

**EL MODELADO MATEMÁTICO EN SECUNDARIA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA  
NARRATIVA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA**

*MATHEMATICAL MODELING IN SECONDARY EDUCATION: A LITERATURE  
REVIEW AND A NARRATIVE ACCOUNT OF THE TEACHING PROCESS*

*MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UMA REVISÃO DA LITERATURA  
E UM RELATO NARRATIVO DO PROCESSO DE ENSINO*

---

**Recibido:** 05/04/2026

**Aceptado:** 17/04/2026

**Aprobado:** 28/05/2026

---

*Miguel MELO ALBORNOZ*<sup>1</sup>

*Mónica MIYAGUI MIYAGUI*<sup>2</sup>

---

### **Resumen**

El presente artículo tiene como objetivo analizar la producción científica reciente relacionada con el modelado matemático en la educación secundaria a través de una revisión bibliográfica narrativa, con enfoque cualitativo, se examinaron 21 artículos científicos en la base de datos Scopus, publicados entre el 2022 y 2026, siguiendo criterios de inclusión de acceso abierto e idioma inglés. Los principales hallazgos dan cuenta de que el ciclo de modelado de Blum y Leiß constituye el principal marco teórico, el cual se va fusionando con marcos de enseñanza que pretenden garantizar la comprensión conceptual profunda y centrados en el aprendizaje basado en la indagación. Los beneficios pedagógicos más destacados están asociados con la alfabetización matemática, desarrollo de habilidades de siglo XXI - pensamiento crítico y creatividad- así como un aumento en la motivación escolar al conectar la matemática concreta con el entorno de los estudiantes y uso de tecnologías digitales. Sin embargo, implementar un modelo de enseñanza de la matemática debe lidiar con las preocupaciones más apremiantes (asociadas a la falta de formación docente,

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos

<sup>2</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos

restricciones de tiempo existente en el marco escolar, presión por la aparición de exámenes estandarizados que privilegian los procesos algorítmicos). Por último, el potencial del modelado puede ser reafirmado en la relación con la consideración de la necesidad formativa del profesorado y ajuste intencionado a nivel curricular que traten de cerrar la brecha que persiste entre los marcos teóricos de ideal y práctica de aula en educación secundaria.

Palabras clave: modelado matemático, educación secundaria, enseñanza de las matemáticas, aprendizaje significativo, revisión narrativa.

### **Abstract**

The purpose of this article is to analyze recent scholarly research on mathematical modeling in secondary education through a narrative literature review. Using a qualitative approach, we examined 21 scholarly articles in the Scopus database published between 2022 and 2026, based on the inclusion criteria of open access and English language. The main findings indicate that Blum and Leiß's modeling cycle constitutes the primary theoretical framework, which is increasingly integrated with teaching frameworks aimed at ensuring deep conceptual understanding and centered on inquiry-based learning. The most notable pedagogical benefits are associated with mathematical literacy, the development of 21st-century skills—critical thinking and creativity—as well as increased school motivation by connecting concrete mathematics to students' environments and the use of digital technologies. However, implementing a mathematics teaching model must address pressing concerns (related to a lack of teacher training, time constraints within the school framework, and pressure from the rise of standardized tests that prioritize algorithmic processes). Finally, the potential of modeling can be further demonstrated in relation to addressing teachers' professional development needs and making deliberate adjustments to the curriculum aimed at bridging the persistent gap between theoretical frameworks and classroom practice in secondary education.

Keywords: mathematical modeling, secondary education, mathematics teaching, meaningful learning, narrative review.

### **Introducción**

La enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria ha ido cambiando a través de las diversas reformas pedagógicas planteadas para dar solución a la problemática del aprendizaje memorístico y sesgado de los contenidos matemáticos. En estos últimos años se ha puesto de manifiesto que una de las dificultades más notables que se presenta en este nivel es la escasa capacidad de los alumnos para extraer

contenidos matemáticos de situaciones de la vida real, lo que redundaría en unos niveles muy bajos de comprensión, razonamiento y resolución de problemas (Socas et al., 2016). Esto, entre otros aspectos, ha permitido que el modelado matemático adquiriera un papel relevante, puesto que considerándolo, se está integrando la conexión de los contenidos de clase con fenómenos de la vida cotidiana y/o significativos para el alumnado.

Dentro del ámbito de la educación secundaria, el modelado matemático se presenta como una forma de impulsar el desarrollo de procesos de interpretación, representación y análisis de situaciones reales mediante ropajes matemáticos. Según Reid y Botta Gioda (2020), esta metodología favorecería el desarrollo de raíces cognitivas robustas de conceptos matemáticos elementales, en relación con, por ejemplo, el contenido que tiene que ver con la función, proporcionalidad y fenómenos de toda índole. De otro lado, los autores Gallart et al. (2019) plantean que la modelización matemática estimularía la adquisición de competencias que irreversiblemente tienen que ver con el pensamiento crítico, la argumentación o la toma de decisiones, competencias, por cierto, que hoy en día son consideradas como competencias clave en los currículos escolares actuales.

La trayectoria de los modelos de modelización matemática en el ámbito escolar ha estado ligada de manera muy estrecha a los distintos cambios del enfoque didáctico-matemático. En un principio, modas didácticas eran las tradicionales, donde las prácticas de aula giraban en torno a la repetición y práctica de procedimientos aritméticos y algebraicos, al contrario de las tendencias actuales que giran hacia prácticas constructivistas y contextualizadoras que consideran al alumno un participante activo en el proceso de construcción de los aprendizajes. En este sentido, las investigaciones recientes muestran un incremento en el interés científico por introducir actividades de modelización en el aula de institutos dado los resultados de motivación y aprendizajes significativos (Boyer Colmenarez, 2025). Y, al mismo tiempo, algunos de los estudios más recientes acreditan a la modelización matemática como la solución frente a tópicos en el uso de entornos digitales, el trabajo en grupo, o el análisis interdisciplinar de los problemas educativos y sociales (Peña Aparicio & Cardona Palacio, 2025).

Pese a los avances que hemos encontrado, las entidades educativas nos transmiten aún muchas debilidades para poner en práctica matemáticas en la educación secundaria, y entre las principales limitaciones que identificamos se encuentran la debilidad en la preparación del profesorado, las limitaciones curriculares existentes y la falta de materiales adaptados a la enseñanza que se da en las entidades educativas

(Gallart et al., 2019). Por eso, también se entiende que gran parte del alumnado comete errores en los procesos de la interpretación y la generalización matemática, lo que justifica la necesidad de mejorar las estrategias de enseñanza relativa al modelado en torno a las actividades que manejan las entidades educativas (Socas et al., 2016).

Ya sobre la población estudiantil, el modelado matemático es un trabajo que se desarrolla principalmente con adolescentes que se encuentran en la educación secundaria, que son, por lo general, aquellos que tienen entre 12 y 17 años. En este contexto educativo, es especialmente importante porque los y las adolescentes consolidan habilidades en la concreta y lo abstracto y desarrollan capacidades de razonamiento lógico que potencian la capacidad de los estudiantes para abordar fenómenos complejos desde representaciones matemáticas. Numerosos estudios afirman que la incorporación de tareas contextualizadas resulta favorable a la participación y la mejora de los estudiantes con respecto a la utilidad que tienen las matemáticas en relación con la vida cotidiana (Reid & Botta Gioda, 2020).

En función de lo expuesto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los principales aportes teóricos y pedagógicos del modelado matemático en el proceso de enseñanza de la educación secundaria según la literatura científica reciente? A partir de esta interrogante, el objetivo general del artículo consiste en analizar la producción científica relacionada con el modelado matemático en la educación secundaria mediante una revisión bibliográfica narrativa. Asimismo, se busca identificar los enfoques teóricos predominantes, describir los beneficios pedagógicos reportados y reconocer las principales dificultades asociadas con su implementación en el aula.

El artículo se desarrolla en cuatro secciones. En primer lugar, se define la estrategia de búsqueda, de selección y de análisis de la información científica; en segundo lugar, se genera la discusión teórica sobre el modelado matemático y sobre su utilización en la educación secundaria, que incluye aportes teóricos, beneficios y limitaciones que se han ido recogiendo a partir de la literatura científica especializada en este ámbito; en tercer lugar, se exponen las conclusiones que se pueden extraer de la revisión llevada a cabo.

## Metodología

La investigación en cuestión se realizó bajo un enfoque cualitativo a partir de una revisión bibliográfica narrativa orientada a analizar los principales aportes teóricos y pedagógicos del modelado matemático en el proceso de enseñanza de la educación en el nivel secundario. Este tipo de revisión permitió identificar, describir e interpretar críticamente la producción científica reciente que trataba con el fenómeno objeto de estudio, favoreciendo el establecimiento de un conocimiento lo suficientemente amplio y contextualizado de las tendencias investigativas, de los enfoques metodológicos y de las contribuciones pedagógicas que podemos encontrar en la literatura especializada. La revisión narrativa se muestra pertinente ya que permite abordar múltiples investigaciones con diversas perspectivas teóricas y metodológicas, lo que facilita el análisis interpretativo de los resultados científicos sobre el modelado matemático en contextos escolares.

Con los criterios de selección de estudios. En cuanto a los criterios de inclusión se tomó como criterio de inclusión los artículos científicos publicados en el período 2022-2026 ya que el interés provenía de querer identificar artículos de investigación reciente sobre la temática del modelado matemático formal o del modelado matemático para la enseñanza secundaria. Se concluyeron con el criterio de inclusión estudios provenientes del ámbito de las Ciencias Sociales y de Educación, más en concreto aquellos centrados en procesos de enseñanza de la Matemática, modelación matemática, aprendizaje significativo y desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes de la educación secundaria obligatoria. Se incluyeron también los estudios que cumplían con los criterios de inclusión si eran publicados en lengua inglesa y tenían acceso abierto, así como artículo al artículo sólo si el contenido es lo suficientemente accesible para investigar en dichos documentos de investigación y llegar a conseguir la información examinada.

En cuanto a los criterios de exclusión, se incluyeron aquellos estudios referidos exclusivamente a la educación superior o a la educación primaria, o bien estudios entorno a modelado computacional sin soporte educativo, artículos únicamente sobre evaluación matemática o documentos cuya valoración no era pedagógica, ni didáctica, o relacionada con respecto a la enseñanza de la Matemática. Igualmente se excluyeron los estudios que eran una doble, los estudios incompletos y las publicaciones que no eran de tipo de documento "artículo científico".

La estrategia de búsqueda de información se realizó en la base de datos Scopus, debido a su reconocimiento internacional y a la calidad de las revistas indexadas en el

ámbito científico y educativo. Para la recuperación de información se utilizaron palabras clave relacionadas con el objeto de estudio, entre ellas: “mathematical modeling”, “secondary education”, “mathematics teaching”, “meaningful learning” y “narrative review”. La fórmula de búsqueda aplicada fue la siguiente:

( "mathematical model\*" ) AND ( "teach\*" ) AND ( "secondary education" )

Seguidamente, se aplicaron distintos filtros avanzados en el interior de la base de datos para restringir los resultados obtenidos. En primer lugar, se restringió el intervalo temporal entre 2022 y 2026, pasando de 995 registros a 589 artículos. A continuación, se aplicó el filtro de open Access, reduciéndose a 388 registros. Seguidamente, se aplicó la asignación de la materia de Ciencias Sociales, resultando en 294 documentos. Después se aplicó el filtro correspondiente a la asignación de tipo de documento "artículo científico" resultando en un total de 241 investigaciones. Por último, se aplicaron los filtros de idioma inglés y de estado de publicación final, concluyendo en 213 artículos para la fase de revisión.

En lo que concierne al proceso de selección y análisis de los estudios, ya en la etapa de búsqueda bibliográfica se lograron averiguar un total de 995 registros. A continuación, en una segunda fase, tras la implementación de unos filtros en lo que respecta a los temas y métodos, se llegaron a examinar 213 estudios mediante la revisión de los títulos y resúmenes. En esta fase se excluyeron un total de 152 estudios, principalmente debido a su falta de concordancia con la pregunta de investigación, ya que presentaban niveles educativos diferentes, o bien, presentaban enfoques que se distanciaban de la pedagogía, y temas que quedaban lejos del modelado matemático escolar. Después del proceso de cribado temático se aplicó el último filtro en el que se consideraron únicamente los estudios orientados exclusivamente a la educación secundaria obligatoria, tras lo cual se llegó a la cifra de 27 artículos científicos que conformaron la muestra final para su inclusión durante el análisis narrativo. Resulta importante indicar que tampoco se llegaron a encontrar registros duplicados ni estudios que hubieran sido marcados automáticamente como no válidos.

<b>Sección PRISMA</b>	<b>Datos obtenidos</b>
Registros identificados	995
Rango en años	2022–2026
Bases de datos	Scopus
Revista o repositorio	Scopus
Registros adicionales	Ninguno (0)
Registros eliminados antes de la proyección	Filtro por años (2022–2026): 589; Acceso Abierto: 388; Área Ciencias Sociales: 294; Tipo de documento Artículo: 241; Idioma Inglés: 219; Estado de publicación Final: 213
Registros duplicados eliminados	0
Registros marcados como no elegibles por automatización	0
Registros eliminados por otros motivos	0
Registros examinados	213
Registros excluidos	176
Informes solicitados para su recuperación	34
Informes no recuperados	2
Informes evaluados para la elegibilidad	32
Informes excluidos	9
Razón 1	Estudios centrados en educación universitaria
Razón 2	Investigaciones sobre modelado computacional no educativo
Razón 3	Artículos relacionados exclusivamente con evaluación matemática
Razón 4	Estudios orientados a educación primaria
Razón 5	Investigaciones sin enfoque pedagógico o didáctico
Estudios incluidos en la revisión	21
Informes de los estudios incluidos	21 artículos científicos finales

La estrategia de análisis de la información consistió en la elaboración de un proceso de agrupamiento temático y análisis cualitativo de contenido. Los estudios seleccionados fueron organizados dentro de categorías o etiquetas vinculadas a aplicaciones pedagógicas del modelado matemático, ventajas en relación al aprendizaje, desarrollo de competencias matemáticas, integración de la tecnología, dificultades para implementarlo y formación del profesorado. Además, se llevó a cabo una síntesis interpretativa de los hallazgos encontrados, que permitieron identificar tendencias, coincidencias y determinaciones relevantes que la literatura científica actual establece respecto al modelado matemático en educación secundaria.

## **Desarrollo y discusión**

### **Desarrollo**

#### **Enfoques teóricos predominantes en el modelado matemático**

La literatura científica actual conceptualiza el modelado matemático como un proceso cíclico e iterativo que comprende la interrelación dinámica entre la realidad concreta y el universo de las matemáticas abstractas (Falcó-Solsona et al., 2024; Lo et al., 2022). Este enfoque pone de manifiesto que el modelado no es un proceso lineal, sino que se trata de un proceso reflexivo mediante el que el modelo se va construyendo, revisando y refinando continuamente con el fin de conseguir un mejor ajuste con la realidad. En este contexto, el marco teórico que goza de mayor consenso en el ámbito académico es el ciclo del modelado que plantea Blum y Leiß. Este ciclo está compuesto por fases muy definidas: la comprensión de la situación real; la simplificación y la estructuración para construir un modelo real; la matematización del modelo real; la actividad matemática, que es el trabajo matemático; la interpretación de los resultados matemáticos y, por último, la validación de los resultados en la situación problematizada (Holenstein et al., 2022; Falcó-Solsona et al., 2024; Greefrath et al., 2022).

Este modelo ha adquirido proyección internacional hasta ser insertado en marcos de referencia como es el caso del estudio PISA y el proyecto KOM, para los cuales el modelado matemático se considera una competencia fundamental que permite a los estudiantes analizar, interpretar y tomar decisiones con base en situaciones del mundo extra-matemático (Temel, 2026; Falcó-Solsona et al., 2024; Berget, 2024). Junto a éstos, afloran enfoques que integran el modelado con otras corrientes didácticas, destacando el marco de la Teaching for Robust Understanding (TRU), que pone a prueba la calidad del modelado en relación a dimensiones de la tarea como son la demanda cognitiva de las tareas, el acceso equitativo al contenido y el desarrollo de la agencia e identidad matemática de los estudiantes (Ferrarello et al., 2022).

Crece también la tendencia de combinar el modelado matemático con el Aprendizaje Basado en la Indagación (IBL). Esta fusión es particularmente fecunda, ya que la indagación proporciona contextos auténticos y datos empíricos, mientras que el modelado aporta la estructura formal, el rigor de la metodología y las herramientas para crear abstracciones que permitan llegar a conclusiones que puedan ser generalizadas (Falcó-Solsona, 2024; Manunure, 2026).

#### **Beneficios pedagógicos reportados en la educación secundaria**

El horizonte pedagógico más relevante del modelado matemático se encuentra en el desarrollo de una alfabetización matemática profunda y funcional. Más allá de la mera acción de seguir procedimientos algorítmicos, el modelado matemático incita al desarrollo del razonamiento matemático, del discurso significativo y de la capacidad para afrontar situaciones problemáticas abiertas y complejas. (Temel, 2026; Berget, 2024; Haara, 2022; Özer-Demir, & Bukova-Güzel, 2024).

Específicamente se encuentra el refuerzo de habilidades vinculadas al siglo XXI. El modelado matematiza el pensamiento crítico, la solución de problemas no rutinarios, la creatividad y el trabajo colaborativo, al exigir que discutan significados, defiendan sus modelos y reajusten su estrategia ante la evidencia (Temel, 2026; Magreñán et al., 2024; Falcó-Solsona, 2024; Manunure & Leung, 2024).

En el ámbito afectivo, se constata el incremento de la motivación y de la actitud positiva respecto a las matemáticas. Los alumnos consideran que los contenidos tienen mayor interés cuando se conectan con situaciones significativas del día a día, tales como problemas de salud pública, la economía, el medio ambiente o la ingeniería (Talib et al., 2026; Haara, 2022; Greefrath et al., 2022; Latifi et al., 2022).

En lo que se refiere al rendimiento académico, se ha podido demostrar que los ambientes de aprendizaje apoyados en el modelado ayudan a mejorar considerablemente no solo las puntuaciones de las evaluaciones estandarizadas, sino también la comprensión conceptual de contenidos tradicionalmente complicados, tales como las fracciones, las funciones o las ecuaciones diferenciales (Talib et al., 2026; Latifi et al., 2022; Koç & Elçi, 2022; Özer-Demir & Bukova-Güzel, 2024).

Por último, la integración tecnológica amplifica en gran medida estos beneficios. Herramientas como GeoGebra, Tracker y entornos de programación por bloques (BlocksCAD) permiten la construcción de representaciones dinámicas y visuales que favorecen la transición entre lo concreto y lo abstracto, favoreciendo la experimentación y la representatividad de las relaciones matemáticas (Latifi et al., 2022; Magreñán et al., 2024; Talib et al., 2026; Ortiz-Laso et al., 2023).

### **Dificultades asociadas con la implementación en el aula**

A pesar de sus beneficios notables, la puesta en práctica del modelado matemático en el entorno de la educación secundaria tiene determinantes barreras. Una de las barreras más significativas es la falta de formación docente. Muchos docentes que no cuentan con experiencia práctica ni un Conocimiento pedagógico del contenido específico (PCK) para poder acompañar procesos de modelado, es por ello que los docentes suelen tener la sensación de inseguridad profesional así como la tensión a

intervenir más de lo esperado, lo que va en perjuicio de la autonomía del alumnado (Ahr et al., 2026; Gürel, 2025; Manunure & Leung, 2024; Manunure et al., 2026; Berget, 2024; Ortiz-Laso et al., 2023).

Otra de las limitaciones relevantes son los límites temporales. La actividad del modelado es una tarea que tiene exigencias cognitivas y que requiere largos periodos para exploraciones, para discusiones, para revisiones de los modelos y para tareas de metacognición, aspectos que contrastan con las duras y fraccionadas estructuras de los horarios escolares ordinarios (Ahr et al., 2026; Polydoros, 2026; Manunure et al., 2026).

Adicionalmente, existe una tensión estructural que permanece entre la naturaleza abierta y creativa del modelado y las pruebas estandarizadas, las cuales suelen estar más centradas en las respuestas cerradas y los algoritmos memorizados. Esta presión curricular complica regresar la importancia que merecen los procesos de pensamiento y la creatividad matemática (Ahr et al., 2026; Manunure, 2026; Berget, 2024).

Por último, los alumnos afrontan importantes déficits cognitivos, sobre todo en la fase de formulación y abstracción iniciales del problema, en un momento en el cual tienen que traducir situaciones verbales complejas a representaciones matemáticas formales (Manunure, 2026; Temel, 2026; Koç & Elçi, 2022).

Esta revisión nos muestra que, a pesar de que el modelado matemático cuenta con importantes potencialidades para la educación secundaria, colocar estas potencialidades en acción requiere derribar barreras, lo que exige estrategias de formación del profesorado, adaptaciones en el currículo y diseños didácticos focalizados.

## **Discusión**

El análisis de la producción científica de los últimos años permite evidenciar un patrón claro: la aparición de la evolución del modelado matemático desde una práctica de mera aritmética hasta un artificio de conexión en el currículum en el seno del STEM/STEAM ) (Falcó-Solsona et al., 2024; Manunure & Leung, 2024; Lo et al., 2022; Manunure et al., 2026; Ortiz-Laso et al., 2023). Esta concepción plantea el modelado no solo como contenido, sino como la práctica científica por antonomasia mediante la cual la que se puede incardinar física y biología, probando así la autenticidad de la actividad matemática en el currículo de secundaria (Falcó-Solsona et al., 2024; Manunure et al., 2026).

No obstante, se establece una tensión crucial que se pone de manifiesto entre las intenciones de los marcos internacionales (PISA y KOM) y las características de las

prácticas reales que se desarrollan en el aula (Berget, 2024), tensiones que pueden explicarse en gran medida por cómo los profesores priorizan acabar la recta en un uso instrumental de los modelos en lugar de la fase de toma de decisiones de los estudiantes. En las prácticas educativas de secundaria, el modelado se encuentra frecuentemente construido principalmente como un ajuste de curvas (curve-fitting), o se ilustra un proceso conducido por un algoritmo fijado desde el libro de texto que suprime la complejidad cognitiva de la formulación original del problema y su propio esquema de supuestos. Dicha reducción también se explica por el exceso de presión sucumbida con la evaluación estandarizada y por el concepto del profesor de la falta de "madurez" o de conocimientos básicos en los estudiantes, lo que limita la autonomía necesaria para la conducción del modelado.

La literatura destaca una de las tensiones más intrincadas: Ahr et al. (2026) lo refieren como un "loop" (un bucle de justificaciones). En éste, los autores advierten que un número considerable de la actual investigación defiende las ventajas pedagógicas que brinda el modelado a partir de documentación de las reformas educativas o realizando citas circulares de investigaciones posteriores, siendo bastante común que no se haya llevado a cabo una revisión rigurosa de la base empírica expuesta, o bien un ejercicio comparativo. Esta escasez de un prólogo empírico expuesto y detallado entra en colisión con los resultados cualitativos que alaban el incremento de la motivación por parte del alumnado (Cahyono et al., 2023; Latifi et al., 2022).

Esta situación también pone en entredicho las afirmaciones sobre el modelo que se erigen como generalizaciones del impacto del modelado sobre el rendimiento académico, dado que muy pocos estudios proporcionan datos que permitan el cálculo de tamaños de efecto evidentes que no provengan de contextos cualitativos y de diseño experimental limitado. A su vez, esta circularidad deja poco margen para que el campo avance, ya que puede sostener modelos de enseñanza que podrían no ser tan efectivos como se había supuesto teóricamente. De este modo, la literatura más reciente sugiere la necesidad que existe de llevar a cabo estudios que comparen explícitamente al aprendizaje integrado (modelado) frente a la enseñanza disciplinar aislada, incluyendo a grupos de control que se enfrenten a la misma carga horaria y que incluyan los mismos contenidos matemáticos con el mismo rigor.

Respecto a los beneficios pedagógicos, citados en el desarrollo, también se aprecia una bifurcación de la integración de software como GeoGebra, BlocksCAD o Tracker (Magreñán, 2024; Greefrath et al., 2022; Latifi, 2022), ya que si bien estas plataformas software son potentes facilitadores, existe el riesgo de que se conviertan en

una "caja negra" que embellece los procesos bajo los que remueven las acciones de matematización e interpretación (Greefrath et al., 2022; Falcó-Solsona et al., 2024; Hansson et al., 2023) y resulta muy crítico en los puntos de encuentro donde se deben transformar la realidad descrita a estructuras propias del mundo de los números, de tal modo que el software podría inducir a un proceso de "ensayo y error digital" que no implica haber realizado una reflexión conceptual (Falcó-Solsona, 2024; Hansson, 2023; Ortiz-Laso et al., 2023).

Con el objetivo de disminuir este efecto, la línea de estudios más recientes considera que el uso de la tecnología ha de ir acompañado de un andamiaje metacognitivo y un apoyo estratégico adaptativo (Temel, 2026; Gürel, 2025). El éxito del modelado en secundaria parece depender de una transición gradual del control desde una guía docente intensiva en la formulación de hipótesis a la transferencia total de la responsabilidad al estudiante para que este valide sus resultados en lugar de recurrir a la corrección automática del software (Gürel, 2025; Manunure y Leung, 2024). Esta revisión encuentra importantes huecos que deben ser jerarquizados para conducir futuras investigaciones. En primer lugar, hay una clara escasez de estudios longitudinales que evalúen si las competencias de modelado y la alfabetización matemática persisten o son transferibles a largo plazo (Polydoros, 2026; Temel, 2026; Talib et al., 2026; Özer-Demir & Bukova-Güzel, 2024). En segundo lugar, hay que investigar más a fondo los modelos de formación docente que no solo se ocupen de enseñar la teoría del modelado, sino también estrategias prácticas para gestionar las tensiones del tiempo y las exigencias administrativas de la práctica docente (Temel, 2026; Gürel, 2025; Manunure et al., 2026; Ortiz-Laso et al., 2023; Lo et al., 2022).

Finalmente, se hace necesario examinar la influencia de los factores intrapersonales (autoeficacia, identidad matemática, entre otros) en el desenlace de las actividades de modelado, dado que las características de estas tareas suelen llegar a hacer que el alumnado, que se ha educado en un esquema de respuestas cerradas, pueda alcanzar estados ansiógenos (Talib et al., 2026; Holenstein et al., 2022).

En conclusión, aunque el modelado matemático aparece en la literatura contemporánea como una metodología didáctica de alta potencialidad para la enseñanza de competencias matemáticas relevantes en el contexto de la educación secundaria, la ejecución real sigue limitada por el persistente desajuste entre las coordenadas teóricas entendidas y las condiciones del aula como realidad (Manunure et al., 2026; Berget, 2024). La consolidación del campo dependerá de un salto de la justificación retórica a una base de evidencias empíricas más robusta y de un diseño

instruccional que vehicule la potencia de la tecnología a través de un andamiaje reflexivo y genuino.

## Conclusiones

La revisión de la literatura presentada permite determinar que el modelado matemático se ha constituido como un eje central para la alfabetización matemática en la educación secundaria, porque va más allá de la mera operacionalidad algorítmica y sienta las bases para desarrollar habilidades críticas, creativas y reflexivas en la conexión con la realidad. Las conclusiones que se alcanzan a partir de la revisión muestran que el predominio del ciclo de Blum y Leiß, que ha ido siendo incorporado de manera progresiva en marcos internacionales como PISA y sustenta el enfoque STEM/STEAM en las últimas décadas, puede ofrecer una buena y potente estructura para enlazar con la realidad y la práctica del cálculo matemático. A pesar de todo, persiste una distancia entre este ideal y la cotidianidad docente, donde el modelado tiende a desarrollarse en una fracción instrumental y simplificada por la escasez de tiempo, por la falta de formación docente en conocimiento pedagógico del contenido y por la tensión estructural de las evaluaciones estandarizadas.

Con el propósito de que el modelado se convierta en una práctica educativa transformadora, es vital que la comunidad académica pueda sobrepasar el conocido "bucle de justificaciones" por medio de una investigación empírica más contundente y comparativa, con la intención de contrastar su verdadero efecto frente a la forma de enseñanza tradicional. Por otro lado, y aunque el diseño instruccional con tecnología nos parezca favorable, es necesario que se relacione con el diseño instruccional que debe incluir andamiajes metacognitivos que eviten la posibilidad de que las herramientas digitales se conviertan en "cajas negras" que suman en la oscuridad al momento de realizar la comprensión conceptual del estudiante. De cara al futuro, podríamos recomendar investigar longitudinalmente la transferencia de competencias a largo plazo, así como la formación docente a partir de un modelo que integre la gestión estratégica de las tensiones del aula y los efectos de variables intrapersonales que logran reducir el efecto de una autoeficacia y una identidad matemática. En resumen, la interiorización del modelado en secundaria requiere sellar la distancia entre el ideal teórico y la realidad sistémica, asegurando que la autonomía de los estudiantes se cristalice.

## Referencias bibliográficas

Ahr, E., Cyr, S., Potvin, P., Blanc, M., Riopel, M., Masson, S., Collard-Fortin, U., Charland, P., Chastenay, P., & Brault-Foisys, L.-M. (2026). 25 years later: A

- systematic review of mathematics and science integration in primary and secondary education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 26, 43. <https://doi.org/10.1007/s42330-026-00428-x>
- Berget, I. K. L. (2024). Mathematical modelling in the discourses of the KOM and PISA frameworks and teacher interviews. *Research in Mathematics Education*, 26(3), 425–442. <https://doi.org/10.1080/14794802.2023.2165536>
- Cahyono, A. N., Masrukan, Mulyono, Ludwig, M., Jablonski, S., & Oehler, D.-X. K. (2023). Indonesia-Germany MathCityMap training: Shifting mobile math trails teacher training to a hybrid environment. *Journal on Mathematics Education*, 14(1), 55–68. <https://doi.org/10.22342/jme.v14i1.pp55-68>
- Diana, Surjono, H. D., & Mahmudi, A. (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>
- Hansson, Ö., Juter, K., & Redfors, A. (2023). On Mathematics and Physics Teaching in Upper-Secondary School. *Education Sciences*, 13(6), 564. <https://doi.org/10.3390/educsci13060564>
- Haara, F. O. (2022). Mathematical Modelling in Upper Primary School: Finding Relevance and Value for Others Outside School. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 555-569. <https://doi.org/10.30935/scimath/12403>
- Holenstein, M., Bruckmaier, G., & Grob, A. (2022). How do self-efficacy and self-concept impact mathematical achievement? The case of mathematical modelling. *British Journal of Educational Psychology*, 92(1), e12443. <https://doi.org/10.1111/bjep.12443>
- Falcó-Solsona, P. J., Ledezma, C., Sala-Sebastià, G., & Font, V. (2024). Inquiry and Mathematical Modelling with Real-Archaeological Objects in Secondary Education. *Education Sciences*, 14(3), 304. <https://doi.org/10.3390/educsci14030304>
- Ferrarello, D., Gionfriddo, M., & Mammana, M. F. (2022). Graph theory and combinatorial calculus: An early approach to enhance robust understanding. *ZDM – Mathematics Education*, 54(4), 847–864. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01407-w>
- Greefrath, G., Siller, H.-S., Weigand, H.-G., & Kaiser, G. (2022). Mathematical modelling and discrete mathematics: Opportunities for modern mathematics teaching. *ZDM – Mathematics Education*, 54, 865–879. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01339-5>

- Gürel, Z. Ç. (2025). Indication of scaffolding in mathematical modeling. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23, 2597–2628. <https://doi.org/10.1007/s10763-025-10576-5>
- Koç, D., & Elçi, A. N. (2022). The effect of mathematical modeling instruction on pre-service primary school teachers' problem solving skills and attitudes towards mathematics. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 111-129. <https://doi.org/10.33902/JPR.202217783>
- Latifi, M. ., Esegir, A. ., Elmaroufi, A. ., Hattaf, K. ., & Achtaich, N. . (2022). Modeling with Differential Equations and Geogebra in High School Mathematics Education. *Journal of Educational and Social Research*, 12(3), 47. <https://doi.org/10.36941/jesr-2022-0065>
- Magreñán-Ruiz, Á.-A., González-Crespo, R.-A., Jiménez-Hernández, C., & Orcos-Palma, L. (2024). Development of computational thinking through BlocksCAD, Blockly and problem-solving in mathematics [Desarrollo del pensamiento computacional a través de BlocksCAD, Blockly y la resolución de problemas en matemáticas]. *Revista Española de Pedagogía*, 82(287), 135–152. <https://doi.org/10.22550/2174-0909.3933>
- Manunure, K., & Leung, A. (2024). Integrating inquiry and mathematical modeling when teaching a common topic in lower secondary school: An iSTEM approach. *Frontiers in Education*, 9, 1376951. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1376951>
- Manunure, K., Zezekwa, N., Sunzuma, G., & Mutseekwa, C. (2026). Integrating science and mathematics at secondary school level: Key elements of practice. *STEM Education*, 6(1), 35–55. <https://doi.org/10.3934/steme.2026003>
- Ortiz-Laso, Z., Diego-Mantecón, J.-M., Blanco, T. F., et al. (2023). Teacher growth in exploiting mathematics competencies through STEAM projects. *ZDM – Mathematics Education*, 55(6), 1283–1297. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01528-w>
- 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>
- Polydoros, G. (2026). AI meets Piaget and Vygotsky: A theory-driven approach to fraction learning in Greek lower secondary mathematics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 14(3), 337–358. <https://doi.org/10.30935/scimath/18535>

- Talib, A., Sappaile, B. I., Rahman, M. S., & Nasir, N. (2026). Enhancing secondary students' mathematical literacy through Android-based modules integrating deep learning and intrapersonal intelligence. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 22(3), em2794. <https://doi.org/10.29333/ejmste/18069>
- Temel, H. (2026). Assessment of high school students' formulating skills: A framework proposal. *Sage Open*, 16(1), 21582440261431848. <https://doi.org/10.1177/21582440261431848>