

Modelado matemático y resolución de problemas: una revisión sistemática

Mathematical modeling and problem solving: A systematic review

Recibido: 10/06/2026 - Aceptado: 15/08/2026

Maira Lucía Castillo-Álvarez

<https://orcid.org/0000-0002-0824-7329>

mairacast@ucvvirtual.edu.pe

Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú

Resumen

La enseñanza de la matemática enfrenta una crisis derivada del uso recurrente de prácticas pedagógicas que obstaculizan su aprendizaje. En este contexto, el objetivo del estudio fue analizar el modelado matemático como estrategia pedagógica para la resolución de problemas, mediante una revisión sistemática. La investigación adoptó un enfoque cualitativo de tipo documental y, siguiendo la declaración PRISMA 2020, se realizó una búsqueda en siete bases de datos (Scopus, Web of Science, Redalyc, ERIC, SciELO, Dialnet y Latindex). De esta búsqueda se seleccionaron 31 estudios primarios publicados entre 2022 y 2026, los cuales fueron evaluados en su calidad metodológica con la Herramienta de Evaluación de Métodos Mixtos (*Mixed Methods Appraisal Tool*, MMAT). Entre los principales hallazgos destaca que la implementación del modelado matemático mejora significativamente el desempeño en la resolución de problemas, la comprensión conceptual y el pensamiento crítico. No obstante, su efectividad está mediada por la formación docente y el nivel educativo. Se concluye que el éxito de esta estrategia no reside en la aplicación lineal del ciclo de modelado, sino en el dominio de sus fases de estructuración inicial y validación final. En consecuencia, se recomienda fortalecer la formación docente en estas fases y ampliar el uso del modelado matemático en la educación básica.

Palabras clave: enseñanza, modelado matemático, resolución de problemas.

Abstract

Mathematics education faces a crisis stemming from the recurring use of pedagogical practices that hinder learning. In this context, the objective of this study was to analyze mathematical modeling as a pedagogical strategy for problem-solving through a systematic review. The research adopted a qualitative, documentary approach and, following the 2020 PRISMA guidelines, a search was conducted in seven databases (Scopus, Web of Science, Redalyc, ERIC, SciELO, Dialnet, and Latindex). From this search, 31 primary studies published between 2022 and 2026 were selected and their methodological quality assessed using the Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT). Among the main findings, it is noteworthy that the implementation of mathematical modeling significantly improves performance in problem-solving, conceptual understanding, and critical thinking. However, its effectiveness is mediated by teacher training and the educational level. It is concluded that the success of this strategy lies not in the linear application of the modeling cycle, but in mastering its initial structuring and final validation phases. Consequently, it is recommended to strengthen teacher training in these phases and expand the use of mathematical modeling in basic education.

Keywords: teaching, mathematical modeling, problem-solving.

Introducción

Comprender y optimizar los mecanismos cognitivos del aprendizaje escolar constituye una de las motivaciones centrales de la investigación educativa contemporánea. El pensamiento lógico-matemático, en particular, es indispensable para formar ciudadanos analíticos capaces de enfrentar los desafíos del mundo actual. Sin embargo, la realidad en Latinoamérica dista de este ideal. Delprato (2025) encontró que una proporción significativa de estudiantes no alcanza las competencias matemáticas básicas, una situación que obedece a factores estructurales como la pobreza, la infraestructura deficiente y la baja calidad docente.

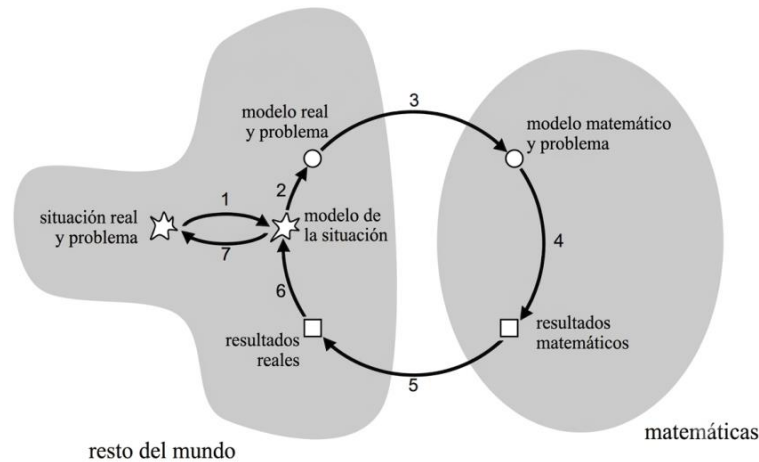
A este panorama se suman las metodologías tradicionales, aún predominantes en muchas aulas, que privilegian la memorización sin comprensión. Vidal (2024) señala que este enfoque limita profundamente la apropiación de los contenidos. Lejos de ser un problema menor, el aprendizaje mecanizado incrementa la ansiedad matemática (Hermeza, 2024) y se agrava cuando existen limitaciones cognitivas previas que inciden en el bajo rendimiento durante la secundaria (Stelzer et al., 2023). Entre estas limitaciones destaca la discalculia, definida por Salisa y Meiliarsari (2023) como “una condición de aprendizaje específica que afecta la comprensión y manipulación de conceptos numéricos, lo que puede impactar el rendimiento académico y el bienestar de los estudiantes en educación matemática” (p. 1).

La falta de diagnóstico oportuno explica, en buena medida, por qué estas dificultades persisten sin atención adecuada. En la mayoría de los casos, los docentes carecen de formación para identificar problemas de aprendizaje, lo que impide la intervención temprana (Bisso, 2024). A ello se añaden las limitaciones en las propias habilidades matemáticas del profesorado, que afectan tanto la resolución de problemas como la comunicación matemática en el aula (Aguilar & Ortiz, 2024). Tampoco puede ignorarse el rol de las familias, la formación de los padres y el nivel motivacional de los alumnos son variables que influyen directamente en los resultados (Castro & Rivadeneira, 2022). El contexto geográfico es otro factor determinante. Los estudiantes presentan desempeños diferenciados según su entorno, con mayores dificultades en zonas rurales marcadas por brechas educativas persistentes (Guadalupe, 2025).

Ante este panorama complejo, el presente estudio analiza el modelado matemático como estrategia pedagógica para la resolución de problemas. La enseñanza de las matemáticas no solo es clave para comprender los desafíos del desarrollo sostenible y tomar decisiones orientadas al bienestar social (Moreno-Pino et al., 2022), sino que también impulsa el avance tecnológico y científico (Bayug, 2022). El modelado de resolución de problemas se aborda en este estudio porque promueve la representación de situaciones reales, el diseño de estrategias de solución y el razonamiento aplicado a problemas complejos (Schukajlow et al., 2023). Además, favorece el aprendizaje significativo y reduce la ansiedad que surge cuando las matemáticas se presentan como reglas abstractas desprovistas de sentido (Flores & Caamaño, 2024), todo ello en un enfoque centrado en el aprendizaje activo y la comprensión curricular (Damerval, 2024).

Cabe destacar que el modelado no se limita a resolver situaciones propuestas, implica formular problemas, desarrollar modelos y generar estrategias que favorecen el razonamiento matemático avanzado (Hartmann et al., 2023). Por esta razón, requiere un diseño pedagógico que promueva el pensamiento crítico y la transferencia de conocimientos a la vida cotidiana (Cobefia & Cedeño, 2023), permitiendo analizar situaciones reales y validar soluciones en contextos auténticos (Kohen & Nitzan, 2022). En este proceso, los estudiantes desarrollan indagación, creatividad y autoconfianza (Blum & Niss, 1985, citados en Guerrero-Ortiz, 2024). Para Cai et al. (2014), la modelización es “el arte o proceso de construir una representación matemática de la realidad que captura, simula o representa características o comportamientos seleccionados de ese aspecto de la realidad que se está modelando” (p. 150). Se trata de un proceso demandante para el estudiante, pues está ligado a otras competencias, como la lectura y el trabajo matemático formal (Blum & Borromeo, 2009). Resulta útil, para comprenderlo, considerar el siguiente ciclo en siete pasos:

Figura 1
Ciclo del modelado



Nota. Figura tomada del artículo *Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt?*, de Blum y Borromeo (2009). El ciclo describe el tránsito entre el “mundo real” y el “mundo matemático” para resolver problemas cotidianos con herramientas matemáticas

Ciclo del modelado

El ciclo de modelado matemático se estructura en torno a dos dominios fundamentales: el “mundo real” y el “mundo matemático”. El primero, representado en la zona gris de la izquierda, comprende las situaciones de la vida cotidiana, así como los fenómenos propios de la ciencia, la economía y otros ámbitos de la experiencia humana. El segundo, ubicado en la zona gris de la derecha, corresponde al dominio de las ecuaciones, fórmulas, números y variables abstractas que caracterizan el pensamiento matemático formal,

El tránsito entre estos dos mundos se organiza en cuatro fases que describen el proceso completo de modelado. La primera fase, que va de la realidad al problema estructurado, inicia con la comprensión de una situación compleja del mundo real, a partir de la cual se construye un modelo mental inicial. A continuación, tiene lugar la simplificación y estructuración, momento en el que se eliminan los detalles irrelevantes y se retienen únicamente las variables esenciales para el análisis.

La segunda fase marca el salto hacia el mundo matemático mediante la matematización. En este paso, el problema se traduce al lenguaje matemático, convirtiendo las ideas provenientes del contexto real en variables, funciones, ecuaciones o representaciones gráficas que permitan su tratamiento formal.

Una vez dentro del dominio matemático, la tercera fase consiste en el trabajo matemático propiamente dicho. Aquí se resuelve la ecuación o el sistema mediante técnicas, algoritmos o software especializado, con énfasis en la corrección de las operaciones y la obtención de resultados matemáticos válidos.

La cuarta y última fase corresponde al regreso a la realidad. Este retorno se lleva a cabo en tres movimientos sucesivos. Primero, la interpretación, que consiste en traducir el valor numérico obtenido de vuelta al contexto del mundo real. Segundo, la validación, mediante la cual se comprueba si el resultado tiene sentido y es coherente con la situación original. Tercero, la aplicación y comunicación: si el resultado supera la validación, se comunica para la toma de decisiones; de lo contrario, el ciclo se reinicia ajustando las premisas iniciales. Este carácter iterativo refleja la naturaleza dinámica del modelado como herramienta de comprensión y resolución de problemas.

Cabe señalar que estos pasos, cuando se refinan con el apoyo de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial o la realidad aumentada, fortalecen el pensamiento reflexivo y la capacidad de formular, analizar y evaluar modelos (Sanjari & Manouchehri, 2024; Özbek & Cho, 2023). De allí la relevancia de indagar no solo en la efectividad del modelado como estrategia, sino también en las condiciones que favorecen su implementación óptima en diversos contextos educativos.

Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación se formularon bajo el enfoque PECO (Población, Exposición, Comparación y Outcome o resultado), pertinente para el diseño de esta revisión sistemática. La población (P) comprende estudiantes y docentes de educación básica, secundaria y superior en contextos de enseñanza matemática; la

exposición (E) se refiere a la implementación del modelado matemático como estrategia pedagógica en la resolución de problemas, mientras que la comparación (C) alude a las estrategias de enseñanza tradicionales o a la ausencia de un modelado matemático estructurado. Los resultados (O) evaluados incluyen el desempeño, la comprensión conceptual, el pensamiento crítico y las competencias de resolución de problemas.

En estos términos, la primera pregunta busca determinar en qué medida la implementación del modelado matemático (E), frente a enfoques de enseñanza tradicionales (C), mejora el desempeño en la resolución de problemas matemáticos (O) de estudiantes de educación básica, secundaria y superior (P). La segunda pregunta examina qué competencias y vacíos formativos presentan los docentes (P) en las fases de indagación, validación y comunicación del ciclo de modelado matemático (E), y cómo condiciona la ausencia de formación específica en estas fases (C) y la calidad de la mediación pedagógica (O).

Por último, la tercera pregunta explora el papel que desempeñan las herramientas tecnológicas digitales (E) en el desarrollo de competencias de modelización y en la reducción de la ansiedad matemática (O) de los estudiantes (P), en comparación con enfoques sin mediación tecnológica (C).

Metodología

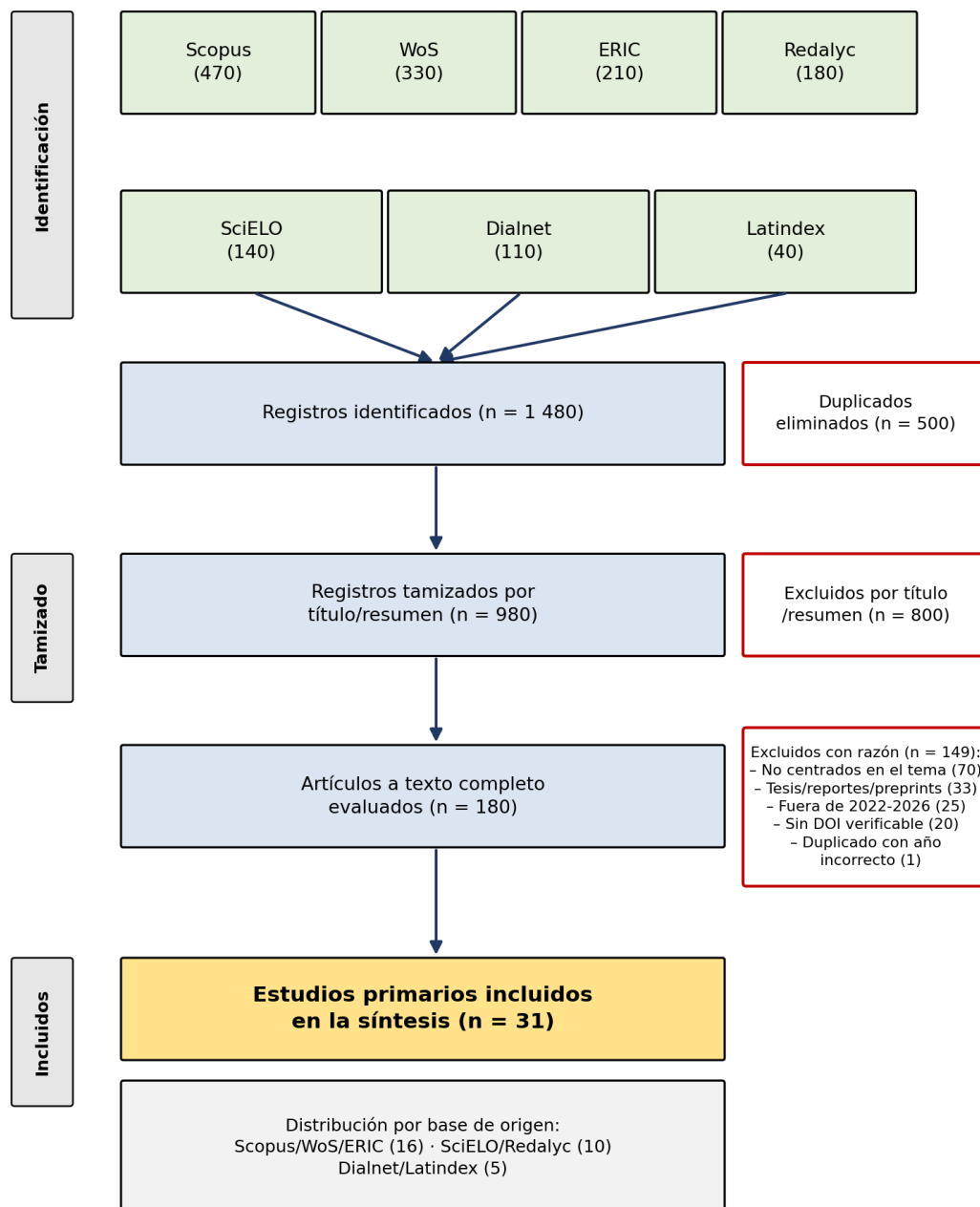
Este estudio implementa un enfoque cualitativo documental, siguiendo los lineamientos de una revisión sistemática y los criterios de la declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021), en tres fases: identificación, tamizado e inclusión. La búsqueda se ejecutó en siete bases de datos —Scopus, Web of Science (WoS), Redalyc, ERIC, SciELO, Dialnet y Latindex—, combinando producción indexada internacionalmente con producción hispanoamericana. En Scopus y WoS se aplicó la ecuación *TITLE-ABS-KEY(("mathematical modeling" OR "mathematical modelling" OR "modelado matemático" OR "modelización matemática" OR "modelación matemática") AND ("problem solving" OR "resolución de problemas") AND (education OR teaching OR "enseñanza" OR "educación"))*, restringida a artículos y revisiones en español e inglés. En ERIC se combinó la búsqueda libre con los descriptores *DE "Mathematical Models" AND DE "Problem Solving"*, filtrando por literatura arbitrada; en Redalyc y SciELO se empleó *("modelado matemático" OR "modelización matemática" OR "modelación matemática") AND ("resolución de problemas") AND (educación OR enseñanza)* sobre título, resumen y palabras clave; y en Dialnet y Latindex, por su limitada sintaxis booleana, se realizó una búsqueda combinada por campos con cribado manual documentado. El rango temporal se fijó entre 2022 y 2026.

La búsqueda identificó 1.480 registros (Scopus n=470; WoS n=330; ERIC n=210; Redalyc n=180; SciELO n=140; Dialnet n=110; Latindex n=40). Tras eliminar 500 duplicados, se tamizaron 980 registros por título y resumen, excluyéndose 800 por no abordar las variables de estudio. De los 180 artículos evaluados a texto completo, se excluyeron 149 por no centrarse en las variables (n=70), tratarse de tesis, reportes técnicos o *preprints* (n=33), estar fuera del período 2022-2026 (n=25), carecer de DOI o URL verificable (n=20), o ser un duplicado con año incorrecto (n=1). Los criterios de inclusión consideraron artículos originales o de revisión, publicados entre 2022 y 2026, en español o inglés, centrados en modelado matemático y/o resolución de problemas en contextos educativos. El corpus final quedó conformado por 31 estudios (Figura 2), distribuidos en Scopus/WoS/ERIC (n=16), SciELO/Redalyc (n=10) y Dialnet/Latindex (n=5).

La calidad metodológica se evaluó con la Herramienta de Evaluación de Métodos Mixtos (*Mixed Methods Appraisal Tool*, MMAT), versión 2018 (Hong et al., 2018), que valora diseños cualitativos, cuantitativos no aleatorizados y de métodos mixtos —predominantes en este corpus— mediante dos preguntas de tamizaje y cinco criterios por categoría de diseño; dos evaluadores lo aplicaron de forma independiente y resolvieron discrepancias por consenso. Para el subconjunto experimental y meta-analítico (Amao & Vicuña, 2026; Charalambous & Charalambous, 2023) se aplicó complementariamente la Cochrane Risk of Bias 2 (RoB 2; Sterne et al., 2019), que evalúa cinco dominios: aleatorización, desviaciones de las intervenciones, datos faltantes, medición y selección del resultado reportado. Ningún estudio fue excluido por baja calidad; las puntuaciones se usaron para ponderar cada hallazgo en la síntesis narrativa.

Figura 2

Diagrama de flujo resultante de la ejecución de los protocolos PRISMA



Resultados

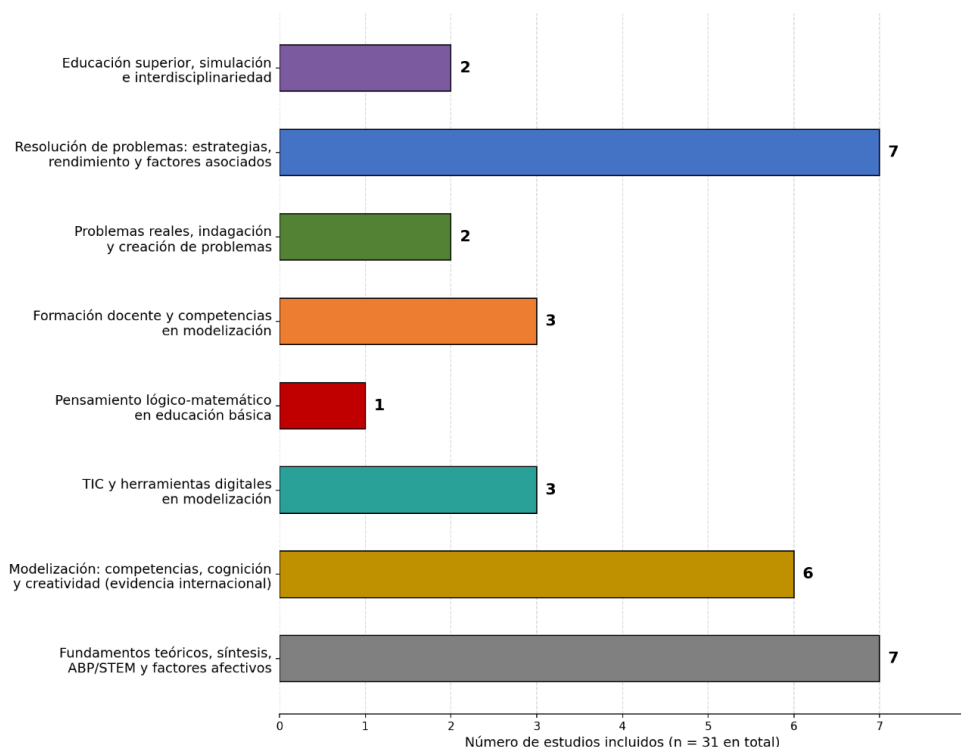
El corpus final de esta revisión sistemática está conformado por 31 estudios publicados entre 2022 y 2026, seleccionados tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión establecidos según la declaración prisma 2020. A continuación, se presenta la caracterización del corpus en términos de procedencia geográfica, bases de datos de origen y distribución temática. Posteriormente, se describen las ocho categorías emergentes. Esta organización permite visualizar tanto la diversidad de enfoques como las tendencias predominantes en la investigación reciente sobre modelado matemático como estrategia pedagógica.

Tabla 1*Características del corpus de estudios incluidos (n=31), clasificados por categoría temática*

Cita de artículo	País / Base de datos	Categoría (3.1)
Mejía et al., (2022)	Perú / Scielo	B
Barquero-Ocampo et al., (2025)	Costa Rica/Scielo	D
Malusín et al., (2025)	Ecuador/Dialnet	B
Reyes (2025).	Ecuador/Dialnet	C
Malaspina (2022)	Perú/Dialnet	C
Tambaco et al., (2025)	Ecuador/Latindex	E
Paredes Morán et al. (2025)	Ecuador/Latindex	A
Fonseca et al., (2025)	Ecuador/Latindex	A
Orihuela De la Cruz (2025)	Perú / Scopus, Google Scholar	B
Melo Albornoz y Miyagui Miyagui (2026)	Perú / Scopus	H
Amao Llaulli y Vicuña Parra (2026)	Perú / SciELO	H
Yupanqui Valverde (2023)	Perú / Scopus, SciELO, Redalyc, EBSCO	B
Heredia Ponce et al. (2024)	España / Scopus, Redalyc	B
Chavarría-Vásquez y Gamboa-Araya (2024a)	Costa Rica / SciELO, Redalyc, DOAJ	D
Díaz y Gastello (2025)	Perú / Scopus, WoS, SciELO (Rev. ESPACIOS)	B
Martínez-Miraval et al. (2025)	Perú / SciELO, Redalyc, Scopus	F
Hidayat et al. (2025)	Malasia / Scopus, WoS	H
Charalambous y Charalambous (2023)	Chipre / Scopus, WoS	G
Koyunkaya y Dede (2024)	Turquía / Scopus, WoS	F
Kaygısız y Şenel (2023)	Turquía / ERIC, Scopus	G
Wang et al. (2023)	China / Scopus, WoS, PMC	G
Cevikbas et al. (2022)	Alemania / WoS, Scopus, ERIC, PsycINFO	H
Krawitz et al. (2022)	Alemania/Taiwán / Scopus, WoS	G
Lehmann (2023)	Australia / Scopus, WoS	G
Cohen-Nissan, O., y Kohen, Z. (2023)	Israel / Scopus, WoS	G
Coa-Mamani y Obregón-Ramos (2023)	Perú/Bolivia / SciELO, Latindex	H
Martínez-Miraval et al. (2024)	Perú / SciELO, Scopus	F
Velázquez y Goñi (2024)	Uruguay/Perú / SciELO, Dialnet	B
Chavarría-Vásquez y Gamboa-Araya (2024b)	Costa Rica / Redalyc, SciELO	D
Wahyuni et al. (2024)	Indonesia / Scopus	H
Arias-De-La-Cruz y Vergara-Ibarra (2024)	Ecuador / Latindex, DOAJ	H

Fuente. Elaboración propia

Figura 3
Distribución temática del corpus (31 estudios, 2022-2026)



Distribución temática del corpus

La Figura 3 muestra la distribución del corpus final (n=31) en ocho categorías temáticas emergentes, obtenidas mediante análisis de contenido de los objetivos, variables y hallazgos de cada estudio incluido en la revisión. Estas categorías permiten visualizar las líneas de investigación predominantes en la literatura reciente sobre modelado matemático como estrategia pedagógica, así como identificar vacíos y oportunidades para futuros estudios. A continuación, se describe cada categoría con sus estudios asociados y los hallazgos más relevantes que las caracterizan.

La categoría A, denominada Educación superior, simulación e interdisciplinariedad (n=2), agrupa los estudios de Fonseca et al. (2025) y Paredes et al. (2025). Esta categoría presenta mayor densidad de autores en el nivel universitario, donde los hallazgos demuestran que la modelación alcanza su mayor desarrollo como herramienta para conectar teoría y práctica y simular fenómenos complejos.

En contraste, la categoría B, Resolución de problemas: estrategias, rendimiento y factores asociados (n=7), constituye la categoría con mayor número de estudios en el corpus. Incluye los trabajos de Mejía et al. (2022), Malusín et al. (2025), Orihuela De la Cruz (2025), Yupanqui (2023), Heredia et al. (2024), Díaz y Gastello (2025) y Velázquez-Tejeda y Goñi (2024). Los resultados confirman el impacto del modelado en cálculo y aritmética (Mejía et al., 2022; Malusín et al., 2025), con evidencia adicional sobre el rol de las metaestrategias y la comprensión lectora como mediadores del desempeño.

Por su parte, la categoría C, Problemas reales, indagación y creación de problemas (n=2), reúne los estudios de Reyes (2025) y Malaspina (2022). Ambos resaltan que la creación e invención de problemas contextualizados incrementa la motivación y la comprensión teórica del estudiante.

Un eje transversal a las categorías anteriores es la formación docente, abordado específicamente en la categoría D, Formación docente y competencias en modelización (n=3), que incluye los estudios de Barquero-Ocampo et al. (2025) y Chavarría-Vásquez y Gamboa-Araya (2024a, 2024b). Los hallazgos confirman que el éxito de la modelación en las aulas se ve frenado por vacíos metodológicos de los docentes en formación al indagar y validar modelos. Asimismo, persisten confusiones entre modelización y resolución de problemas incluso entre formadores.

En el otro extremo del sistema educativo, la categoría E, Pensamiento lógico-matemático en educación básica (n=1), está representada por el estudio de Tambaco et al. (2025). Este trabajo aplica la modelación en las etapas iniciales de la Educación General Básica, con énfasis en la transición al pensamiento abstracto. Se trata de la categoría menos representada en el corpus, lo que sugiere una oportunidad para futuras investigaciones en este nivel.

La categoría F, TIC y herramientas digitales en modelización (n=3), agrupa los estudios de Martínez-Miraval et al. (2025, 2024) y Koyunkaya y Dede (2024). Los resultados evidencian que herramientas como GeoGebra facilitan la conexión entre representaciones numéricas, algebraicas y geométricas. Además, se observa que los docentes integran múltiples herramientas cuando la tecnología se inserta de manera coherente en el currículo.

Más allá del contexto latinoamericano, la categoría G, Modelización: competencias, cognición y creatividad — evidencia internacional (n=6), incluye los trabajos de Charalambous y Charalambous (2023), Kaygısız y Şenel (2023), Wang et al. (2023), Krawitz et al. (2022), Lehmann (2023) y Cohen-Nissan y Kohen (2023). Estos estudios aportan evidencia experimental y cuasiexperimental sobre cómo la competencia de modelización se relaciona con la creatividad, la comprensión lectora, la motivación y el pensamiento algorítmico en contextos de Chipre, Turquía, China, Alemania e Israel.

Finalmente, la categoría H, Fundamentos teóricos, síntesis de la literatura, ABP/STEM y factores afectivos (n=7), agrupa estudios de diversa naturaleza. Por un lado, los trabajos de Melo y Miyagui (2026), Hidayat et al. (2025), Cevikbas et al. (2022) y Coa-Mamani y Obregón-Ramos (2023), que sistematizan el estado del arte. Por otro, los de Amao Llaulli y Vicuña Parra (2026) y Arias-De-La-Cruz y Vergara-Ibarra (2024), centrados en ABP/STEM y rendimiento. Finalmente, el estudio de Wahyuni et al. (2024), único trabajo centrado en ansiedad matemática y autoconfianza. Este conjunto confirma una brecha ya identificada: los factores socioafectivos asociados a la ansiedad matemática, mencionados a partir de Hermoza (2024), siguen desatendidos en la literatura empírica reciente.

Discusión

Los resultados de la revisión, evaluados mediante la Herramienta de Evaluación de Métodos Mixtos, indican que el modelado matemático trasciende la mejora del rendimiento académico: su efectividad está mediada por el nivel educativo, la formación docente y el diseño de tareas, en diálogo con el ciclo de siete pasos de Blum y Borromeo (2009), que revela tanto sus potencialidades como sus limitaciones.

En primer lugar, el ciclo de modelado constituye un referente analítico de gran utilidad. Mejía et al. (2022) y Malusín et al. (2025) demuestran que su implementación, aun cuando es implícita o fragmentada, produce incrementos significativos en la resolución de problemas de cálculo y aritmética básica. Sin embargo, su efectividad reside en la fase de “simplificación y estructuración”, con frecuencia pasada por alto. Malusín et al. (2025) reportan una deficiencia del 74,3% en problemas aritméticos abordados sin una estrategia de modelado, lo que confirma que el éxito práctico depende de transitar explícitamente por la fase de “comprensión y simplificación”, la menos valorada frente al “trabajo matemático” de carácter algorítmico.

En segundo lugar, el ciclo postula un movimiento entre el “mundo real” y el “mundo matemático”, núcleo de las propuestas de Reyes (2025) y Malaspina (2022), quienes destacan la creación de problemas contextualizados y validan las fases de “interpretación” y “validación”. No obstante, Barquero-Ocampo et al. (2025) señalan que los docentes en formación presentan vacíos en estas fases de cierre: el eslabón más débil no es resolver la ecuación, sino regresar al mundo real y juzgar la pertinencia del modelo, una brecha que sitúa a la formación docente como factor estructural del proceso. Esto se confirma en Chavarría-Vásquez y Gamboa-Araya (2024b), quienes documentan confusiones incluso entre formadores, mientras Charalambous y Charalambous (2023) demuestran, mediante un ensayo aleatorizado, que una intervención centrada en la estructuración y la validación produce mejoras sostenidas; es decir, estas fases son entrenables.

En tercer lugar, el análisis temático revela una concentración de la investigación en educación superior, con énfasis en la interdisciplinariedad y la simulación (Fonseca et al., 2025; Paredes et al., 2025), lo que confirma que el modelado se percibe como una herramienta potente para abordar fenómenos complejos. Esto contrasta con la escasa atención al pensamiento lógico en educación básica (Tambaco et al., 2025), brecha que cuestiona por qué no se explora con igual intensidad en el nivel donde se forman las bases del pensamiento abstracto, probablemente debido a barreras curriculares que limitan su escalamiento.

El análisis del corpus incorpora dos hallazgos relevantes. La evidencia internacional confirma que el modelado desarrolla la creatividad (Wang et al., 2023) y que la comprensión lectora incide en la construcción del modelo situacional (Krawitz et al., 2022), un obstáculo también para la primera fase del ciclo. Además, la ansiedad matemática (Wahyuni et al., 2024) reduce el desempeño en la resolución de problemas, mientras que la

autoconfianza lo protege; esto conecta con la ansiedad documentada por Hermoza (2024) en estudiantes peruanos y sugiere que el modelado podría funcionar como estrategia de mitigación afectiva, una línea de investigación futura.

Finalmente, persiste una contradicción: la teoría del ciclo ofrece un camino estructurado para el desarrollo de competencias superiores, pero su implementación está condicionada por la pobreza, la infraestructura deficiente y la baja calidad docente (Delprato, 2025; Guadalupe, 2025). Para consolidarse, el modelado requiere docentes capacitados en indagación y validación, currículos flexibles y recursos tecnológicos. La integración de tecnologías emergentes, como sugieren Sanjari y Manouchehri (2024), podría superar algunas barreras, pero no resuelve el problema de fondo: la formación docente y las políticas orientadas al pensamiento crítico como eje curricular.

Conclusiones

La revisión sistemática, a un corpus de 31 estudios de siete bases de datos y evaluados con la Herramienta de Evaluación de Métodos Mixtos, permite concluir que el modelado matemático es un enfoque multidimensional que, implementado con efectividad, mejora el rendimiento, promueve el pensamiento crítico y conecta el aprendizaje con la realidad. Sin embargo, su potencia teórica, ejemplificada en el ciclo de Blum y Borromeo (2009), se ve atenuada por factores prácticos que limitan su implementación generalizada.

Se concluye que el éxito del modelado no reside en la aplicación lineal del ciclo, sino en el dominio de sus fases menos valoradas: la estructuración inicial y la validación final. Los estudiantes mejoran cuando se les guía en la simplificación de la realidad, y los docentes fracasan cuando no saben indagar y validar, lo que señala que el eslabón crítico es la competencia docente en las fases de entrada y salida del ciclo.

Se evidencia una brecha que fragmenta el potencial del modelado: existe concentración de estudios en el nivel universitario y en competencias de modelización con enfoque interdisciplinario, mientras la educación básica y los factores socioafectivos de la ansiedad matemática permanecen desatendidos. Esto sugiere que las bondades del modelado se aprovechan para formar especialistas, pero se desaprovechan en las etapas donde podría prevenirse la ansiedad y las deficiencias cognitivas detectadas en la introducción.

La modelación matemática no es una receta pedagógica, sino una práctica que depende de la formación docente, la flexibilidad curricular y la disponibilidad de recursos; talleres que no atiendan estos factores tendrán un impacto limitado. Las futuras líneas de investigación deberían explorar modelos que integren la formación docente, el rediseño curricular y tecnologías de apoyo, abordando las brechas educativas que condicionan el desempeño estudiantil.

En definitiva, el modelado matemático es una estrategia con valor pedagógico cuya adopción exige un cambio de paradigma que trascienda el aula: no basta con enseñar a modelar, sino formar profesionales capaces de enseñar a pensar, simplificar y validar el conocimiento.

Referencias

- Aguilar, C., & Ortiz, T. (2024). Habilidades matemáticas docentes y sus perspectivas acerca de cómo desarrollan las competencias matemáticas de los estudiantes. *SCIÉND0*, 27(2), 251-256. <https://doi.org/10.17268/sciencio.2024.036>
- Amao Llaulli, W. L., & Vicuña Parra, J. R. (2026). Impacto del aprendizaje basado en problemas en matemáticas de secundaria: revisión sistemática y meta-análisis. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 10(41), 554-571. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v10i41.1224>
- Arias-De-La-Cruz, I. A., & Vergara-Ibarra, J. L. (2024). Metodología STEM para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en la Educación Básica Superior. *MQRInvestigar*, 8(4), 5845-5867. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.5845-5867>
- Barquero-Ocampo, A., Chaves-Montero, D., Chavarría-Vásquez, J., & Gamboa-Araya, R. (2025). Competencias en modelización matemática de docentes de secundaria quienes se están formando en Educación Matemática: un análisis a partir del abordaje en resolver situaciones problema. *Uniciencia*, 39(1), 1-25. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702025000100541&script=sci_arttext
- Bayug, J. (2022). The impact of mathematics in shaping the understanding of nature and humanity. *International Journal of Arts, Sciences and Education*, 3(2), 165-178. <https://www.ijase.org/index.php/ijase/article/view/134>
- Bisso, P. (2024). *Conocimientos sobre las dificultades específicas de aprendizaje de estudiantes de educación de dos universidades peruanas de Piura y Trujillo según su formación* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/26956>

- Blum, W., & Borromeo, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1, 45-58. <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/MATH601/3rd%20%26%204rth%20unit/3rd%20unit%20Modelling%20cycle.pdf>
- Cai, J., Cirillo, M., Pelesko, J. A., Borromeo Ferri, R., Borba, M. C., Geiger, V., Stillman, G., English, L. D., Wake, G., Kaiser, G., & Kwon, O. (2014). Mathematical modeling in school education: Mathematical, cognitive, curricular, instructional, and teacher educational perspectives. En *Mathematical modeling in school education: Mathematical, cognitive, curricular, instructional, and teacher educational perspectives* (pp. 1-29). Cambridge University Press. <https://scispace.com/pdf/mathematical-modeling-in-school-education-mathematical-14kbqf9lyp.pdf>
- Castro Velásquez, M. J., & Rivadeneira Loo, F. Y. (2022). Posibles causas del bajo rendimiento en las matemáticas: Una revisión a la literatura. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 1089-1098. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3635>
- Cevikbas, M., Kaiser, G., & Schukajlow, S. (2022). A systematic literature review of the current discussion on mathematical modelling competencies. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 205-236. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10104-6>
- Charalambous, C. Y., & Charalambous, C. (2023). Examining the effects of an intervention on mathematical modeling in problem solving at upper elementary grades: A cluster randomized trial. *Mathematical Thinking and Learning*, 27(2), 168-193. <https://doi.org/10.1080/10986065.2023.2270088>
- Chavarría-Vásquez, J., & Gamboa-Araya, R. (2024a). Mathematical modeling in the training process of secondary mathematics teachers. *Educare*, 28(1), 1-20. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1409-42582024000100084&lng=en&nrm=iso
- Chavarría-Vásquez, J., & Gamboa-Araya, R. (2024b). Significados y perspectivas en modelización matemática de un cuerpo docente formador en Enseñanza de la Matemática de una universidad pública costarricense. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 24(1), 1-27. <https://doi.org/10.15517/aie.v24i1.55560>
- Coa-Mamani, R., & Obregón-Ramos, J. (2023). Modelación matemática como estrategia didáctica: Una perspectiva procedimental de formación académica y científica. *Revista Docentes 2.0*, 16(2), 259-270. <https://doi.org/10.37843/rtd.v16i2.410>
- Cobefia Moreira, S. P., & Cedeño Loo, F. O. (2023). Estrategia metodológica basada en la resolución de problemas para la enseñanza del razonamiento lógico-matemático. *Revista Cognosis*, 8(EE1), 207-216. <https://doi.org/10.33936/cognosis.v8iEE1.5274>
- Cohen-Nissan, O., & Kohen, Z. (2023) Secondary school students' competencies and motivation to engage in mathematical modelling tasks in a virtual learning environment. *Frontiers in Education*, 8, 1140364. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1140364>
- Damerval Ayora, L. (2024). *Modelado matemático: Estrategia didáctica en la resolución de problemas* [Trabajo de Integración Curricular, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional UNL. <https://dspace.unl.edu.ec/items/27913cda-b40b-4212-a2a3-edff47d860a0/full>
- Delprato, M. (2025). *Identifying the post-pandemic determinants of low performing students in Latin America through interpretable Machine Learning SHAP Values: Insights from PISA 2022*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2509.24508>
- Díaz, L. Y., & Gastello, W. (2025). Competencia matemática en educación secundaria: revisión sistemática. *Revista ESPACIOS*, 46(4), 121-134. <https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n04p12>
- Flores Mayorga, C. A., & Caamaño Zambrano, R. M. (2024). El impacto de la modelación matemática en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el contexto actual. *Polo del Conocimiento*, 9(12), 3558-3562. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/9029>
- Fonseca Loya, N. S., Caiza García, D. D., Cevallos Taimal, M. R., Vargas Chavarrea, S. del P., & Casa Chicaiza, M. A. (2025). Aplicaciones de la modelación matemática en la solución de problemas complejos en ciencias y sociedad. *Ciencia y Educación*, 6(10.2), 852-860. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17857710>
- Guadalupe, C. (2025). Desempeños diferenciados en una evaluación de matemáticas en Perú: entorno local y abstracción en escuelas rurales. *Revista Peruana de Investigación Educativa*, 16(21). <https://doi.org/10.34236/rpie.v16i21.487>
- Guerrero-Ortiz, C. (2024). Modelización en la educación matemática: Tendencias, perspectivas e implicancias en la formación de profesores. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*, 4(3), 1-29. <https://doi.org/10.54541/reviem.v4i3.117>

- Hartmann, L.-M., Krawitz, J., & Schukajlow, S. (2023). Posing and solving modelling problems—Extending the modelling process from a problem posing perspective. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 44, 533-561. <https://doi.org/10.1007/s13138-023-00223-3>
- Heredia Ponce, H., Gutiérrez Molero, S., & Romero Oliva, M. F. (2024). Comprensión lectora y resolución de problemas matemáticos: un estudio de caso. *Perfiles Educativos*, 46(185). <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2024.185.61367>
- Hermoza Cárdenas, D. (2024). "La matemática me pone nervioso": Cómo varió la ansiedad hacia la matemática en los estudiantes peruanos en los últimos años. Ministerio de Educación del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/10815>
- Hidayat, R., Mohd Ayub, A. F., Setambah, M. A. B. B., & Mazlan, N. H. (2025). A systematic review of the best practices for teaching mathematical modelling in education context. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 13(4), 255-272. <https://doi.org/10.30935/scimath/17155>
- Hong, Q. N., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., Dagenais, P., ... Gagnon, M.-P. (2018). The Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Education for Information*, 34(4), 285-291. <https://doi.org/10.3233/EFI-180221>
- Kaygısız, İ., & Şenel, E. A. (2023). Investigating mathematical modeling competencies of primary school students: Reflections from a model eliciting activity. *Journal of Pedagogical Research*, 7(1), 1-24. <https://doi.org/10.33902/JPR.202317062>
- Kohen, Z., & Nitzan-Tamar, O. (2022). Contextual mathematical modelling: Problem-solving characterization and feasibility. *Education Sciences*, 12(7), 454. <https://doi.org/10.3390/educsci12070454>
- Koyunkaya, M. Y., & Dede, A. T. (2024). Using different digital tools in designing and solving mathematical modelling problems. *Education and Information Technologies*, 29, 19035–19065. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12577-3>
- Krawitz, J., Chang, Y. P., Yang, K. L., & Schukajlow, S. (2022). The role of reading comprehension in mathematical modelling: Improving the construction of a real-world model and interest in Germany and Taiwan. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 337-359. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10058-9>
- Lehmann, T. H. (2023). Mathematical modelling as a vehicle for eliciting algorithmic thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 115, 151–176. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10275-4>
- Malaspina Jurado, U. V. (2022). Estimulando la modelización matemática mediante la creación de problemas. *UNIÓN - Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(64). <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/661>
- Martínez-Miraval, M., García-Cuéllar, D., & Poveda, W. (2024). Explorando estrategias de resolución de problemas en cálculo integral con GeoGebra: un enfoque colaborativo. *Formación Universitaria*, 17(2), 161-172. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062024000200161&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Martínez-Miraval, M., García-Cuéllar, D., Tejera, M., & Curo Cubas, A. (2025). Modelización matemática en temas de Cálculo: dos aproximaciones tecnológicas a un problema de optimización. *Uniciencia*, 39(1). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702025000100315&script=sci_arttext&tlng=en
- Mejía Alemán, L. V., Gallo Águila, C. I., & Quintana Sánchez, D. J. (2022). La modelación matemática como estrategia didáctica para la resolución de problemas matemáticos. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(26), 2204-2218. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i26.485>
- Melo Albornoz, M., & Miyagui Miyagui, M. (2026). El modelado matemático en secundaria: revisión bibliográfica narrativa del proceso de enseñanza. *IGOBERNANZA*, 9(34). <https://doi.org/10.47865/igob.vol9.n34.2026.468>
- Moreno-Pino, F. M., Jiménez-Fontana, R., Cardeñoso Domingo, J. M., & Azcárate Goded, P. (2022). Training in mathematics education from a sustainability perspective: A case study of university teachers' views. *Education Sciences*, 12(3), 199. <https://doi.org/10.3390/educsci12030199>
- Orihuela De la Cruz, C. R. (2025). Resolución de problemas y habilidades matemáticas en estudiantes de secundaria: revisión sistemática. *Tribunal. Revista en Ciencias de la Educación y Ciencias Jurídicas*, 5(10). <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v5i10.131>
- Özbek, G., & Cho, S. (2023). Effects of mathematical modelling based project production and management program on gifted students' mathematical modelling and reflective thinking for real-life problem solving. *Gifted Education International*, 39(3), 327-345. <https://doi.org/10.1177/02614294221118005>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

- Paredes Morán, J. G., Muñoz Sigcha, B. N., Quijandria Lavarello, J. C., & Torres Cabrera, M. U. (2025). El papel de la modelación matemática en la educación universitaria: un enfoque interdisciplinario para la comprensión de fenómenos reales. *Reincisol*, 4(8), 4287-4306. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(8\)4287-4306](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(8)4287-4306)
- Reyes Ramírez, J. B. (2025). Modelos matemáticos aplicados a la resolución de problemas reales en entornos educativos. *Educational Regent Multidisciplinary Journal*, 2(4), 1-14. https://www.researchgate.net/publication/397667049_Modelos_matematicos_aplicados_a_la_resolucion_de_problemas_reales_en_entornos_educativos
- Salisa, R. D., & Meiliasari, M. (2023). A literature review on dyscalculia: What dyscalculia is, its characteristics, and difficulties students face in mathematics class. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 5(1), 82–94. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2023.v5i1.82-94>
- Sanjari, A., & Manouchehri, A. (2024). Interactive learning: Unpacking the influence of computer simulations on students' mathematical modeling processes. *Education Sciences*, 14(4), 397. <https://doi.org/10.3390/educsci14040397>
- Schukajlow, S., Krawitz, J., Kanefke, J., Blum, W., & Rakoczy, K. (2023). Open modelling problems: Cognitive barriers and instructional prompts. *Educational Studies in Mathematics*, 114, 417-438. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10265-6>
- Stelzer, F., Aydmune, Y., García-Coni, A., Vernucci, S., & Introzzi, I. (2023). Factores cognitivos y actitudinales involucrados en el desempeño en matemáticas en estudiantes de secundaria. *Liberabit*, 29(1), e659. <https://doi.org/10.24265/liberabit.2023.v29n1.659>
- Sterne, J. A. C., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., ... Higgins, J. P. T. (2019). RoB 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *The BMJ*, 366, l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>
- Tambaco Quintero, A. R., Barcia Cedeño, E. I., Simisterra Muñoz, J. M., Franco Valdez, J. L., & Ponce Quiñonez, D. D. (2025). Resolución de problemas de multiplicación mediante modelado: una aproximación al pensamiento matemático en la Educación General Básica. *Ciencia y Reflexión*, 4(2), 311-324. <https://doi.org/10.70747/cr.v4i2.330>
- Velázquez-Tejeda, M. E., & Goñi, F. F. (2024). Modelo de estrategia metacognitiva para el desarrollo de la resolución de problemas matemáticos. *Páginas de Educación*, 17(1). <https://doi.org/10.22235/pe.v17i1.3313>
- Vidal Valverde, G. V. (2024). El aprendizaje invertido en la competencia matemática: Una experiencia en la educación básica peruana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 99-118. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10384
- Wahyuni, R., Juniati, D., & Wijayanti, P. (2024). How do math anxiety and self-confidence affect mathematical problem solving? *TEM Journal*, 13(1), 550-560. <https://doi.org/10.18421/TEM131-58>
- Wang, X., Zhang, J., Xie, F., & Liu, C. (2023). How does mathematical modeling competency affect the creativity of middle school students? The roles of curiosity and guided inquiry teaching. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1044580>
- Yupanqui Valverde, Y. N. (2023). Estrategias didácticas para la resolución de problemas matemáticos en alumnos de educación básica regular. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(30). <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i30.638>

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial (IA)

Se declara el uso de inteligencia artificial (Claude, Anthropic) como herramienta de apoyo en la subsanación de este manuscrito, para la búsqueda de literatura académica, la corrección ortográfica y de redacción, la elaboración de las figuras 2 y 3, y la adaptación a las normas de la Revista InveCom. Todo el contenido generado fue revisado y validado por la autora, quien asume la responsabilidad plena sobre la exactitud científica y las conclusiones del estudio.