

Estrategias pedagógicas innovadoras para el desarrollo de competencias matemáticas en educación secundaria: revisión sistemática

Innovative pedagogical strategies for the development of mathematical skills in secondary education: a systematic review

Estratégias pedagógicas inovadoras para o desenvolvimento de habilidades matemáticas em educação secundária: uma revisão sistemática

Mg. Edita Janet Yupanqui Floriano, <https://orcid.org/0000-0002-0110-1458>

Universidad César Vallejo Perú

Autor para correspondencia: eyupanquifl@ucvvirtual.edu.pe

RESUMEN

El estudio que se presenta analiza la evidencia científica sobre la efectividad de las estrategias pedagógicas innovadoras en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de educación secundaria. Se realiza una revisión sistemática de enfoque descriptivo siguiendo lineamientos PRISMA. Se incluyeron 35 estudios cuasi-experimentales publicados entre 2021 y 2025, indexados en Scopus, ERIC, Web of Science, Scielo y ProQuest. Los estudios compararon estrategias pedagógicas innovadoras con métodos tradicionales y evaluaron resultados cognitivos mediante pruebas de rendimiento matemático. La calidad metodológica fue analizada mediante listas de verificación del Joanna Briggs Institute. Como resultado se observa que el 85.7% reportó efectos favorables en competencias matemáticas, el 11.4% presentó resultados intermedios y solo el 2.9% resultados desfavorables. Las estrategias más frecuentes fueron las mediadas por recursos estructurantes (40.0%), como plataformas digitales, software matemático y representaciones visuales, y el aprendizaje basado en problemas (37.1%), orientado a la resolución de situaciones contextualizadas. La asignatura más abordada fue matemática general (54.3%), seguida de geometría (28.6%). Los resultados cognitivos evidenciaron mejoras significativas en rendimiento matemático, comprensión conceptual, alfabetización matemática y resolución de problemas, con tamaños del efecto mayoritariamente moderados a grandes. Se concluye que la evidencia empírica respalda de manera consistente la eficacia de las estrategias pedagógicas innovadoras para el desarrollo de competencias matemáticas en educación secundaria, especialmente aquellas mediadas por recursos estructurantes y enfoques basados en problemas, consolidándose como alternativas superiores a la enseñanza tradicional.

Palabras clave: Educación secundaria, enseñanza de las matemáticas, aprendizaje activo, innovación educativa.

ABSTRACT

The study that is presented analyzes the scientific evidence about the effectiveness of the strategies pedagogic innovators in the development of mathematical competitions in students of secondary education. He/she is carried out a systematic revision of descriptive focus following limits PRISM. 35 quasi-experimental studies were included published between 2021 and 2025, indexados in Scopus, ERIC, Web of Science, Scielo and ProQuest. The studies compared strategies pedagogic innovators with traditional methods, and they evaluated cognitivos by means of tests of mathematical yield. The methodological quality was analyzed by means of clever of verification of the Joanna Briggs Institute. As a result, it is observed that, 85.7% reported favorable effects in mathematical competitions, 11.4% presented results intermediate and alone 2.9% unfavorable results. The most frequent strategies were the half-filled ones for resources estructurantes (40.0%), as digital platforms, mathematical software and visual representations, and the learning based on problems (37.1%), guided to the resolution of situations contextualizadas. The approached subject was mathematical general (54.3%), followed by geometry (28.6%). The results cognitivos evidenced significant improvements in mathematical

yield, conceptual understanding, mathematical literacy, and resolution of problems, with sizes of the effect for the most part moderate to big. You conclude that the empiric evidence supports in a consistent way the effectiveness of the strategies pedagogic innovators for the development of mathematical competitions in secondary education, especially those half-filled ones for resources estructurantes and focuses based on problems, consolidating as superior alternatives to the traditional teaching.

Keywords: Secondary education, teaching of the mathematics, active learning, educational innovation.

RESUMO

O estudo que é apresentado analisa a evidência científica sobre a efetividade das estratégias os inovadores pedagógicos no desenvolvimento de competições matemáticas em estudantes de educação secundária. He/she is levado fora uma revisão sistemática de foco descritivo PRISMA de limites seguinte. foram incluídos 35 estudos quasi-experimentais publicado entre 2021 e 2025, indexados em Scopus, ERIC, Web de Ciência, Scielo e ProQuest. Os estudos compararam estratégias os inovadores pedagógicos com métodos tradicionais, e eles avaliaram cognitivos por meio de testes de rendimento matemático. A qualidade metodológica foi analisada por meio de inteligente de verificação do Joanna Briggs Instituto. Como resultado, é observado que, 85.7% informaram efeitos favoráveis em competições matemáticas, 11.4% apresentaram resultados intermedeiam e só 2.9% resultados desfavoráveis. As estratégias mais freqüentes eram o meio-cheio para estructurantes de recursos (40.0%), como plataformas digitais, software matemático e representações visuais, e a aprendizagem baseado em problemas (37.1%), guiou à resolução de contextualizadas de situações. O assunto se aproximado era o general matemático (54.3%), seguiu através de geometria (28.6%). O cognitivos de resultados comprovaram melhorias significantes em rendimento matemático, alfabetização compreensiva, matemática conceitual, e resolução de problemas, com tamanhos do efeito a maior parte moderado para grande. Você conclui que os apoios de evidência empíricos de um modo consistente a efetividade das estratégias os inovadores pedagógicos para o desenvolvimento de competições matemáticas em educação secundária, especialmente esse meio-cheio para estructurantes de recursos e focos baseado em problemas, consolidando como alternativas superiores ao ensino tradicional.

Palavras-chave: Educação secundária, ensinando da matemática, aprendizagem ativa, inovação educacional.

Recibido: 2/4/2025 Aprobado: 30/4/2026

Introducción

Las matemáticas son una disciplina que explora patrones, relaciones lógicas, cantidades y estructuras (Dimasindel, 2025). Frecuentemente reconocidas como la ciencia que estudia los patrones y las formas de orden, las matemáticas resultan esenciales en múltiples ámbitos, entre ellos la ciencia, la ingeniería, la informática, la economía y muchas otras áreas del conocimiento (Kandel *et al.*, 2015). Cumplen un rol esencial en el fortalecimiento del razonamiento lógico, el pensamiento analítico y la capacidad de los estudiantes para resolver problemas. Al ser un pilar del currículo escolar, contribuyen decisivamente al desarrollo de habilidades cognitivas que influyen en el rendimiento académico y en la preparación profesional. Con el paso del tiempo, los sistemas educativos han ido ajustándose a nuevas demandas, exigiendo que los docentes se actualicen y mejoren sus métodos de enseñanza. Estos cambios son fundamentales para responder a las reformas curriculares y ofrecer experiencias de aprendizaje que realmente conecten con las diversas necesidades del estudiante (Dimasindel, 2025).

Según la literatura, los estudiantes suelen encontrar dificultades constantes en el área de matemáticas, sobre todo al usar fórmulas y propiedades, al interpretar correctamente los ejercicios y al lidiar con problemas de lenguaje vinculados con la lengua en la que reciben la enseñanza (Fathi *et al.*, 2025). Estas dificultades poseen múltiples causas: desde la complejidad de ciertos conceptos y la falta de bases sólidas, hasta una preparación insuficiente en casa o problemas de razonamiento. Todo ello puede generar ideas equivocadas y vacíos que acompañan al estudiante durante su formación. Por tanto, enseñar matemáticas en secundaria implica no solo entender cómo piensan los alumnos, sino también cómo se sienten frente a una materia que, para muchos, parece reducirse a memorizar reglas y procedimientos (Wells, 2015).

En los últimos años se ha vuelto más clara la necesidad de incorporar técnicas de enseñanza innovadoras sobre todo en la educación secundaria, etapa en la que los estudiantes se enfrentan a ideas matemáticas más complejas. Los enfoques tradicionales, basados principalmente en la memorización y en un aprendizaje pasivo, suelen resultar insuficientes para motivarlos, lo que termina reflejándose en una menor participación, interés y desempeño en la asignatura (Janardhanan & Charles, 2024).

A medida que los enfoques educativos hacia modelos más centrados en el estudiante han cobrado fuerza,

metodologías innovadoras como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo cooperativo y el uso de la tecnología han ganado terreno. Estas estrategias no solo impulsan el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas, sino que también se ajustan a distintas formas de aprender, haciendo que las matemáticas resulten más accesibles y agradables para los alumnos. La efectividad de estos métodos para mejorar el rendimiento en matemáticas se ha convertido en un tema de gran interés tanto para docentes como para investigadores (Kossybayeva *et al.*, 2022).

En el contexto global, hay varios casos favorables sobre la aplicación de estas estrategias pedagógicas innovadoras, como los siguientes estudios realizados en Nigeria. Egara y Mosimege (2024) demostraron que la metodología de aula invertida elevó tanto el interés como el rendimiento en matemáticas de un grupo de estudiantes de secundaria, superando la enseñanza tradicional. Por su parte, Awofala y Olaniyi (2023) evidenciaron que la evaluación formativa mejora de manera notable el rendimiento matemático en estudiantes de secundaria, sin diferencias entre hombres y mujeres. Sus hallazgos respaldan la necesidad de promover políticas y prácticas docentes que integren la evaluación formativa continua como una herramienta clave para fortalecer el aprendizaje.

También en Nigeria, Sulaimon *et al.* (2023) encontraron que la enseñanza basada en la resolución de problemas elevó significativamente el rendimiento matemático de los estudiantes de educación básica, independientemente de su edad o del tipo de escuela. El estudio resaltó la necesidad de que los docentes adopten esta metodología y reciban capacitación continua, junto con materiales adecuados que faciliten su aplicación.

En América Latina, países como Ecuador han mostrado que la enseñanza de matemáticas en la secundaria enfrenta desafíos serios, desde dificultades en la conducta estudiantil hasta la falta de preparación docente y la adaptación de métodos a distintos estilos de aprendizaje. Esto se ha visto reflejado en un estudio realizado por el Instituto Nacional de Investigación Educativa del 2019, donde apenas el 26% de los estudiantes de educación básica logró un nivel satisfactorio en matemáticas. Además, un informe del Banco Mundial del 2022 señaló que este país presentó un retraso de hasta dos años en comprensión matemática respecto a sus pares internacionales. Este rezago se asocia al uso persistente de métodos tradicionales basados en la repetición y la memorización, que limitan la aplicación práctica y la resolución de problemas (Aguaguña *et al.*, 2024).

La prueba PISA del 2018, donde participaron 79 países, reveló para Perú resultados poco favorables en matemáticas, ubicándose en el nivel 2 con un puntaje que lo colocó entre los más rezagados. Aunque desde 2009 se observa una mejora gradual, en 2022 más del 50% de países con rendimientos similares superaron al Perú por nueve puntos. La Evaluación Censal de Estudiantes del 2018 reflejó un panorama parecido, con la mayoría del alumnado en el nivel "Proceso", lejos del nivel "Logrado". Además, en la Evaluación Nacional de 2023, solo el 11.3% de estudiantes de 2º de secundaria alcanzó los aprendizajes esperados, evidenciando un ligero retroceso respecto al año anterior (Ministerio de Educación, 2018a, 2018b, 2023a, 2023b).

Los datos muestran que, aunque las matemáticas son esenciales para el desarrollo cognitivo y el futuro académico de los estudiantes, persisten brechas significativas en su aprendizaje, tanto en el escenario global como en América Latina. La presencia de métodos tradicionales poco efectivos y los resultados nacionales e internacionales no óptimos hacen urgente revisar, de manera rigurosa, qué estrategias pedagógicas innovadoras realmente generan mejoras sostenibles. Una revisión sistemática permitirá integrar el conocimiento disponible y orientar la toma de decisiones educativas basadas en evidencia.

Ante este panorama, se vuelve imprescindible identificar qué enfoques de enseñanza logran fortalecer el interés, la participación y el rendimiento matemático en estudiantes de secundaria. Analizar la efectividad de metodologías como el aula invertida, la evaluación formativa o la resolución de problemas, entre otros, permitirá comprender su verdadero impacto en contextos diversos. En este marco, surge la pregunta de investigación: ¿Qué estrategias pedagógicas innovadoras han demostrado ser más efectivas para desarrollar competencias matemáticas en estudiantes de educación secundaria? Con el propósito de dar respuesta a esta pregunta, se plantea llevar a cabo la presente revisión sistemática sobre el desarrollo de competencias matemáticas mediante estrategias pedagógicas innovadoras en educación secundaria.

Metodología

Este estudio es de tipo revisión sistemática de corte descriptivo; asimismo, sigue los criterios PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para asegurar su redacción transparente y estructurada.

Se seleccionaron publicaciones científicas que investigan estrategias pedagógicas innovadoras aplicadas en la enseñanza matemática para el desarrollo de competencias matemáticas. En ese sentido, se incluyeron

estudios realizados en escolares del nivel educativo secundario, aunque su denominación varíe entre países. Se incluyeron además artículos científicos en idioma inglés o español, publicados en el periodo enero de 2021 a diciembre de 2025. Asimismo, se seleccionaron estudios que aplican al menos una estrategia pedagógica innovadora en el nivel secundario evaluando su impacto mediante pruebas de conocimiento en matemática (geometría, álgebra, etc.). De forma complementaria, se recogieron otros impactos atribuidos a la aplicación de dichas estrategias pedagógicas innovadoras, sean afectivos (motivación, actitudes, ansiedad matemática, etc.) y/o conativos (participación en clase, colaboración, cumplimiento de tareas, etc.).

La revisión bibliográfica se realizó accediendo a publicaciones académicas difundidas en revistas conocidas en cinco bases de datos: Scopus, ERIC, Web of Science (WOS), Scielo y ProQuest.

El problema a resolver se concreta en la interrogante: ¿Qué estrategias pedagógicas innovadoras han demostrado ser más efectivas para desarrollar competencias matemáticas en estudiantes de educación secundaria? A partir de esta pregunta, se estableció la estrategia PICO: i) la población [P] son los escolares de educación secundaria u otra denominación equivalente como high school, siempre que comprenda aquella educación que abarca edades de la adolescencia; ii) la intervención [I] son las estrategias pedagógicas innovadoras aplicadas a la enseñanza de las matemáticas; iii) el comparador [C] son escolares que reciben clases matemáticas regulares o convencionales; y iv) el outcome [O] es el desarrollo de competencias matemáticas.

La exhaustividad con que se desarrolló la cadena de búsqueda confirmó su sensibilidad para identificar la mayor cantidad de evidencia científica pertinente al propósito de la presente revisión sistemática. De esta manera, se obtuvo un total inicial de 20.518 fuentes bibliográficas inicialmente identificadas en la búsqueda por título y resumen de todos los años.

A los estudios identificados inicialmente con la estrategia de búsqueda, se aplicaron filtros disponibles en las bases de datos. Los filtros aplicados fueron: i) de antigüedad, pues la selección se restringió a indagaciones publicadas entre enero de 2021 y diciembre de 2025; ii) tipo de documento, ya que la selección se delimitó a artículos científicos de tipo original primario donde se hayan aplicado al menos pruebas de conocimiento y/o rendimiento matemático; iii) idioma, seleccionando estudios en inglés y español. Por otro lado, se excluyeron artículos tipo carta al editor, artículos de conferencias, otras revisiones sistemáticas y/o capítulos de libro.

Los artículos seleccionados fueron descargados y ordenados en una base de datos elaborada en Microsoft Excel, previa revisión del manuscrito por título y resumen. En la revisión a texto completo, la investigadora realizó una lectura completa y exhaustiva de los artículos científicos, con el fin de confirmar que cumplieran con los criterios de inclusión y enseguida se llevó a cabo la extracción de la información clave.

La información primaria extraída de cada investigación recuperada fueron las competencias matemáticas evaluadas en alguna área como geometría, álgebra, etc., comparando resultados pre y post test. De forma complementaria, se recogió el impacto afectivo (emociones, actitudes, intereses y motivaciones frente al aprendizaje de la matemática) y el impacto conativo (relacionados con la voluntad, la autorregulación, la persistencia y el comportamiento activo).

La información secundaria o de caracterización extraída fue aquella que ayudó a interpretar y contextualizar los principales hallazgos de los estudios; aquí se ubican características metodológicas de los estudios analizados (año de publicación, región, base de datos de procedencia, tamaño muestral), las características generales de los escolares objeto de estudio (edad y grado), así como las características de las estrategias pedagógicas innovadoras aplicadas (estrategia pedagógica implementada, duración de la intervención, modalidad de aplicación, asignatura matemática, uso de plataformas digitales, clasificación de la estrategia pedagógica y tipo de interacción de los escolares).

El análisis del riesgo de sesgo se llevó a cabo con ayuda del instrumento Critical Appraisal Checklists del Joanna Briggs Institute (JBI) (Barker *et al.*, 2024) para estudios cuasi-experimentales; es decir, que cuentan con grupo control. En concreto, consta de 9 ítems que evalúan la calidad de la evidencia científica a partir de criterios de claridad metodológica, comparabilidad de grupos, validez, rigor analítico y consistencia de la intervención. Los resultados de la revisión bibliográfica son presentados de forma cuantitativa mediante frecuencias absolutas (n) y relativas (%); asimismo, se emplean tablas descriptivas y gráficos que permiten una mejor visualización de los hallazgos de la síntesis de evidencias científicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

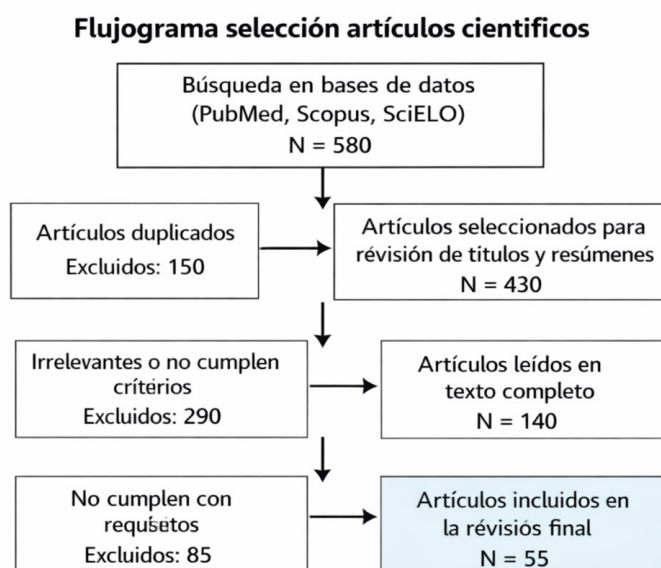
De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se identificaron inicialmente un total de 20 518 estudios publicados entre las cinco bases de datos a las cuales se accedió. De acuerdo con la figura 1, el flujograma muestra que, de los 176 artículos científicos inicialmente identificados, tras el tamizaje y verificación del

cumplimiento de criterios de selección resultados un total de 36 estudios los que finalmente conformaron el cuerpo de material bibliográfico sometido a análisis. En ese sentido, todos los resultados que a continuación se muestran corresponden al análisis de estos estudios.

En relación con el año de publicación, se observa una clara concentración de investigaciones recientes, destacando los años 2024 (34.3%) y 2025 (25.7%), que en conjunto representan más de la mitad de los estudios analizados. Les siguen los trabajos publicados en 2023 (20.0%), mientras que los estudios correspondientes a años anteriores presentan una presencia menor. Respecto a la región geográfica, predomina ampliamente la producción científica desarrollada en Asia (57.2%), seguida por África (17.1%) y Europa (17.1%), mientras que América (8.6%) muestra una representación más reducida. Esta distribución evidencia un fuerte liderazgo del contexto asiático en la investigación sobre estrategias pedagógicas innovadoras en educación matemática secundaria.

En cuanto a la base de datos, la mayoría de los estudios procede de Scopus (37.1%) y ERIC (28.6%), seguidas por Web of Science (17.1%) y ProQuest, lo que confirma que los artículos analizados provienen mayoritariamente de bases de datos internacionales de alto impacto. En relación con el tamaño muestral, predominan los estudios con muestras medianas, especialmente aquellos con entre 51 y 100 participantes (57.1%), seguidos por investigaciones con tamaños muestrales de 101 a 200 participantes (20.0%). Las muestras más pequeñas o muy grandes aparecen con menor frecuencia, lo que refleja una tendencia hacia diseños empíricos con tamaños muestrales intermedios.

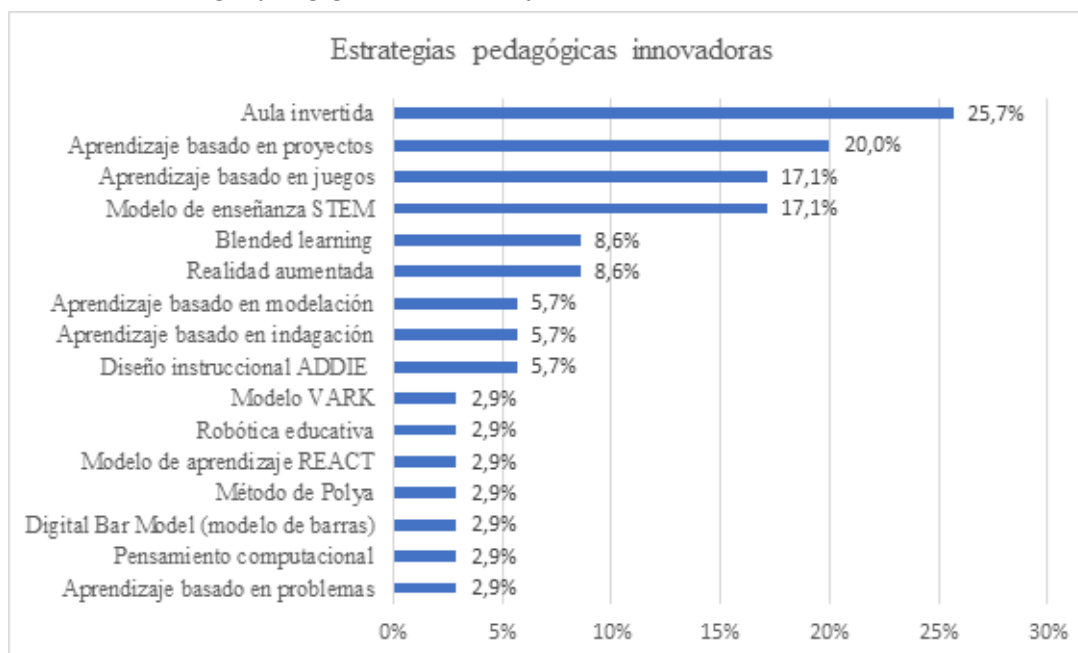
Figura 1. Flujograma de la selección de artículos científicos incluidos



La Figura 1 presenta la distribución de las estrategias pedagógicas innovadoras empleadas en la enseñanza de la matemática en educación secundaria. Se observa que el aula invertida es la estrategia más utilizada (25.7%), lo que evidencia una marcada preferencia por enfoques centrados en el aprendizaje activo y la reorganización del tiempo de instrucción. Le siguen el aprendizaje basado en proyectos (20.0%), así como el aprendizaje basado en juegos y el modelo de enseñanza STEM, ambos con una frecuencia del 17.1%, destacando el interés por metodologías contextualizadas, interdisciplinarias y orientadas a la resolución de problemas.

En menor proporción se identifican el aprendizaje combinado (8.6%) y la realidad aumentada (8.6%), que reflejan la incorporación de entornos híbridos y tecnologías emergentes. Asimismo, el aprendizaje basado en modelación, el aprendizaje basado en indagación y el diseño instruccional ADDIE registran cada uno un 5.7% de presencia. Estrategias como el modelo VARK, la robótica educativa, el modelo de aprendizaje REACT, el método de Polya, el modelo digital de barras, el pensamiento computacional y el aprendizaje basado en problemas aparecen de manera aislada, con un 2.9% cada una, evidenciando una diversidad metodológica con menor nivel de recurrencia en la literatura analizada.

Tabla 1. Estrategias pedagógicas innovadoras aplicadas en la enseñanza matemática en secundaria



La Tabla 1 muestra que la duración de la intervención se concentra principalmente entre 1 y 2 meses (37.1%), aunque una proporción relevante de estudios no precisa la duración (31.4%). En cuanto a la modalidad de aplicación, predominan las experiencias presenciales (48.6%) y mixtas (45.7%). Respecto a la asignatura matemática, más de la mitad de los estudios se enfocan en matemática general (54.3%), seguidos por geometría (28.6%). La asistencia de plataformas digitales es mayoritaria, presente en 71.4% de las investigaciones. En relación con el tipo de interacción, casi la totalidad de los estudios emplea interacción mixta (94.3%).

Tabla 2. Características de las estrategias pedagógicas innovadoras

Características de las estrategias pedagógicas innovadoras	n	%
Duración de la intervención		
Menos de 1 mes	3	8.6
1 a 2 meses	13	37.1
3 a 4 meses	5	14.3
De 5 a más	3	8.6
No precisa	11	31.4
Modalidad de aplicación		
Mixta	16	45.7
Presencial	17	48.6
Virtual	2	5.7
Asignatura matemática		
Matemática general	19	54.3
Geometría	10	28.6
Álgebra	3	8.6
Aritmética	1	2.9
Trigonometría	1	2.9
Probabilidad	1	2.9
Asistencia de plataformas digitales		
Si	25	71.4
No	10	28.6
Tipo de interacción		
Mixta	33	94.3
Grupal	2	5.7
Individual	0	0.0
Tipo de estrategia pedagógica		

Enfoques didácticos	2	5.7
Aprendizaje basado en problemas	13	37.1
Diseño instruccional	4	11.4
Interacción discursiva	2	5.7
Recursos estructurantes	14	40.0
Total	35	100.0

En la tabla 2, predominan las estrategias mediadas por recursos estructurantes (40.0%; n=14), las cuales se basan en el uso de herramientas, representaciones y recursos (especialmente digitales o visuales) que median y organizan el razonamiento matemático. En segundo lugar, el aprendizaje basado en problemas concentra 37.1% (n=13) de los estudios y se orienta a la resolución de situaciones contextualizadas como motor del aprendizaje y del desarrollo de competencias matemáticas. El diseño instruccional representa 11.4% (n=4) y se caracteriza por la planificación sistemática del proceso de enseñanza mediante secuencias cognitivas estructuradas. En menor proporción aparecen los enfoques didácticos (5.7%; n=2), centrados en concepciones teóricas del aprendizaje matemático, y la interacción discursiva (5.7%; n=2), que prioriza el diálogo y la argumentación matemática. En conjunto, la distribución evidencia una clara orientación hacia enfoques activos y mediadores del aprendizaje.

Tabla 3. Desarrollo de competencias matemáticas derivadas del uso de estrategias pedagógicas innovadoras

Autor	País	Edad (años)	Muestra	Resultado cognitivo	Resultado global
Rodríguez et al. (2024)	República Dominicana	13 a 16	115 (GE: 57; GC: 58)	El aula invertida incrementó el rendimiento matemático del grupo experimental de 7.26 a 9.12, con diferencias significativas frente al método tradicional ($t=3.611$; $p=0.000$).	A favor
Mohammed y Bello (2024)	Nigeria	NR	70 (GE: 35; GC: 35)	El aula invertida colaborativa produjo un aumento del rendimiento de 39.66 a 79.23, superando al aula invertida sin colaboración (postest = 68.36).	A favor
Oromena y Mosimege (2024)	Nigeria	NR	86 (GE: 45; GC: 41)	El aula invertida elevó el puntaje promedio de 60.8 a 86.1, explicando el 58.5% de la varianza del logro matemático ($F=114.031$).	A favor
Vogelsanger et al. (2025)	Suiza	Media: 15.0	157 (GE: 81; GC: 76)	La enseñanza de modelización matemática produjo mejoras sostenidas con un tamaño del efecto moderado–alto ($d = 0.72$), inexistentes en el grupo control.	A favor

Stasolla et al. (2025)	Italia	10 a 13	73 (GE: 36; GC: 37)	La robótica educativa incrementó el rendimiento matemático del 52% al 75%, con un tamaño del efecto grande ($d=0.91$).	A favor
Supianti et al. (2025)	Indonesia	NR	48 (GE: 24; GC: 24)	El enfoque STEAM basado en proyectos produjo diferencias significativas en alfabetización matemática ($\chi^2=9.272$; $p=0.010$).	A favor
Pujiastuti et al. (2025)	Indonesia	NR	53 (GE: 27; GC: 26)	La gamificación con realidad aumentada no mostró diferencias significativas frente al aprendizaje basado en problemas ($p=0.526$).	Intermedio
Yulianto y Janiawan (2025)	Indonesia	Media: 13.4	120 (GE: 60; GC: 60)	El espacio digital STEM elevó el puntaje cognitivo de 53.12 a 75.46, con ganancia normalizada moderada ($N\text{-gain}=0.554$).	A favor
Cahyono et al. (2024)	Indonesia	NR	61 (GE: 31; GC: 30)	Las rutas matemáticas con tecnología incrementaron la alfabetización matemática de 77.7 a 88.4, con efecto muy grande ($d=1.85$).	A favor
Ozer y Bukova (2024)	Turquía	NR	60 (GE: 30; GC: 30)	La instrucción basada en modelización aumentó la alfabetización matemática de 10.87 a 14.57 ($t= -7.16$; $p=0.001$).	A favor
Egara y Mosimege (2024)	Nigeria	14 a 16	94 (GE: 48; GC: 46)	El aprendizaje combinado elevó el rendimiento de 60.85 a 84.58, explicando el 54.8% de la varianza del logro ($F=107.737$).	A favor

Srikoon et al. (2024)	Tailandia	14 a 15	70 (GE: 35; GC: 35)	El modelo STEMEN duplicó la media de alfabetización matemática (10.37 a 20.43), con interacción altamente significativa ($F=95.35$).	A favor
Eshaq (2024)	Arabia Saudita	NR	52 (GE: 26; GC: 26)	La educación STEM incrementó el rendimiento matemático en 8.4 puntos, superando significativamente al método tradicional ($t=4.81$).	A favor
Ogunzola et al. (2021)	Nigeria	NR	108 (GE: 54; GC: 54)	El aprendizaje basado en problemas mostró un efecto significativo en el rendimiento matemático ($F=7.130$; $p=0.009$).	A favor
Chen et al. (2023)	Taiwán	15 a 17	36 (GE: 20; GC: 16)	La enseñanza gamificada evitó el deterioro del rendimiento, pero no produjo mejoras significativas ($p=0.45$).	Intermedio
Surjono y Mahmudi (2023)	Indonesia	NR	128 (GE: 64; GC: 64)	El aula invertida con modelación elevó la comprensión conceptual de 47.90 a 77.03 ($F=132.017$).	A favor
Maldonado et al. (2022)	México	14 a 15	84 (GE: 64; GC: 20)	El uso de PreparaTec incrementó competencias matemáticas hasta en 100% en niveles superiores ($p=0.0056$).	A favor
Zakelf et al. (2024)	Eslovenia	13 a 14	231 (GE: 101; GC: 130)	El aprendizaje activo-experiencial mejoró significativamente la comprensión conceptual ($p<0.001$).	A favor
Lu et al. (2025)	China	14 a 15	86 (GE: 43; GC: 43)	La indagación produjo mayor pensamiento matemático que la instrucción directa (media posttest=13.84 vs. 11.79).	A favor

Zk et al. (2025)	Indonesia	13 a 14	131 (GE: 66; GC: 65)	El aprendizaje basado en proyectos con realidad aumentada incrementó la resolución de problemas de 34.46 a 71.38 (F=24.950).	A favor
Nurhasanah et al. (2024)	Indonesia	12 a 15	100 (GE: 50; GC: 50)	El aprendizaje basado en proyectos mejoró significativamente las habilidades numéricas (F=4.223; p=0.043).	A favor
Abdissa et al. (2025)	Etiopía	15 a 20	83 (GE: 38; GC: 45)	El aprendizaje combinado mostró un efecto cognitivo grande frente al método tradicional.	A favor
Sari et al. (2022)	Indonesia	16 a 17	129 (GE: 66; GC: 63)	El modelo incrementó la alfabetización espacial matemática con ganancia normalizada de 0.39 frente a 0.27 (p=0.0085).	A favor
Alenezi (2023)	Arabia Saudita	NR	50 (GE: 25; GC: 25)	El uso de proyectos con plataforma digital elevó el logro matemático de 72.5 a 88.4 (p=0.001).	A favor
Nguyen et al. (2023)	Vietnam	NR	74 (GE: 37; GC: 37)	La combinación incrementó la resolución de problemas de 6.13 a 7.59, con efecto moderado (d ≈ 0.64).	A favor
Pehlivan y Arabaciglu (2023)	Turquía	NR	38 (GE: 20; GC: 18)	La gamificación no produjo diferencias significativas en el rendimiento matemático (p=0.101).	En contra
Algarni y Lortie (2022)	Arabia Saudita	16 a 17	281 (GE: 142; GC: 139)	Aunque ambos grupos mejoraron, no hubo diferencias significativas entre ellos (p=0.424).	Intermedio
Polat y Ozkaya (2023)	Turquía	NR	48 (GE: 23; GC: 25)	Se observaron mejoras descriptivas, pero sin significancia estadística (p=0.052).	Intermedio

Pujiastuti y Haryadi (2023)	Indonesia	Media: 13.0	60 (GE: 30; GC: 30)	La indagación guiada con realidad aumentada logró mayor ganancia normalizada (58.88% vs. 45.77%).	A favor
Widyasari et al. (2025)	Indonesia	NR	60 (GE: 30; GC: 30)	El diseño de aula invertida incrementó el rendimiento de 56.47 a 81.20, con efecto grande ($d=1.14$).	A favor
Jahudin y Siew (2024)	Malasia	12 a 13	90 (GE1: 30; GE2: 30; GC: 30)	El método explicó el 72.1% de la varianza del pensamiento algebraico ($\eta^2=0.721$).	A favor
Parra (2022)	Colombia	12 a 13	56 (GE: 28; GC: 28)	El modelo produjo mejoras significativas en resolución de problemas matemáticos ($p<0.05$).	A favor
He y Ismail (2024)	China	NR	70 (GE: 35; GC: 35)	El módulo incrementó significativamente la resolución de problemas ($t=-10.619$; $p<0.001$).	A favor
Zulkarnain et al. (2021)	Indonesia	NR	287 (GE: 143; GC: 144)	El modelo REACT produjo un efecto cognitivo extremadamente alto ($F=1031.071$; $\eta^2=0.784$).	A favor
Meremikwu et al. (2022)	Nigeria	NR	90 (GE: 50; GC: 40)	Las estrategias innovadoras superaron significativamente al método convencional en todas las comparaciones ($F=18.12$ a 21.02).	A favor

Se observa en estos resultados favorables al uso de estrategias pedagógicas innovadoras en el desarrollo de las competencias matemáticas ya que 30 de los 35 estudios analizados (85.7%) reportan resultados a favor, evidenciando mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento matemático, la comprensión conceptual, la alfabetización matemática, el pensamiento algebraico o la resolución de problemas. Por otro lado, 4 estudios (11.4%) presentan resultados intermedios, en los que se observaron mejoras descriptivas o efectos positivos limitados, pero sin diferencias estadísticamente significativas frente a los grupos control. Finalmente, solo 1 estudio (2.9%) reporta resultados en contra, al no encontrar diferencias significativas en el rendimiento matemático tras la aplicación de una estrategia innovadora basada en gamificación.

En tal sentido, la enseñanza de la matemática en educación secundaria continúa representando un desafío estructural para los sistemas educativos, tanto en contextos desarrollados como en países en vías de desarrollo. Las dificultades persistentes para lograr competencias matemáticas sólidas se reflejan en bajos niveles de rendimiento, comprensión conceptual limitada y escasa transferencia del conocimiento a

situaciones problemáticas reales, tal como evidencian evaluaciones nacionales e internacionales recientes (Ministerio de Educación, 2018a; Ministerio de Educación, 2023a). En este escenario, la necesidad de superar enfoques tradicionales centrados en la transmisión de contenidos ha impulsado la incorporación de estrategias pedagógicas innovadoras orientadas al aprendizaje activo, contextualización y desarrollo integral de competencias matemáticas (Janardhanan & Charles, 2024; Kossybayeva et al., 2022).

Desde una perspectiva metodológica, los estudios recuperados evidencian un interés creciente de la comunidad académica por analizar empíricamente la efectividad de dichas estrategias en educación secundaria. La concentración de investigaciones en los años más recientes, particularmente entre 2024 y 2025, confirma que se trata de un campo de estudio en expansión. Asimismo, predominaron diseños cuasi-experimentales con grupo control y muestras medianas, lo que aporta consistencia a la comparación de resultados cognitivos entre metodologías innovadoras y enfoques tradicionales (Egara & Mosimege, 2024; Vogelsanger et al., 2025; Zakelf et al., 2024). La amplia representación geográfica, especialmente de Asia y África (Mohammed & Bello, 2024, Srikoon et al., 2024), refuerza la validez externa de los hallazgos en contextos educativos diversos.

En relación con los resultados cognitivos, los hallazgos centrales de esta revisión muestran que el 85.7% de estudios reportó efectos favorables de las estrategias pedagógicas innovadoras sobre el desarrollo de competencias matemáticas (Rodríguez et al., 2024). Investigaciones representativas evidenciaron mejoras significativas en rendimiento matemático, comprensión conceptual, alfabetización matemática y resolución de problemas cuando se aplicaron enfoques como el aula invertida, el aprendizaje basado en problemas, la modelización matemática y estrategias mediadas por recursos digitales (Egara & Mosimege, 2024; Zulkarnain et al., 2021).

Estos resultados pueden explicarse por el carácter activo y mediador de dichas estrategias, que promueven la participación del estudiante, el razonamiento matemático profundo y la conexión entre conceptos abstractos y situaciones reales, con claras implicancias prácticas para la mejora de la enseñanza matemática en secundaria. Por otro lado, 11.4% de estudios mostró resultados intermedios, caracterizados por mejoras descriptivas o efectos positivos limitados sin alcanzar significancia estadística (Pujiastuti et al., 2025). Este comportamiento se observó principalmente en investigaciones donde la intervención tuvo una duración breve, un tamaño muestral reducido o donde la estrategia innovadora se implementó de forma parcial o sin integración pedagógica sólida (Algarni & Lortie, 2022).

Estos hallazgos sugieren que la efectividad de las estrategias innovadoras no depende únicamente del enfoque metodológico, sino también de condiciones de implementación como el tiempo de exposición, existiendo estudios como Chen et al. (2023) que incluso, solo aplicaron una sesión; además de ello, también es necesario considerar la capacitación docente y la coherencia entre objetivos, actividades y evaluación.

Solo un estudio (2.9%) reportó resultados en contra, al no encontrar diferencias significativas en el rendimiento matemático tras la aplicación de una estrategia de gamificación (Pehlivan & Arabaciglu, 2023). Este resultado adverso puede atribuirse a limitaciones metodológicas, como el reducido tamaño de la muestra pues dicho estudio se realizó en solo 38 estudiantes, cuando en cambio otros estudios con mayor solidez como Zulkarnain et al. (2021) se realizó en una muestra de 284 estudiantes. Entre otros aspectos, vale destacar la ausencia de un diseño instruccional estructurado o el énfasis excesivo en elementos lúdicos sin adecuada alineación con los objetivos cognitivos del contenido matemático. Dichas debilidades refuerzan la necesidad de diseñar estrategias innovadoras con sustento pedagógico sólido y no como simples recursos motivacionales aislados. Respecto a las limitaciones encontradas, se reconoce que el análisis se restringió a estudios publicados en español e inglés, lo que pudo excluir evidencia relevante en otros idiomas. Asimismo, la heterogeneidad de instrumentos de medición y de competencias matemáticas evaluadas dificultó la comparación directa de tamaños de efecto entre estudios. No obstante, la aplicación rigurosa de los lineamientos PRISMA y la evaluación del riesgo de sesgo mediante las listas del Joanna Briggs Institute fortalecen la validez de los resultados y sus implicancias para la práctica educativa (Barker et al., 2024).

CONCLUSIONES

Las estrategias pedagógicas innovadoras tienen un impacto positivo y consistente en el desarrollo de competencias matemáticas en la educación secundaria, reflejado en mejoras significativas del rendimiento matemático, la comprensión conceptual y la resolución de problemas en comparación con la enseñanza tradicional. En particular, las estrategias mediadas por recursos estructurantes y el aprendizaje basado en problemas se consolidan como los enfoques con mayor respaldo empírico, al promover aprendizajes activos, contextualizados y un razonamiento matemático más profundo.

Los resultados de esta revisión sistemática permiten concluir que las estrategias pedagógicas innovadoras

constituyen una vía efectiva para fortalecer las competencias matemáticas en educación secundaria, en particular, aquellas mediadas por recursos estructurantes y enfoques basados en problemas muestran un alto potencial para transformar la enseñanza tradicional, favoreciendo aprendizajes más profundos, significativos y transferibles.

Los hallazgos encontrados ofrecen un respaldo empírico sólido para orientar políticas educativas, programas de formación docente y futuras investigaciones centradas en la mejora sostenida de la educación matemática.

Referencias bibliográficas

- Abdissa, D. G., Duressa, G. F., Olkaba, T. T., & Feyissa, E. G. (2025). The effect of blended learning educational model on secondary school students' mathematics achievement. *Problems of Education in the 21st Century*, 83(1), 9-27. <https://doi.org/10.33225/pec/25.83.09>
- Aguaguña, E., Palacios, M., Pico, W., Llerena, C., & Llerena, K. (2024). Las estrategias pedagógicas innovadoras y la enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria: Un enfoque basado en la diversidad de estilos de aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 8(5), 5019-5035. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13946
- Alenezi, A. (2023). Using project-based learning through the Madrasati platform for mathematics teaching in secondary schools. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 19(1), 1-15. <https://doi.org/10.4018/IJICTE.332372>
- Algarni, B., & Lortie-Forgues, H. (2022). An evaluation of the impact of flipped-classroom teaching on mathematics proficiency and self-efficacy in Saudi Arabia. *British Journal of Educational Technology*, 53(5), 1-22. <https://doi.org/10.1111/bjet.1325>
- Awofala, A., & Olaniyi, A. (2023). Assessing teachers' formative evaluation strategy as related to senior secondary school students' achievement in mathematics. *ASEAN Journal for Science Education*, 2(2), 77-86. <https://ejournal.bumipublikasinusantara.id/index.php/ajsed/article/view/228>
- Barker, T., Habibi, N., Aromataris, E., Stone, J., Bee, J., Sears, K., & Munn, Z. (2024). The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for quasi-experimental studies. *JBI Evidence Synthesis*, 22(3), 378-388. <https://doi.org/10.11124/JBIES-23-00268>
- Cahyono, A. N., Arifudin, R., Aditya, R. I., Maulana, B. S., & Lavicza, Z. (2024). An exploratory study on STEM education through math trails with digital technology to promote mathematical literacy. *STEM Education*, 5(1), 41-52. <https://doi.org/10.3934/steme.2025003>
- Chen, M.-F., Chen, Y.-C., Zuo, P.-Y., & Hou, H.-T. (2023). Design and evaluation of a remote synchronous gamified mathematics teaching activity that integrates multi-representational scaffolding and a mind tool for gamified learning. *Education and Information Technologies*, 28, 10357-10388. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11708-6>
- Dimasindel, M. (2025). Strategies of secondary mathematics teachers in module development: The case of Cotabato City. *Educational Process: International Journal*, 18, 1-19. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.18.499>
- Egara, F. O., & Mosimege, M. (2024). Effect of blended learning approach on secondary school learners' mathematics achievement and retention. *Education and Information Technologies*, 29, 19863-19888. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12651-w>
- Egara, F., & Mosimege, M. (2024). Effect of flipped classroom learning approach on mathematics achievement and interest among secondary school students. *Education and Information Technologies*, 29(7), 8131-8150. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12145-1>
- Eshaq, H. A. (2024). The effect of using STEM education on students' mathematics achievement. *Journal of Pedagogical Research*, 8(1), 75-82. <https://doi.org/10.33902/JPR.202423476>
- Fathi, A., Benbid, A., Raji, H., & Moundy, K. (2025). The primary strategies for overcoming challenges in mastering secondary school mathematics: Remedial teaching. *The Education and Science Journal*, 27(4), 74-96. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2025-4-74-96>
- He, X., & Ismail, N. (2024). The effects of STEM-PBL mathematics module on secondary vocational students' mathematical problem-solving skills. *Global Business and Management Research: An International Journal*, 16(2s), 1042-1056.
- Jahudin, J., & Siew, N. M. (2024). The effects of Polya's problem solving with digital bar model on the algebraic thinking skills of seventh graders. *Problems of Education in the 21st Century*, 82(3), 390-409. <https://doi.org/10.33225/pec/24.82.390>

Janardhanan, J., & Charles, M. (2024). Effectiveness of innovative techniques on pupil's achievement in mathematics among higher secondary students in selected school. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 8(6), 5562-5575. <https://doi.org/10.55214/25768484.v8i6.3230>

Kandel, N., Koeltz, J., Guyon, F., Girard, R., & Bartolini, D. (2015). Study of the socio-economic impact of mathematics in France. *Synthesis*, 1-20. https://www.agence-maths-entreprises.fr/public/docs/faits-marquants/eisem/20150527_Study_of_socioeconomical_Impact_of_mathematics_in_France_Synthesis_v1.4.pdf

Kossybayeva, U., Shaldykova, B., Akhmanova, D., & Kulanina, S. (2022). Improving teaching in different disciplines of natural science and mathematics with innovative technologies. *Education and Information Technologies*, 27(6), 7869-7891. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10955-3>

Lu, S. S., Siripala, W., & Hao, X. (2025). Comparing the effectiveness of inquiry-based learning and direct instruction on enhancing mathematical thinking in secondary school students. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 13(2), 649-657. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v13n.2p.649>

Maldonado-García, B. E., Ocampo-Díaz, A., & Portuguese-Castro, M. (2022). Evaluating differences in mathematical competencies in middle school students during pandemic conditions through PreparaTec platform. *Education Sciences*, 12(8), Article 546. <https://doi.org/10.3390/educsci12080546>

Meremikwu, A., Ekwueme, C. O., & Opoh, D. A. (2023). Modern teaching strategies and mathematics academic achievement among junior secondary school students in post-COVID-19 era in Calabar education zone, Cross River State, Nigeria. *Global Journal of Educational Research*, 22, 1-9. <https://doi.org/10.4314/gjedr.v22i1.1>

Ministerio de Educación. (2018a). Resultados Evaluación Internacional PISA. MINEDU. <http://umc.minedu.gob.pe/resultadospisa2018/>

Ministerio de Educación. (2018b). Resultado de la Evaluación Censal de Estudiantes 2018. MINEDU. <http://umc.minedu.gob.pe/resultados-ece-2018/>

Ministerio de Educación. (2023a). PISA 2022: el Perú mantiene sus resultados en las competencias de Lectura y Ciencia. MINEDU. <https://tinyurl.com/3mnmfj9wd>

Ministerio de Educación. (2023b). Reporte técnico de la Evaluación Nacional de Logros de Aprendizaje de Estudiantes (ENLA). MINEDU. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2024/08/Reporte-t%C3%A9cnico-ENLA-2023.pdf>

Mohammed, I. A., & Bello, A. (2024). Performance of mathematics students using video learning in flipped and flipped collaborative learning settings. *Pedagogical Research*, 9(3), em0213. <https://doi.org/10.29333/pr/14699>

Nguyen, A. T. T., Nguyen, H. T., Le, M. C., Duong, H. T., Bui, P. U., & Nguyen, D. K. (2023). Combining flipped classroom and GeoGebra software in teaching mathematics to develop math problem-solving abilities for secondary school students in Vietnam. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 15*(4), 69-97.

Nurhasanah, N., Ikhsan, M., & Elizar, E. (2024). Enhancing numeracy skills and self-efficacy in junior high school students: A project-based learning approach. *International Journal of Research in Education and Science*, 10(3), 612-622. <https://doi.org/10.46328/ijres.3441>

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>

Oromena, F. O., & Mosimege, M. (2024). Effect of flipped classroom learning approach on mathematics achievement and interest among secondary school students. *Education and Information Technologies*, 29, 8131-8150. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12145-1>

Özer-Demir, Ö., & Bukova-Güzel, E. (2024). The effect of mathematical modeling-based instruction on seventh graders' mathematical literacy and academic performance. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 6(3), 215-232. <https://doi.org/10.33902/jpsp.202432575>

Parra-Vallejo, M. (2022). Aplicación de las TIC, b-learning y pensamiento computacional para el fortalecimiento de las competencias matemáticas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 14*(2), 29-41. <https://doi.org/10.37843/rted.v14i2.312>

Pehlivan, F., & Arabacıoğlu, T. (2023). The effect of gamification on math achievement, motivation, and learning strategies in flipped classrooms. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 11(4), 309-317. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v11n.4p.309>

Polat, H., & Özkaya, M. (2023). The effect of problem posing-based active learning activities on problem-solving and posing performance: The case of fractions. *Journal of Pedagogical Research*, 7(1), 67-81. <https://doi.org/10.33902/JPR.202317880>

Pujiastuti, E., Sugiman, & Pambudi, M. (2025). Promoting mathematics problem-solving ability in gamification integration using augmented reality. *European Journal of Educational Research*, 14(2), 645-660. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.2.645>

Pujiastuti, H., & Haryadi, R. (2023). Enhancing mathematical literacy ability through guided inquiry learning with augmented reality. *Journal of Education and E-Learning Research*, 10*(1), 43-50. <https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i1.4338>

Rodríguez-Jiménez, F. J., Pérez-Ochoa, M. E., & Ulloa-Guerra, Ó. (2024). Innovación educativa: Explorando el impacto del aula invertida en el rendimiento académico de estudiantes de secundaria en matemática. *Revista Educación*, 48(1). <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.55892>

Sari, R. M. M., Priatna, N., & Juandi, D. (2022). Implementing project-based blended learning model using cognitive conflict strategy to enhance students' mathematical spatial literacy. *European Journal of Educational Research*, 11(4), 2031-2041. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.2031>

Srikoon, S., Khamput, C., & Punsrigate, K. (2024). Effects of the STEMEN teaching models on mathematical literacy and mathematical problem-solving. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 21(2), 79-115. <https://doi.org/10.32890/mjli2024.21.2.4>

Stasolla, F., Curcio, E., Borgese, A., Passaro, A., Di Gioia, M., Zullo, A., & Martini, E. (2025). Educational robotics and game-based interventions for overcoming dyscalculia: A pilot study. *Computers*, 14(5), Article 201. <https://doi.org/10.3390/computers14050201>

Sulaimon, J., Yusuf, M., Yakub, K., & Syarif, M. (2023). Effect of problem-solving method on pupils' academic achievement in mathematics. *El-Ibtidaiy: Journal of Primary Education*, 6*(1), 165-175. <http://dx.doi.org/10.24014/ejpe.v6i2.25112>

Supianti, I. I., Yaniawati, P., Bonyah, E., Hasbiah, A. W., & Rozalini, N. (2025). STEAM approach in project-based learning to develop mathematical literacy and students' character. *Infinity Journal*, 14(2), 283-302. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i2.p283-302>

Surjono, H. D., Mahmudi, A., & Diana. (2023). The effect of flipped classroom learning model on students' understanding of mathematical concepts and higher-order thinking skills. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(12), 2014-2022. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.12.2016>

Vogelsanger-Holenstein, M., Schukajlow, S., & Bruckmaier, G. (2025). Mathematical modelling and self-efficacy: Immediate and long-lasting effects of teaching mathematical modelling with a solution plan. *ZDM – Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01674-3>

Wells, D. (2015). *Motivating mathematics: Engaging teachers and engaged students*. Imperial College Press.

Widyasari, Ihsaniah, A. S. N., & Mujahidin, E. (2025). The effect of flipped classroom learning design on mathematics learning outcomes. *International Journal on Studies in Education*, 7(4), 867-878. <https://doi.org/10.46328/ijonse.5642>

Yulianto, D., & Juniawan, E. A. (2025). Fostering mathematical creativity and autonomy through a STEM-based digital learning space. *Journal on Mathematics Education*, 16(3), 1093-1118. <https://doi.org/10.22342/jme.v16i3.pp1093-1118>

Zakelj, A., Cotič, M., & Doz, D. (2024). Evaluating the impact of active and experiential learning in mathematics: An experimental study on eighth-grade student outcomes. *Cogent Education*, 11(1), Article 2436698. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2436698>

Zk, M., Mailizar, M., & Elizar, E. (2025). Augmented reality-assisted project-based learning: Enhancing mathematical problem-solving skills and motivation in junior high school students. *International Journal of Research in Education and Science*, 11(3), 624-635. <https://doi.org/10.46328/ijres.1306>

Zulkarnain, Heleni, S., Zulnaldi, H., & Suraji. (2021). Effects of REACT learning model based on Riau-Malay culture towards mathematical problem-solving ability and achievement motivation amongst high school students. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(4), 869-880.

Declaración de conflicto de intereses: La autora no presenta ningún conflicto de interés.

Declaración de contribución de los autores/as utilizando la Taxonomía CRediT:

La autora trabajó en la conceptualización, metodología, investigación, redacción – borrador original, revisión y edición.

Declaración de aprobación por el Comité de Ética: La autora declara que la investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la institución responsable, en tanto la misma implicó a seres humanos.

Declaración de originalidad del manuscrito:

La autora confirma que este texto no ha sido publicado con anterioridad, ni ha sido enviado a otra revista para su publicación.