo (Hmelo-Silver, 2004).

### **Desarrollo de Habilidades de Resolución de Problemas**

El ABP también es eficaz para desarrollar habilidades de resolución de problemas. Los estudiantes aprenden a abordar problemas complejos de manera sistemática, utilizando estrategias de pensamiento crítico y analítico. Este enfoque promueve la perseverancia y la capacidad de trabajar de manera independiente, habilidades esenciales tanto en matemáticas como en la vida diaria (Jonassen, 2011). Además, la colaboración entre compañeros permite el intercambio de ideas y estrategias, lo que enriquece el proceso de aprendizaje.

### **Ejemplos Prácticos en el Aula**

En la práctica, los educadores pueden implementar el ABP de diversas maneras. Por ejemplo, un problema podría involucrar la planificación de un evento comunitario, donde los estudiantes deben calcular presupuestos, gestionar recursos y optimizar horarios. Otro ejemplo podría ser el diseño de un puente, donde se apliquen principios de geometría y física para asegurar su estabilidad y eficiencia (Hmelo-Silver & Barrows, 2006).

Un estudio realizado por (Strobel & van Barneveld, 2009) encontró que los estudiantes que participaron en el ABP Experimentaron una mejora significativa en sus habilidades para resolver problemas y en su capacidad para aplicar conceptos matemáticos en situaciones nuevas. Además, estos estudiantes demostraron una mayor motivación y actitud positiva hacia el aprendizaje de matemáticas en comparación con aquellos que recibieron instrucción tradicional.

### **Integración de Tecnologías Educativas**



El uso de tecnologías educativas también ha potenciado las aplicaciones del ABP en matemáticas. Herramientas como simulaciones digitales, software de modelado matemático y plataformas de colaboración en línea permiten a los estudiantes explorar problemas complejos en un entorno interactivo y visual (Kemp et al., 2018). Estas tecnologías facilitan la visualización de conceptos abstractos y proporcionan retroalimentación inmediata, lo que mejora el aprendizaje y la retención de los estudiantes.

En resumen, el ABP en la enseñanza de matemáticas no solo mejora la comprensión conceptual y las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes, sino que también promueve la motivación y el compromiso con el aprendizaje. La integración de tecnologías educativas y la colaboración entre compañeros son elementos clave que potencian los beneficios del ABP, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos reales con confianza y competencia.

### **Resultados de Estudios Previos sobre el ABP**

Estudios han demostrado que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) puede mejorar significativamente el rendimiento académico en matemáticas. Un metaanálisis realizado por (Dochy et al., 2003) reveló que los estudiantes que participaron en cursos de ABP mostraron un mejor desempeño en la aplicación del conocimiento y en habilidades de resolución de problemas en comparación con los métodos tradicionales. Este estudio incluyó una variedad de disciplinas y niveles educativos, subrayando la efectividad del ABP en contextos diversos.

Otro estudio relevante es el realizado por (Savery, 2006), quien encontró que el ABP no solo mejora el rendimiento académico, sino que también incrementa la motivación y la satisfacción de los estudiantes. Según Savery, los estudiantes en entornos de ABP tienden a desarrollar una comprensión más profunda del material, debido a la naturaleza interactiva y centrada en el estudiante de esta metodología. Además, la colaboración y el trabajo en equipo, elementos clave del ABP, fomentan un aprendizaje más significativo y duradero.

En el contexto específico de la educación matemática, (Hmelo-Silver, 2004) destaca que el ABP promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y la capacidad de aplicar conceptos matemáticos en situaciones reales. Este enfoque permite a los estudiantes enfrentar problemas complejos y abiertos, lo que mejora su capacidad para abordar desafíos similares en el futuro. Hmelo-



Silver subraya la importancia de un facilitador competente que pueda guiar a los estudiantes a través del proceso de resolución de problemas sin intervenir directamente, permitiendo que los estudiantes tomen el control de su propio aprendizaje.

Un estudio más reciente realizado por (W. Hung et al., 2003) también respalda estos hallazgos. Este estudio encontró que los estudiantes de matemáticas que participaron en cursos de ABP mostraron una mejora significativa en su capacidad para resolver problemas y en su comprensión conceptual. Los autores argumentan que el ABP es particularmente efectivo para enseñar matemáticas debido a la naturaleza lógica y estructurada de la disciplina, que se presta bien a la resolución de problemas basada en la investigación y la indagación.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de (Walker & Leary, 2009), quienes realizaron una revisión sistemática de la literatura sobre el ABP en la educación superior. Su análisis mostró que los estudiantes que participan en el ABP tienden a tener una mayor retención del conocimiento y son más capaces de transferir lo aprendido a nuevos contextos. Además, Walker y Leary encontraron que el ABP es eficaz para desarrollar habilidades de trabajo en equipo y comunicación, que son cruciales para el éxito en cualquier disciplina.

En resumen, la evidencia empírica sugiere que el ABP es una metodología efectiva para mejorar el rendimiento académico y desarrollar habilidades críticas en matemáticas. Los estudios indican que los estudiantes no solo adquieren logran un conocimiento más profundo y duradero y también desarrollan habilidades cruciales para la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Estas ventajas hacen del ABP una opción pedagógica valiosa para la enseñanza de matemáticas en todos los niveles educativos. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj)

### **Historia y Desarrollo del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj)**

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) tiene sus raíces en la pedagogía progresiva de principios del siglo XX, particularmente en las teorías de (Dewey, 1938) abogaba por un enfoque educativo centrado en la experiencia y la investigación activa, donde el aprendizaje se producía a través de la interacción con el entorno y la resolución de problemas reales. Kilpatrick, un contemporáneo de Dewey, desarrolló el concepto de "proyecto" como una unidad de trabajo educativa en la que los estudiantes se involucraban en tareas completas que tenían sentido y relevancia para ellos (Kilpatrick, 1918).



El ABPj se popularizó como una metodología que permite a los estudiantes aprender haciendo, involucrándolos en proyectos complejos que requieren la aplicación de diversas habilidades y conocimientos. Esta metodología ha sido adoptada y adaptada a lo largo de los años en diferentes contextos educativos, desde la educación básica hasta la educación superior, debido a su capacidad para fomentar la participación activa, la colaboración y el pensamiento crítico (Thomas, 2000).

En las últimas décadas, el ABPj ha ganado un reconocimiento considerable como una metodología efectiva para el desarrollo de habilidades del siglo XXI. Esto incluye competencias tales como la comunicación, la colaboración, la creatividad y la resolución de problemas complejos. La implementación del ABPj en la enseñanza de matemáticas ha demostrado ser particularmente beneficiosa, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera profunda y contextualizada (Larmer et al., 2015).

Estudios recientes han reafirmado la efectividad del ABPj en diversos contextos educativos. Por ejemplo, un estudio de (Boaler, 2002) mostró que los estudiantes que aprendieron matemáticas a través de proyectos demostraron una comprensión más profunda y retención a largo plazo del material en comparación con aquellos que aprendieron a través de métodos tradicionales. Este enfoque también ha sido relacionado con un aumento en la motivación y el compromiso de los estudiantes, ya que les permite ver la relevancia y aplicación práctica de las matemáticas en el mundo real (Condliffe, 2017).

El ABPj también se ha beneficiado del avance de la tecnología educativa, que ha facilitado la creación y gestión de proyectos complejos. Herramientas digitales como plataformas de gestión de proyectos, aplicaciones de colaboración en línea y recursos multimedia han ampliado las posibilidades de implementación del ABPj, haciendo que esta metodología sea más accesible y efectiva ((Krajcik et al., 2023).

### **Aplicaciones del ABPj en la Enseñanza de Matemáticas**

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) ha demostrado ser una metodología altamente efectiva en la enseñanza de matemáticas, permitiendo una comprensión más profunda y relevante de los conceptos matemáticos. En el contexto del ABPj, los estudiantes se involucran en proyectos complejos que integran múltiples conceptos matemáticos y los aplican a situaciones reales. Este enfoque no solo



enriquece el aprendizaje, sino que también fomenta habilidades críticas como la colaboración, la creatividad y la resolución de problemas (Larmer et al., 2015).

En la práctica, el ABPj en matemáticas puede tomar diversas formas. Por ejemplo, los estudiantes pueden desarrollar modelos matemáticos para resolver problemas del mundo real, como optimizar rutas de transporte, analizar datos demográficos o diseñar estructuras arquitectónicas. Este enfoque permite a los estudiantes ver la relevancia y aplicación práctica de las matemáticas en su vida cotidiana y en diferentes profesiones(Boaler, 2016). Además, proyectos como la creación de encuestas estadísticas, la construcción de gráficos y la elaboración de estudios de casos proporcionan oportunidades para que los estudiantes apliquen una amplia gama de conceptos matemáticos en un solo proyecto.

Un estudio realizado por (Harmer & Stokes, 2016) mostró que los estudiantes que participaron en proyectos matemáticos desarrollaron una comprensión más profunda de los conceptos y una mayor capacidad para transferir ese conocimiento a nuevas situaciones. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que sugieren que el ABPj puede mejorar la retención de conocimientos y incrementando la motivación de los estudiantes al hacer el aprendizaje más pertinente y significativo (Thomas, 2000).

La integración de la tecnología también juega un papel crucial en el ABPj en matemáticas. Herramientas digitales como software de simulación, aplicaciones de modelado matemático y plataformas de colaboración en línea facilitan la creación y gestión de proyectos complejos. Estas tecnologías no solo apoyan el aprendizaje autónomo, sino que también permiten a los estudiantes colaborar de manera más efectiva y acceder a recursos globales (Krajcik et al., 2023).

Por ejemplo, un proyecto de ABPj podría involucrar a estudiantes en la investigación de un problema ambiental local, utilizando estadísticas para analizar datos de calidad del aire y creando modelos predictivos para proponer soluciones. Este tipo de proyectos no solo refuerza los conceptos matemáticos, sino que también desarrolla habilidades interdisciplinarias y un sentido de responsabilidad social (Condliffe, 2017).

### **Resultados de Estudios Previos sobre el ABPj**

Investigaciones han demostrado que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) puede incrementar de manera considerable la motivación y el compromiso de los estudiantes, además de mejorar su



rendimiento académico. Por ejemplo, un estudio de (Parker et al., 2011) encontró que los estudiantes que participaron en proyectos matemáticos mostraron una mayor comprensión de los conceptos y una mayor capacidad para aplicar su conocimiento en nuevos contextos. Estos resultados sugieren que el ABPj no solo facilita el aprendizaje profundo, sino que también ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades transferibles que son esenciales para el éxito académico y profesional.

Otra investigación realizada por (Blumenfeld et al., 1991) destacó que el ABPj promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Los estudiantes involucrados en proyectos tienden a explorar temas con mayor profundidad y a formular preguntas más complejas, lo que contribuye a una comprensión más integral del material. Este enfoque fomenta un aprendizaje activo y constructivo, donde los estudiantes construyen su propio conocimiento a través de la experiencia y la investigación.

Un estudio más reciente de (Condliffe, 2017) confirmó estos hallazgos, indicando que el ABPj puede mejorar la retención del conocimiento a largo plazo. Los estudiantes que participaron en proyectos mostraron una mayor capacidad para recordar y aplicar lo aprendido, en comparación con aquellos que siguieron métodos tradicionales de enseñanza. Este estudio también señaló que el ABPj puede ser particularmente beneficioso para estudiantes de entornos desfavorecidos, ya que les proporciona oportunidades para aprender de manera más significativa y relevante.

Además, la investigación de (Larmer et al., 2015) sugiere que el ABPj puede aumentar la motivación intrínseca de los estudiantes. Los proyectos bien diseñados permiten a los estudiantes ver la relevancia de lo que están aprendiendo, lo que puede aumentar su interés y entusiasmo por la materia. Este aumento en la motivación puede llevar a una mayor participación y esfuerzo, lo que a su vez mejora el rendimiento académico.

Otro estudio realizado por (Harmer & Stokes, 2016) encontró que el ABPj puede mejorar las habilidades de colaboración y comunicación de los estudiantes. Al trabajar en proyectos en equipo, los estudiantes aprenden a compartir ideas, negociar roles y responsabilidades, y resolver conflictos de manera constructiva. Estas competencias son cruciales no solo para lograr el éxito académico, sino también para la vida profesional y personal.



En resumen, la evidencia empírica respalda la efectividad del ABPj en la enseñanza de las matemáticas. Esta metodología no solo mejora la comprensión conceptual y la retención del conocimiento, sino que también fomenta habilidades críticas como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y la comunicación. Los estudios revisados indican que el ABPj puede ser una herramienta poderosa para transformar la educación matemática, haciendo que el aprendizaje sea más significativo, relevante y motivador para los estudiantes.

### **Comparación entre ABP y ABPj**

#### **Diferencias clave entre ABP y ABPj.**

Aunque el ABP y el ABPj comparten la premisa de centrarse en el estudiante y utilizar problemas o proyectos como herramientas de aprendizaje, difieren en su enfoque y ejecución. El ABP generalmente utiliza problemas específicos y detallados que los estudiantes deben resolver, mientras que el ABPj implica proyectos más amplios y complejos que pueden integrar múltiples disciplinas y habilidades ((Blumenfeld et al., 1991).

#### **Ventajas y desventajas de cada metodología.**

El ABP es efectivo para desarrollar habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico en contextos específicos, pero puede ser limitado en su alcance debido a su enfoque en problemas individuales. Por otro lado, el ABPj fomenta una comprensión más holística y la aplicación de conocimientos en contextos diversos, aunque requiere más tiempo y recursos para su implementación (Bell, 2010). Ambos enfoques tienen el potencial de transformar la enseñanza de las matemáticas, pero su efectividad puede depender del contexto y las necesidades específicas de los estudiantes y educadores.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño de la Investigación**

#### **Enfoque metodológico: cualitativo y cuantitativo.**

El estudio adopta un enfoque metodológico mixto que combina métodos tanto cualitativos como cuantitativos para obtener una visión completa de los efectos del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) en la enseñanza de las matemáticas. Este enfoque



permite no solo medir el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes, sino también explorar sus experiencias y percepciones (Creswell & Creswell, 2018).

### **Tipo de estudio: comparativo y exploratorio.**

Se trata de un estudio comparativo y exploratorio. La comparación entre ABP y ABPj proporcionará información sobre las diferencias y similitudes en su efectividad, mientras que la naturaleza exploratoria permitirá identificar factores contextuales y específicos que influyen en la implementación y los resultados de estas metodologías (Yin, 2017).

### **Población y Muestra**

#### **Descripción de los participantes (docentes de educación secundaria).**

La población del estudio está compuesta por docentes de educación secundaria de varias instituciones educativas. Estos docentes tienen entre 24 y 57 años y brindan clases en cursos de matemáticas.

#### **Criterios de selección de la muestra.**

La muestra se seleccionó utilizando un muestreo estratificado para asegurar la representación de diferentes niveles de habilidad en matemáticas y diversos contextos socioeconómicos. Se incluyeron tanto docentes de escuelas urbanas como rurales para obtener una perspectiva más amplia (Etikan et al., 2016).

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **Cuestionarios y encuestas.**

Se utilizaron cuestionarios estandarizados para recopilar datos cuantitativos sobre el rendimiento académico y la motivación de los docentes. Estos cuestionarios incluyen escalas Likert para evaluar actitudes y percepciones (Devellis, 2016).

#### **Observaciones en el aula.**

Las observaciones no participantes se llevaron a cabo para documentar las interacciones en el aula, el comportamiento de los estudiantes y la implementación de las metodologías ABP y ABPj. Se utilizó una lista de verificación estructurada para garantizar la consistencia en la recolección de datos (Patton, 2015).

#### **Entrevistas con docentes y estudiantes.**



Se realizaron entrevistas semiestructuradas con docentes y estudiantes para obtener información cualitativa sobre sus experiencias y percepciones respecto a las metodologías utilizadas. Las entrevistas se grabaron y transcribieron para su posterior análisis (Kvale & Brinkmann, 2015).

## **Procedimiento**

### **Descripción del proceso de implementación de ABP y ABPj en las aulas.**

El estudio se desarrolló en dos fases: en la primera fase, los docentes recibieron formación sobre ABP y ABPj. En la segunda fase, se implementaron estas metodologías en las aulas durante un semestre académico. Los docentes aplicaron el ABP en algunas clases y el ABPj en otras, permitiendo una comparación directa (Bell, 2010); (Barrows, 1986)).

### **Cronograma del estudio.**

El cronograma del estudio incluyó:

- Formación de docentes: 1 mes
- Implementación de metodologías: 4 meses
- Recolección de datos: 1 mes
- Análisis de datos: 2 meses

### **Análisis de Datos**

Métodos estadísticos para el análisis cuantitativo (por ejemplo, ANOVA, regresión). Los datos cuantitativos se analizaron utilizando métodos estadísticos como el Análisis de Varianza (ANOVA) para comparar las medias entre grupos y regresiones múltiples para examinar las relaciones entre variables (Field, 2013).

### **Análisis temático para los datos cualitativos.**

Los datos cualitativos de las entrevistas y observaciones se analizaron mediante análisis temático. Este proceso involucró la codificación de los datos para identificar patrones y temas recurrentes, proporcionando una comprensión profunda de las experiencias y percepciones de los participantes (Braun & Clarke, 2006).

## **ANÁLISIS Y RESULTADOS**

El análisis de los datos recopilados a través de la encuesta proporciona una comprensión detallada sobre la efectividad y los desafíos del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) en la enseñanza de las matemáticas. Aquí se detallan los resultados clave del estudio:

### **Experiencia General con ABP y ABPj**

En cuanto a la experiencia general con el ABP, un 23.3% de los docentes calificaron su experiencia como muy positiva, un 59.9% como positiva, un 15.3% como neutral, y un 1.5% como negativa. Ningún docente reportó una experiencia muy negativa. Por otro lado, la experiencia general con el ABPj mostró que un 19.3% de los docentes tuvieron una experiencia muy positiva, un 61.4% positiva, un 15.3% neutral, un 3.5% negativa, y un 0.5% muy negativa. Estos resultados indican que tanto el ABP como el ABPj son bien recibidos por los docentes, aunque el ABPj muestra una mayor proporción de experiencias positivas.

### **Impacto en el Rendimiento Académico**

Respecto al impacto en el rendimiento académico, los datos muestran que para el ABP, un 9.4% de los docentes reportaron un impacto muy alto, un 41.1% alto, un 40.6% moderado, un 7.9% bajo y un 1% muy bajo. Para el ABPj, un 11.4% de los docentes indicaron un impacto muy alto, un 44.6% alto, un 34.2% moderado, un 8.9% bajo y un 1% muy bajo. Ambas metodologías tienen un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, con el ABPj mostrando un impacto ligeramente mayor.

### **Motivación y Participación Estudiantil**

En términos de motivación, un 16.8% de los docentes consideraron que el ABP mejora la motivación de los estudiantes en gran medida, un 50% en buena medida, un 25.7% en cierta medida, un 7.4% en poca medida, y un 0.1% en ninguna medida. Para el ABPj, un 23.3% de los docentes indicaron que mejora la motivación en gran medida, un 49.5% en buena medida, un 17.8% en cierta medida, un 8.9% en poca medida, y un 0.5% en ninguna medida. Los datos revelan que el ABPj es más efectivo en mejorar la motivación de los estudiantes en comparación con el ABP.

En cuanto a la participación activa en el aula, un 36.1% de los docentes consideraron que el ABP fomenta la participación activa, un 41.1% indicaron que el ABPj lo hace, un 18% creen que ambas metodologías fomentan la participación por igual, y un 4.8% piensan que ninguna de las dos lo hace.



El ABPj nuevamente se destaca como más efectivo para fomentar la participación activa en el aula de matemáticas.

### **Dificultades en la Implementación**

Las principales dificultades para ambas metodologías son la falta de recursos y el tiempo necesario para la preparación de las actividades. En el caso del ABP, un 53% de los docentes mencionaron la falta de recursos como la mayor dificultad, un 14.9% la resistencia de los estudiantes, un 10.9% la falta de formación docente y un 18.8% el tiempo de preparación. Para el ABPj, un 50.5% de los docentes señalaron la falta de recursos, un 17.3% la resistencia de los estudiantes, un 13.9% la falta de formación docente y un 16.3% el tiempo de preparación.

### **Necesidades de Formación**

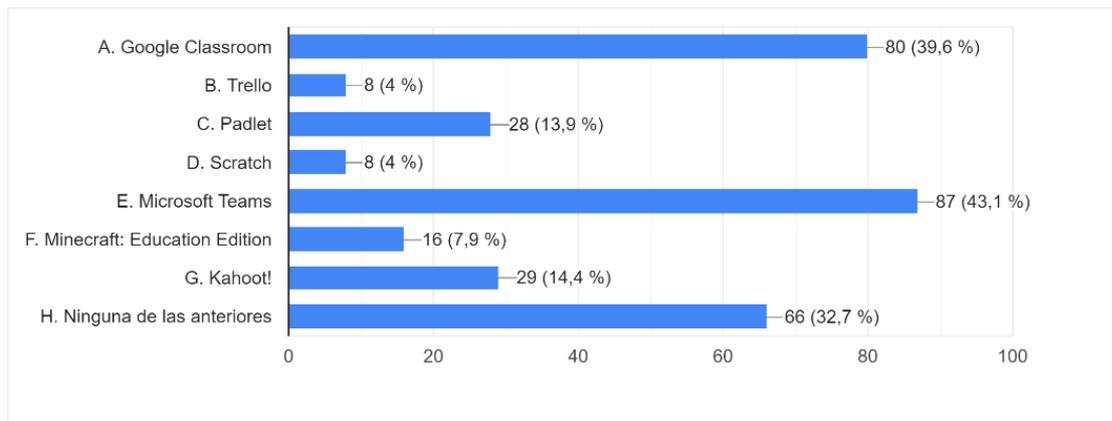
La mayoría de los docentes señala la necesidad de talleres prácticos como la forma más útil de formación adicional para mejorar la implementación del ABP y ABPj, con un 70.3%. Otros formatos incluyen seminarios y conferencias (13.9%), cursos en línea (12.4%), y mentoría y coaching (3.5%).

### **Herramientas Utilizadas**

La adopción de herramientas digitales es común en ambas metodologías, facilitando la implementación de actividades basadas en problemas y proyectos. Para el ABPj, las herramientas más utilizadas son Google Classroom (39.6%) y Microsoft Teams (43.1%). En el caso del ABP, Moodle (24.8%) y Canvas (32.2%) son las más mencionadas. Fig 1.

Los resultados de este estudio indican que tanto el ABP como el ABPj son metodologías efectivas para mejorar el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes en matemáticas. Sin embargo, el ABPj parece ser ligeramente más efectivo en términos de impacto general y motivación estudiantil. A pesar de los desafíos, como la falta de recursos y la necesidad de tiempo de preparación, los beneficios potenciales de estas metodologías justifican su adopción y expansión en la educación matemática. La inversión en formación docente y recursos adecuados es crucial para maximizar el impacto positivo de estas metodologías activas.

**Figura 1.** Herramientas específicas utilizadas en el aula cuando implementas Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj)



## DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación proporcionan una visión integral sobre la eficacia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) en la instrucción de matemáticas, destacando tanto sus beneficios como los desafíos en su implementación.

### Experiencia General con ABP y ABPj

La mayoría de los encuestados reportó experiencias positivas con ambas metodologías. El 59.9% calificó su experiencia con el ABP como positiva o muy positiva, mientras que el 61.4% tuvo una experiencia similar con el ABPj. Esto sugiere que ambas metodologías son bien recibidas por los docentes, aunque el ABPj parece tener una ligera ventaja en términos de aceptación general.

### Impacto en el Rendimiento Académico

Ambas metodologías mostraron un impacto considerable en el rendimiento académico de los estudiantes. El 41.1% de los encuestados reportó que el ABP tiene un impacto moderado en el rendimiento, con un 7.9% indicando un impacto alto y un 9.4% muy alto. En comparación, el ABPj fue considerado más efectivo, con el 44.6% de los docentes indicando un impacto moderado y un 20.3% reportando un impacto alto o muy alto. Estos resultados sugieren que el ABPj puede ser ligeramente más efectivo para mejorar el rendimiento académico en matemáticas.

### Motivación y Participación Estudiantil

La motivación es un factor crucial en la educación, y aquí el ABPj nuevamente muestra resultados favorables. El 49.5% de los docentes señaló que el ABPj mejora la motivación de los estudiantes en

gran medida, comparado con el 16.8% que reportó el mismo impacto para el ABP. Además, el ABPj fue considerado más efectivo en fomentar la participación activa de los estudiantes, con el 41.1% de los encuestados prefiriendo esta metodología frente al 36.1% que indicó que ambas metodologías fomentan la participación por igual.

### **Dificultades en la Implementación**

A pesar de sus beneficios, ambas metodologías enfrentan desafíos significativos. La falta de recursos fue la principal dificultad reportada para ambas metodologías (53% para ABP y 50.5% para ABPj). Además, el tiempo de preparación necesario para implementar estas metodologías fue una barrera importante (18.8% para ABP y 16.3% para ABPj). También se destacó la necesidad de formación docente adecuada, con el 10.9% de los docentes indicando esta carencia para el ABP y el 13.9% para el ABPj.

### **Necesidades de Formación**

Para mejorar la implementación de estas metodologías, la mayoría de los encuestados (70.3%) expresó la necesidad de talleres prácticos, seguidos por seminarios y conferencias (13.9%). Estos datos subrayan la importancia de proporcionar oportunidades de desarrollo profesional continuo y específico para los docentes.

### **Herramientas Utilizadas en el Aula**

En cuanto a las herramientas específicas utilizadas, los docentes reportaron un uso variado de tecnologías para implementar ambas metodologías. Para el ABPj, las herramientas más comunes fueron Google Classroom (39.6%) y Microsoft Teams (43.1%). Para el ABP, Moodle (24.8%) y Canvas (32.2%) fueron las más utilizadas. Esto refleja una integración creciente de herramientas digitales en la educación matemática, facilitando la implementación de metodologías activas.

Los hallazgos de este estudio indican que tanto el ABP como el ABPj son metodologías efectivas para mejorar el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes en matemáticas. Sin embargo, el ABPj parece ofrecer una ligera ventaja en términos de impacto general. A pesar de los desafíos significativos, como la falta de recursos y la necesidad de formación docente, los beneficios potenciales de estas metodologías justifican su adopción y expansión en la educación matemática. Es crucial que

las instituciones educativas inviertan en la formación continua de los docentes y en el suministro de recursos adecuados para maximizar el impacto positivo de estas metodologías activas.

## CONCLUSIONES

El estudio sobre las metodologías activas en la enseñanza de matemáticas, específicamente la comparación entre el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj), revela importantes hallazgos sobre su efectividad y los desafíos asociados. Los datos recopilados indican que ambas metodologías son bien recibidas por los docentes y tienen un impacto positivo en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes. Sin embargo, el ABPj muestra una ligera ventaja en términos de motivación y participación activa en el aula. La experiencia general de los docentes con el ABP y el ABPj es mayoritariamente positiva, aunque el ABPj presenta una mayor proporción de experiencias muy positivas. En cuanto al impacto en el rendimiento académico, ambos enfoques muestran resultados similares, con una ligera superioridad del ABPj. Los docentes reportan que el ABPj mejora la motivación de los estudiantes en mayor medida que el ABP, lo que sugiere que la naturaleza de los proyectos puede ser más atractiva para los estudiantes. A pesar de estos beneficios, la implementación de ambas metodologías presenta desafíos significativos. La falta de recursos y el tiempo necesario para la preparación de las actividades son los principales obstáculos mencionados por los docentes. Además, la falta de formación específica también es un problema recurrente, subrayando la necesidad de programas de desarrollo profesional enfocados en estas metodologías. El uso de herramientas digitales es común en la implementación de ambas metodologías, lo que facilita la gestión y ejecución de las actividades de aprendizaje. No obstante, la eficacia de estas herramientas está altamente condicionada por la infraestructura tecnológica disponible y por el nivel de competencia técnica digital de los docentes. Para avanzar en la comprensión y mejora de las metodologías activas en la enseñanza de matemáticas, se proponen varias áreas para futuros estudios. Investigaciones longitudinales que sigan a los estudiantes durante varios años podrían proporcionar una visión más completa del impacto de las metodologías activas en el desarrollo académico y personal. Ampliar la investigación a diferentes contextos educativos y culturales evaluaría la aplicabilidad y efectividad del ABP y el ABPj en diversas realidades. Es crucial investigar el impacto de diferentes tipos de formación docente en la efectividad de la implementación de ABP y ABPj, explorando qué enfoques de desarrollo



profesional son más efectivos. Evaluar el papel de la tecnología y los recursos educativos en la implementación exitosa de estas metodologías, incluyendo estudios sobre la integración de nuevas herramientas digitales, es fundamental. También es necesario desarrollar y validar instrumentos de evaluación que capten de manera más precisa los aprendizajes logrados a través de ABP y ABPj, incluyendo habilidades blandas como la colaboración y el pensamiento crítico. Finalmente, incluir de manera más prominente la voz de los estudiantes en la investigación, explorando sus percepciones y experiencias con estas metodologías, puede ayudar a ajustar y mejorar su implementación. En conclusión, mientras que tanto el ABP como el ABPj muestran un gran potencial para mejorar la enseñanza de las matemáticas, la superación de los desafíos identificados y la profundización en la investigación pueden conducir a una aplicación más efectiva y generalizada de estas metodologías activas. La inversión en formación docente y recursos adecuados será clave para maximizar sus beneficios en el entorno educativo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Med. Educ.*, 20(6), 481–486.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. \*The Clearing House: A Journal of Educational Strategies. Issues and Ideas\*, 83(2), 39–43.
- Belland, B. R. (2017). *Instructional scaffolding in STEM education: Strategies and efficacy evidence*.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Pal-Incsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. \*Educational Psychologist\*, 26(3–4), 369–398.
- Boaler, J. (2002). *Experiencing School Mathematics: Traditional and Reform Approaches to Teaching and Their Impact on Student Learning*.
- Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching*. Jossey-Bass.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qual. Res. Psychol.*, 3(2), 77–101.
- Condliffe, B. (2017). *Project-Based Learning: A Literature Review. Working Pa-per*.



- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *\*Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches\**. Sage publications.
- Devellis, R. F. (2016). *\*Scale Development: Theory and Applications\**. SAGE Publications.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. The Macmillan company.
- Dochy, F., Segers, M., Van Den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *\*Learning and Instruction\**, 13, 533–568.
- Dolmans, D. H. J. M., De Grave, W., Wolfhagen, I. H. A. P., & van der Vleuten, C. P. M. (2005). Problem-based learning: future challenges for educational practice and research. *Med. Educ.*, 39(7), 732–741.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *\*American Journal of Theoretical and Applied Statistics\**, 5(1), 1–4.
- Field, A. (2013). *\*Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics\**. SAGE Publications.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 111(23), 8410–8415.
- Grootenboer, P., & Marshman, M. (2016). *Mathematics, affect and learning: Middle school students' beliefs and attitudes about mathematics education*. Springer Singapore.
- Harmer, N., & Stokes, A. (2016). The Benefits and Challenges of Project-Based Learning: A Review of the Literature. *The Plymouth Student Scientist*, 9(1), 109–120.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educ. Psychol. Rev.*, 16(3), 235–266.
- Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. (2006). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdiscip. J. Probl.-Based Learn.*, 1(1).
- Hung, M.-L., & Tsai, C.-W. (2020). Problem-based learning in teacher education: Edited by Margot Filipenko and Jo-Anne Naslund, Switzerland, Springer International Publishing, 2016, 241 pp., \$139 (hardcover), ISBN 978-3-319-02002-0. *High. Educ. Res. Dev.*, 39(5), 1070–1072.



- Hung, W., Bailey, J. H., & Jonassen, D. H. (2003). Exploring the tensions of problem-based learning: Insights from research. *\*New Directions for Teaching and Learning\**, 13–23.
- Hung W. Jonassen D. H. & Liu R. (2008). Problem-based learning. *\*Handbook of research on educational communications and technology*. In *Springer.com*.
- Jonassen, D. (2011). Supporting problem solving in PBL. *Interdiscip. J. Probl.-Based Learn.*, 5(2).
- Kemp, N., Grieve, R., & Mathews, J. (2018). Online teaching: tools and techniques to achieve high student engagement and interaction. *\*Journal of University Teaching & Learning Practice\**, 15(1).
- Kilpatrick, W. H. (1918). The Project Method: The Use of the Purposeful Act in the Educative Process. *Teachers College Record*, 19(4), 319–335.
- Krajcik, J., Schneider, B., Miller, E. A., Chen, I.-C., Bradford, L., Baker, Q., Bartz, K., Miller, C., Li, T., Codere, S., & Peek-Brown, D. (2023). Assessing the effect of project-Based Learning on science learning in elementary schools. *Am. Educ. Res. J.*, 60(1), 70–102.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *\*Interviews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*. SAGE Publications.
- Larmer, J., Mergendoller, J. R., & Boss, S. (2015). Setting the Standard for Project Based Learning. *ASCD*.
- Parker, W. C., Mosborg, S., Bransford, J., Vye, N., Wilkerson, M., & Abbott, R. (2011). *Rethinking Advanced High School Coursework: Tackling the Depth/Breadth Tension in the AP “US Government and Politics” Course*.
- Patton, M. Q. (2015). *\*Qualitative Research & Evaluation Methods*. SAGE Publications.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *\*Journal of Engineering Education\**, 93(3), 223–231.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *\*Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning\**, 1(1), 9–20.
- Schmidt, H. G., Rotgans, J. I., & Yew, E. H. J. (2011). The process of problem-based learning: what works and why: What works and why in problem-based learning. *Med. Educ.*, 45(8), 792–806.



- Strobel, J., & van Barneveld, A. (2009). When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *Interdiscip. J. Probl.-Based Learn.*, 3(1).
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. Auto-desk Foundation.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Walker, A., & Leary, H. (2009). A problem-based learning meta-analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels. *\*Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning\**, 3(1), 6–28.
- Yin, R. K. (2017). *\*Case Study Research and Applications: Design and Methods*. SAGE Publications.

