



<https://doi.org/10.21704/rtn.v19i1.2359>

## La enseñanza de la modelación matemática en educación básica: una revisión sistemática

### Teaching mathematical modeling in basic education: a systematic review

Jhon E. Gomez<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria la Molina Lima, Perú.

\*Autor de correspondencia: [jhongomez@lamolina.edu.pe](mailto:jhongomez@lamolina.edu.pe)

Recibido: 07/04/2025; Aceptado: 29/05/2025; Publicado: 30/06/2025

#### Resumen

El estudio tuvo por objetivo conocer la producción académica en el mundo sobre estudios que abordan la enseñanza de la modelación matemática de educación básica. La metodología se basó en el análisis de artículos seleccionados de fuentes extraídas de base de datos, referentes a modelación matemática y educación básica publicados entre 2020 y 2023. Los resultados muestran que la enseñanza de la modelación matemática en educación básica requiere ser atendida por docentes y autoridades en su enseñanza como elemento de importancia en el currículo para alcanzar las mejoras requeridas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula. El maestro constituye un mediador-consejero, intérprete de la realidad y lingüista matemático, roles que efectúa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la modelación matemática en la teoría y en la práctica.

**Palabras clave:** Modelación matemática, educación básica, currículo.

#### Forma de citar el artículo (Formato APA):

Gomez, J.E. (2025). La enseñanza de la modelación matemática en educación básica: una revisión sistemática *Tierra Nuestra*. 19(1), 64-76 (2025) <https://doi.org/10.21704/rtn.v19i1.2359>

Autor de correspondencia (\*): Jhon E. Gomez. Email: [jhongomez@lamolina.edu.pe](mailto:jhongomez@lamolina.edu.pe)

© Los autores. Publicado por la Universidad Nacional Agraria La Molina.

This is an open access article under the CC BY

### Abstract

The study aimed to understand the worldwide academic output on studies addressing the teaching of mathematical modeling in basic education. The methodology was based on the analysis of selected articles from database sources, with reference to mathematical modeling and basic education, published between 2020 and 2023. The results show that the teaching of mathematical modeling in basic education requires attention from teachers and educational authorities as an important element in the curriculum for the required improvements in the teaching-learning process in the classroom. The teacher serves as a mediator-counselor, interpreter of reality, and mathematical linguist, roles they play in the teaching-learning process of mathematical modeling in theory and practice.

**Keywords:** Mathematical modeling, basic education, curriculum

---

### Resumo

O estudo teve como objetivo compreender a produção acadêmica mundial sobre o ensino de modelagem matemática na educação básica. A metodologia baseou-se na análise de artigos selecionados em bases de dados, com referência à modelagem matemática e educação básica, publicados entre 2020 e 2023. Os resultados demonstram que o ensino de modelagem matemática na educação básica requer atenção de professores e autoridades educacionais como um elemento importante no currículo para as melhorias necessárias no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. O professor atua como mediador-orientador, intérprete da realidade e linguista matemático, papéis que desempenha no processo de ensino-aprendizagem de modelagem matemática na teoria e na prática.

**Palavras-chave:** Modelagem matemática, educação básica, currículo.

---

## 1. Introducción

La enseñanza de la modelación matemática ha pasado por diferentes valoraciones en el proceso educativo, por lo que su definición y consideración en la enseñanza ha sufrido diversos cambios. Biembengut y Hein (2004) afirmaron que la modelación como método de enseñanza permite generar un modelo matemático, definido este como un conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que representan un fenómeno real o situación problema. Este modelo se puede expresar a través de fórmulas o expresiones numéricas, gráficos o formas geométricas, ecuaciones algebraicas, programas computacionales, entre otros, para cualquier nivel de escolaridad.

La naturaleza semiótica del aprendizaje en Matemáticas, sugerida por D'Amore *et al.* (2015), fue evidente en la actividad de modelación matemática, al resolver el problema geométrico de minimizar un camino (el camino del cordón de un zapato) que fue dándose a través de signos y representaciones en diferentes sistemas semióticos. Por ello, se distinguen tres etapas relacionadas con el uso de los signos y su asociación con la construcción de la solución del problema: (a) el uso de signos a partir de un sistema gestual y verbal para

enviar una solución; (b) el uso de representaciones que señalan una transición desde comunicación puramente verbal y gestual para visualizar propiedades geométricas, asociado con la solución; y, (c) el uso de un sistema simbólico formal específico de un contexto matemático para proponer una solución al problema.

La modelación matemática refiere a actividades desarrolladas en educación básica (EB) que tienen como objetivo, además de desarrollar conocimientos matemáticos, el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes. En el entorno modelación matemática, los estudiantes son invitados a investigar estas situaciones reales para comprenderlas, problematizarlas y proponerles soluciones utilizando sus conocimientos matemáticos previos y, al mismo tiempo, para aprender nuevos conceptos y contenidos matemáticos (Mesquita *et al.*, 2021).

El modelamiento o la modelación son procesos de abstracción capaces de descubrir y estudiar nuevas relaciones, las cualidades de un objeto de estudio. Al añadirse el término “matemático” se entiende que el objeto de estudio refiere a un objeto matemático. Entonces, se habla de modelamiento cuando se refiere a la habilidad o la capacidad de traducir una situación real

a la matemática (Blum, 2015). Por otro lado, “modelación”, en la Real Academia Española (RAE), significa acción y efecto de modelar. De este modo, “modelación” se circunscribe al proceso de modelar, es decir, el acto mismo de traducir el hecho real a términos matemáticos (Ministerio de Educación de Chile, 2016). Ambos términos son utilizados en el ámbito académico universitario. En el presente estudio, si bien ambos tienen similitud, se eligió el término “modelación matemática”.

Las teorías que refieren a la enseñanza de la modelación matemática en la EB se orientan a la teoría antropológica de la didáctica. Los objetivos planteados son los que siguen:

- Conocer la producción académica en el mundo sobre estudios que tratan la enseñanza de modelación matemática de EB.
- Identificar a los autores que desarrollan la enseñanza de la modelación matemática.
- Determinar cómo se fundamenta la enseñanza de la modelación matemática y qué autores son considerados.
- Determinar el aporte de la enseñanza de la modelación matemática en el currículo.
- Establecer los obstáculos que se presentan para la enseñanza de la modelación matemática.

El problema de esta investigación se justifica ante la escasez de estudios realizados en torno a la modelación matemática en EB, por lo que teóricamente ayudará a dar fundamentos a esta materia. En esos términos, el presente estudio se justifica por el conocimiento de la modelación matemática en el contexto de la EB. Por otra parte, el estudio es relevante en la práctica, porque permitirá conocer cómo se viene implantando la modelación matemática en el aula. De esta manera, esta revisión de la literatura servirá para contar con información para la toma de decisiones a nivel curricular.

## **2. Estudios previos de revisión de la literatura sobre la enseñanza de la modelación matemática**

En esta sección, se consideran estudios sobre la base de la revisión de la literatura acerca de la enseñanza de la modelación matemática en la EB. Se aprecia que escasean los estudios de esta índole. Se cuenta con el trabajo de Cambi y Caldeira (2023), que realizaron un estudio cualitativo de 6 tesis, 37 disertaciones de maestría académica y 62 disertaciones de maestría profesional, defendidas en el período de 1987 a 2016,

que informan, describen o problematizan el desarrollo de las actividades de modelización en el aula de EB. Sus hallazgos indicaron que el entrelazamiento y la articulación de saberes de la Psicología, la Biología y la Pedagogía posibilitaron el surgimiento de la mediación-consejería asociada con la figura del docente. Estos saberes sustentaron y aportaron, como saberes científicos, verdades que alimentaron el discurso constructivista y dejaron resonancias discursivas en el campo de la modelación matemática.

Por otra parte, Mesquita et al. (2021) identificaron los trabajos publicados en *Cadernos PDE* entre los años 2007 y 2018, de los cuales 30 se refieren a modelación matemática en general. De estos, ocho corresponden a la perspectiva CME; y 14, a otras perspectivas, como la sociocrítica. Los resultados estriban en dos categorías: (a) la modelación matemática como labor pedagógica con matemáticas basadas en situaciones reales existentes en la sociedad; (b) la modelación como búsqueda del conocimiento de una manera más analítica en la profundidad de problemas reales.

Este estudio brinda aportes, desde una aproximación primera, a la enseñanza de la modelación matemática en países de habla en español e inglés, en aulas de EB (primaria y secundaria), puesto que son escasas las revisiones de literatura en este contexto.

## **3. Metodología**

A fin de desarrollar este estudio, la revisión de la literatura fue el método que hizo posible la identificación, la evaluación y la síntesis del bagaje de conocimientos vertidos por académicos e investigadores (García-Peñalvo, 2022). En la exploración realizada en un inicio, fue de interés el análisis de la enseñanza de la modelación matemática en los ámbitos que competen a la educación primaria y secundaria de todo el mundo. Con ese fin, se revisaron artículos publicados entre 2020 y 2023.

Las preguntas guía para este estudio son las siguientes: ¿Cuál es la producción académica en el mundo sobre estudios que tratan la enseñanza de la modelación matemática en EB? ¿Qué autores desarrollan la enseñanza de la modelación matemática? ¿Cómo se fundamenta la enseñanza de la modelación matemática y qué autores son considerados? ¿Cuál es el aporte de la enseñanza de la modelación matemática en el currículo? ¿Qué obstáculos se presentan en la enseñanza de la modelación matemática?

Para ello, en la selección de artículos que conformaron el estudio, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios empíricos que tratan la enseñanza de la modelación matemática en el título, resumen o palabras claves.
- Estudios que se desarrollan en contexto de aula primaria y/o secundaria (EB).
- Estudios que consideren la modelación matemática en los textos de enseñanza en EB.
- Artículos en revistas con arbitraje, online y con texto completo.
- Artículos publicados entre 2020 y 2023.
- Artículos escritos en español e inglés.

De esta manera, se realizó la exclusión de artículos relacionados con la formación docente o desarrollo profesional, y de artículos que consideren contextos de aula inicial, universitarios o técnicos.

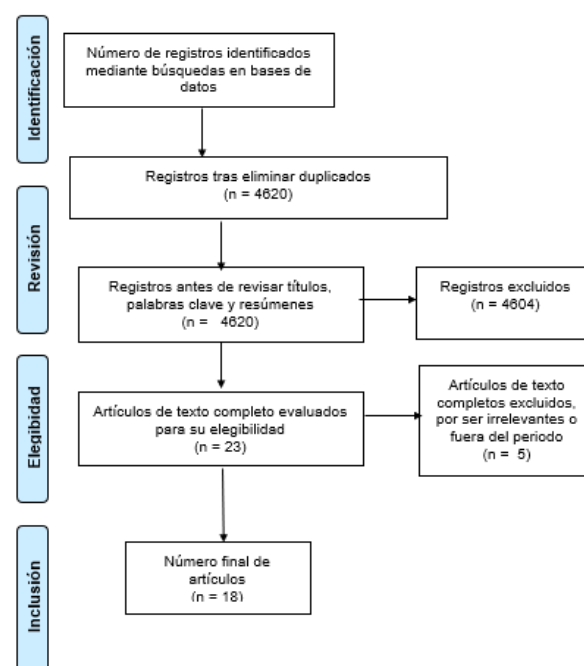
Para la búsqueda de los artículos, se utilizó la base de datos Scientific Electronic Library Online (SciELO), la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc), Dialnet, Scopus y Wiley. El descriptor utilizado fue “modelación matemática”, mathematical modelling, en combinación con descriptores como educación básica, elementary school, años de publicación del 2020 al 2023, artículo e idioma inglés y español. Conforme a la posibilidad ofrecida por cada base de datos, se aplicaron los siguientes filtros: modelación matemática (educación básica), idioma (español e inglés), año (2020-2023). Esta búsqueda se efectuó considerando la presencia del descriptor modelación matemática en el título, resumen o palabras clave del documento revisado. Por ello, cada base alcanzó un número distinto de resultados.

Con todo ello, se accedió a la lista inicial de 4621 artículos, se descartó uno que fue duplicado, y se revisaron los resúmenes para eliminar aquellos que no daban cumplimiento a los criterios de inclusión. Luego, se eliminaron aquellos que concordaban con los criterios de exclusión. Por último, se logró identificar 18 artículos (ver Figura 1).

**Tabla 1.** Categoría de estudio

Categoría	Subcategoría
Producción académica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de artículos por año</li> <li>• Artículos por país</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revistas académicas en que se publica sobre la enseñanza de MM</li> </ul>
Autores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tema</li> <li>• Método</li> </ul>
Fundamentos teóricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentación teórica de la enseñanza de MM</li> <li>• Autores teóricos o teoría base</li> </ul>
Aportes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportes</li> </ul>
Obstáculos para la enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad en la enseñanza de la MM</li> </ul>



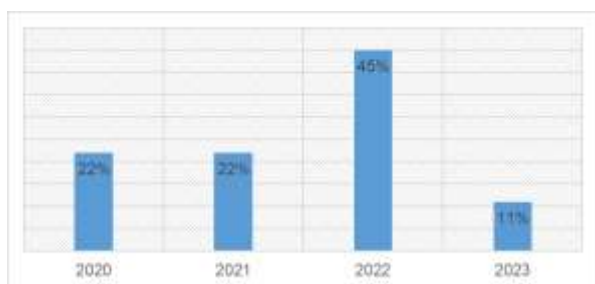
**Figura 1.** Análisis Prisma de datos

Con respecto al análisis de los documentos, este se elaboró con tablas de Excel a fin de organizar la información según las categorías diseñadas y de descubrir características o subcategorías (ver Tabla 1).

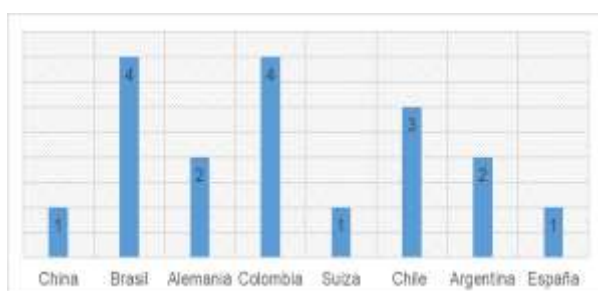
## 4. Resultados

### 4.1 La producción académica sobre la enseñanza de la modelación matemática

La búsqueda mostró 4620 artículos entre los años 2020 y 2023. Tal como se presenta en la Figura 2, los artículos académicos producidos entre esos años realizan la descripción y el análisis de enseñanza de la modelación matemática en EB. El 45 % muestra concentración en el año 2022.



**Figura 2.** Distribución de los artículos académicos según año de publicación.



**Figura 3.** Distribución de los artículos académicos según país.

Estas publicaciones se presentaron en 18 revistas académicas, principalmente de Brasil y Colombia. Asimismo, se mostró una mayor productividad académica en los países de América Latina (ver Figura 3).

Cabe agregar que la Revista Brasileira de Educação y la Revista de Estudios y Experiencias en Educación reúnen cuatro de los artículos en estudio.

De otra parte, un buen número de los artículos se difunde en revistas especializadas (ver Tabla 2), por ejemplo, en matemática educativa, psicología, educación. A partir de esto, se observa una tendencia a la difusión de indagaciones con sustento en revistas de corte educativo, matemático y psicológico.

#### 4.2 Los autores que abordan la enseñanza de la modelación matemática

Los artículos fueron escritos considerando temas que incluyeron a la modelación matemática en directa aplicación al aula. Todos se encuentran vinculados con la práctica pedagógica, ya sea a partir de su aplicación directa en el aula o desde una perspectiva teórica, por ejemplo, la repercusión de aspectos específicos como el rol mediador del docente, la argumentación desplegada por el estudiante o los recursos materiales como el manual utilizado (ver Tabla 3).

**Tabla 2.** Relación de revistas académicas

Revistas académicas (en orden alfabético)	Total de artículos	Revistas académicas (en orden alfabético)	Total de artículos
Acta Scientiae (Canoas)	1	Revista Colombiana de Educación	1
Bolema - Mathematics Education Bulletin,	2	Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación	1
Bolema, Rio Claro	1	Revista de Estudios y Experiencias en Educación	2
Boletín Redipe	1	Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa	1
British Journal of Educational Psychology	1	Scientific Programming	1
Espacios en blanco. Serie indagaciones	1	Tecné, Episteme y Didaxis: TED.	1
Journal of Research in Science Teaching.	1	World Journal of Chemical Education	1

Entre los resultados, se observaron los métodos que fueron utilizados por los autores que abordaron la enseñanza de la MM. Al respecto, se encontró que el 61 % fue de enfoque cualitativo; el 17 %, cuantitativo; el 11 %, mixto; el 6 %, a modo de ensayo empírico-teórico; y el 6 %, de investigación participativa (ver Tabla 4).

#### 4.3 Fundamentos teóricos de enseñanza de modelación matemática

Al considerarse los fundamentos teóricos que exponen los autores en los artículos revisados, se encontraron dos artículos que observan la modelación matemática como proceso, mientras que 11 la aprecian como capacidad educativa, y cinco artículos consideran ambos. Es común el tratamiento de modelación matemática como proceso y como capacidad educativa.

De este modo, se incluyen los conceptos relacionados con la modelación matemática y la capacidad de modelado, además del modelado como proceso que se realiza en etapas en la que el docente es mediador y consejero para el razonamiento que se requiere modelar con el lenguaje matemático. Ante ello, se proponen modelos en los que se encuentra el conocimiento matemático de un lado y, del otro, el conocimiento de la enseñanza de las matemáticas, en cuyo centro figura el docente con sus creencias y saberes (ver Tabla 5).

**Tabla 3.** Temas abordados por los autores en la enseñanza de la modelación matemática.

Autor	Tema	%
De Loiola y Avelar (2022); Mancera-Ortiz et al. (2022); Holenstein et al. (2022); Kraska (2022)	Experiencia de modelado en caso aplicado	22.22
Zhang (2022); Göhner et al. (2022), Cambi y Caldeira. (2022)	Competencia de modelado en docentes-mediación docente	16.66
Padilla et al. (2022); Villarreal y Mina (2020); Videla et al (2021)	Experiencia de modelado mediante tecnología	16.66
De Almeida et al. (2022)	Abordaje de conceptos de MM en aula	5.55
Mesquita et al. (2021).	Percepciones del MM en EB	5.55
Caballero et al. (2020)	MM como estrategia didáctica	5.55
Huencho et al. (2022)	Integración cultural en la propuesta de enseñanza de matemáticas	5.55
Henríquez et al.(2020)	La argumentación en el desarrollo de la modelación	5.55
Bórtoli (2023).	Manuales escolares para la enseñanza de modelado	5.55
Flórez-Rojano et al. (2021).	Pertinencia del currículo en la enseñanza	5.55
Valerazo y Vieiro. (2021)	Influencia de modelos mentales en resolución de problemas	5.55

Por otra parte, se encuentran las teorías que sustentan lo fundamentado por los autores de los artículos aquí considerados, entre los que figuran Blum como experto conocedor del proceso de modelado, citado en siete artículos y cuyo proceso se sigue en cuatro artículos. Sin embargo, también figuran otros autores como Erlwanger, con la idea errónea; y D'Amore, con la naturaleza semiótica del aprendizaje de matemáticas.

**Tabla 4.** Métodos utilizados por los autores en la enseñanza de la modelación matemática.

Autor	Muestra	Método	%
Zhang (2022)	Un caso de evaluación	Mixto	
Göhner et al. (2022)	35 futuros profesores de biología de secundaria,	Enfoque mixto, correlacional.	11.11
De Almeida et al. (2022)	Sin muestra	Enfoque cualitativo, descriptivo.	61.11

Del mismo modo, se considera a Michael Foucault, con su discurso en el modelado, el pensamiento integral y el pensamiento computacional, así como el conocimiento especializado del profesor de matemáticas; Bandura, con la experiencia previa; Bonner, con la enseñanza de las matemáticas culturalmente responsable, el conocimiento del metamodelado, el aprendizaje situado y la visión epistemológica, además de la resolución de problemas, el uso de las TIC, y el currículo como práctica social o como producto histórico.

Todos los mencionados están presentes de forma diversa en 10 artículos. Los autores concuerdan en la educación matemática como marco generalizado para este estudio (ver Tabla 6).

#### 4.4 Aportes en la enseñanza de modelación matemática

Sin dejar de valorar los hallazgos de estas investigaciones, sus aportes pueden brindar un mayor entendimiento al fenómeno en estudio. En tal sentido, se mencionan aportes desde los inicios del curso de modelado matemático impulsado en maestrías y doctorados en Reino Unido, su naturaleza epistemológica, su influencia a través de la mediación docente, la elección de un tema como inicio de modelación, la comprensión lectora como elemento necesario para la modelación, y la importancia de la revisión de los documentos curriculares o del currículo para la observación de la MM.

Entre los aportes, por tanto, figuran los logros de estos estudios. Entre estos, resaltan aquellos aspectos considerados como demostrables gracias al estudio efectuado: el modelado como proceso; las opciones de modelar; y el seguimiento del proceso y lo aprendido de forma colaborativa utilizando el lenguaje matemático con temas cotidianos, acompañado de cuestionamientos sobre la propia vida y las decisiones que se toman en ella (ver Tabla 7).

Cambi y Caldeira (2022)	La composición del <i>corpus</i> incluyó 6 tesis, 37 disertaciones de maestría académica y 62 disertaciones de maestría profesional.	Enfoque cualitativo, descriptivo analítico.	
Kraska (2022)	Un caso de estudio	Enfoque cualitativo, experimental por simulación.	
Mesquita et al. (2021)	Los trabajos publicados en Cadernos PDE entre los años 2007 y 2018	Enfoque cualitativo.	
Padilla et al. (2022)	Una institución de carácter privado de la ciudad de Barranquilla con 13 unidades de observación no participante	Enfoque cualitativo, con un diseño de estudio de caso instrumental.	
Henríquez et al. (2020)	Un curso de segundo medio (15-16 años) con 39 estudiantes de un establecimiento particular-subvencionado de Santiago, Chile, en una clase que duró 90 minutos.	Cualitativo y descriptivo.	
Villarreal y Mina (2020)	65 estudiantes de entre 12 y 13 años de edad	Cualitativo y descriptivo.	
Bórtoli (2023)	Muestra representativa, que recortó el universo de manuales existentes a partir de la selección de tres editoriales.	Cualitativo y descriptivo.	
Mancera-Ortiz et al. (2022)	Estudiantes del colegio Bogotá	Cualitativo, perspectiva analítica e interpretativa.	
Flórez-Rojano et al. (2021)	Muestra aleatoria de programas profesionales de diferentes instituciones universitarias y la formación de licenciados en Matemáticas (Colombia, Chile, México, Brasil y Argentina)	Cualitativo reflexivo.	
Videla et al. (2021)	Un colegio municipal de la comuna de Coquimbo	Cualitativo con diseño etnográfico.	
Holenstein et al. (2022)	N = 279 estudiantes de secundaria de octavo o noveno grado de 16 clases y 6 escuelas participantes en el estudio.	Enfoque cuantitativo, con diseño multiinformante.	
Valerazo y Vieiro (2021)	304 participantes, 152 de los cuales estaban escolarizados en 3.º de Educación Primaria (EP) y los 152 restantes en 6.º de EP.	Cuantitativo experimental con grupo control y experimental.	16.67
Caballero et al. (2020)	Un curso con 36 estudiantes del grado 5 en la sede principal	Enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel descriptivo.	
De Loiola y Avelar (2022)	Caso del proyecto Mar de Lama, una actividad de modelización realizada con estudiantes de 6.º año de una escuela pública municipal	Ensayo empírico-teórico, ya que parte del relato de una práctica escolar de modelización y la pone en diálogo, <i>a posteriori</i> .	5.56
Huencho et al. (2022)	Un colegio municipal de la comuna de Coquimbo	Investigación de acción participativa.	5.56

**Tabla 5.** Fundamentación teórica de modelación matemática.

Autor	Fundamentos	MM como proceso	MM como capacidad educativa
Zhang (2022)	MM como proceso en cuatro etapas: (i) analizar el problema; (ii) hipótesis simplificada, (iii) modelado y resolución, y (iv) modificación y verificación.	X	
Göhner et al. (2022)	MM como resolución de problemas con construcción y uso de modelos matemáticos.		X
De Almeida et al. (2022)	MM enseñada por el mediador que es el docente, fungiendo de mediador-consejero en el proceso de enseñanza.		X
Cambi y Caldeira (2022)	MM como tendencia de educación matemática para comprensión de situaciones reales o cotidianas, que son resueltas por problemas formulados.		X
Kraska (2022)	MM en planes de estudio de la educación secundaria.		X

Mesquita et al. (2021)	MM como actividad de educación básica con comprensión, problematización y propuesta de soluciones.			X
Padilla et al. (2022)	MM que cuenta, de un lado, con tres subdominios: (a) conocer temas, (b) conocer estructuras matemáticas y (c) conocer prácticas matemáticas. De otro lado, los subdominios son los que siguen: (a) conocer de enseñanza de matemáticas, (b) conocer características de aprender matemáticas, (c) conocer estándares de aprendizaje en matemáticas. En el centro, se posiciona la creencia y la concepción del docente.	X		X
Henríquez et al. (2020)	MM como proceso para elección y uso matemático y estadístico según la situación empírica propuesta, con propósito de mejora de decisión.	X		
Villarreal y Mina (2020)	MM como herramienta para comunicar y razonar en ciencia, explicando y prediciendo los fenómenos científicos. La competencia implica planes de estudio de muchos meses.	X		X
Bórtoli (2023)	MM como instrumento didáctico para enseñar mediante trabajo cooperativo y las TIC para entender situaciones de contexto económico, cultural y social del propio educando.	X		X
Mancera-Ortiz et al. (2022)	MM como forma de enseñanza matemática de forma cultural y con responsabilidad, lo cual confiere identidad propia, familiar y de comunidad mediante la pedagogía.			X
Flórez-Rojano et al. (2021)	MM como competencia, en conjunto con la argumentación, para lograr conexión de la teoría matemática con el contexto real.			X
Videla et al. (2021)	MM como creación de escenarios para conexión matemática con el mundo real. Proceso con fases.	X		X
Holenstein et al. (2022)	MM en el propósito de uso de manuales o libros escolares a cargo de grupos de interés sobre un nivel escolar específico, presente en la historia.			X
Valerazo y Vieiro (2021)	MM como práctica pedagógica y de investigación de la educación matemática con carácter social.			X
Caballero et al. (2020)	MM como parte del plan de estudios, reconociendo el rol del lenguaje y las formas de comunicación en la enseñanza.			X
De Loiola y Avelar (2022)	MM como competencia que requiere de atención de hechos, autocontrol en responder, tarea de resolver problemas o responder con interpretación cuantitativa. Es un proceso mental eficiente y coherente.	X		X
Huencho et al. (2022)	MM como parte de la integración curricular entre matemática y tecnología con el objetivo de un aprendizaje integrador.			X

**Tabla 6.** Autores teóricos o teorías base considerados en la fundamentación

Autor	Teorías de autor o teorías base	Citan a Blum	Siguen proceso de Blum	Otros autores
Zhang (2022)	Teoría del modelado, de Blum	X		
Göhner et al. (2022)	Teoría del error	X	X	
De Almeida et al. (2022)	Teoría del discurso, de Michel Foucault	X	X	
Cambi y Caldeira (2022)	Teoría del pensamiento integral			X
Kraska (2022)	Teoría del pensamiento computacional de Wing			X
Mesquita et al. (2021)	Teoría de la educación matemática crítica (EMC)			X
Padilla et al. (2022)	Teoría del conocimiento especializado del profesor de matemáticas			X
Henríquez et al. (2020)	Teoría de experiencias previas de dominio, de Bandura (1997)			X
Villarreal y Mina (2020)	Teoría de la competencia de modelado	X	X	
Bórtoli (2023)	Teoría de la modelación como método de enseñanza, de Biembengut y Hein (2004) y Villa (2007).			X
Mancera-Ortiz et al. (2022)	Teoría de la enseñanza de las matemáticas culturalmente responsable, de Bonner (2014)			
Flórez-Rojano et al. (2021)	Teoría de la argumentación en el aula, de Toulmin (1958)			X
Videla et al. (2021)	Teoría del aprendizaje situado y la visión epistemológica			X

Holenstein et al. (2022)	Teoría de políticas educativas, de Michael Apple (1989)	X	X	
Valerazo y Vieiro (2021)	Teoría sociocrítica de la modelación			X
Caballero et al. (2020)	Teoría del currículo y teoría de la educación matemática, de Jaramillo (2017)			X
De Loiola y Avelar (2022)	Teoría de la competencia matemática	X		
Huencho et al. (2022)	Teoría de integración curricular	X		

**Tabla 7.** Aportes en la enseñanza de la modelación matemática.

Autor	Aportes
Zhang (2022)	El modelado se ha extendido a estudiantes universitarios y estudiantes de primaria y secundaria. El proceso de modelado es el más importante, seguido de las opciones de modelado y del seguimiento del modelado, y finalmente, el aprendizaje cooperativo.
De Almeida et al. (2022)	En actividades de MM, el aprendizaje está vinculado con la investigación de situaciones de la realidad, dentro de diferentes sistemas semióticos.
Cambi y Caldeira (2022)	Desde la psicología, la biología y la pedagogía, se produce el surgimiento de la mediación-consejería asociada con la figura del docente. Se producen connotaciones discursivas en el campo de la MM.
De Loiola y Avelar (2022)	El Proyecto Mar de Lama trató temas buscando promover una lectura del mundo a través de la MM en el que están insertos.
Kraska (2020)	Para ser eficiente, el modelado debe aplicarse a temas que ya están presentes en los planes de estudio de la educación secundaria.
Mesquita et al. (2021)	Categorías de la educación matemática crítica: (a) trabajo con matemáticas basadas en situaciones reales existentes en la sociedad. (b) búsqueda del conocimiento de una manera más analítica en profundidad de problemas reales.
Padilla et al. (2022)	El profesor debe mostrar dominio conceptual para la MM, principalmente definición y la ecuación general para que pueda ser graficado.
Holenstein et al. (2022)	La autoeficacia como predictor del modelado matemático y como mediador en la relación entre la calificación en matemáticas y el modelado matemático, independientemente de las calificaciones escolares de los estudiantes.
Göhner et al. (2022)	No hubo evidencia estadística de una relación entre el conocimiento del metamodelado descontextualizado y contextualizado, homogeneidad y complejidad de los procesos de modelado y la puntuación del producto de modelado.
Caballero et al. (2020)	El currículo reconoce cinco procesos matemáticos; modelación es uno de ellos. La MM es estrategia didáctica para aprender matemáticas.
Huencho et al. (2022)	El modelado con responsabilidad hace posible gestionar con sentido un espacio para estudiar y conocer la propia cultura.
Henríquez et al. (2020)	Momento clave de niveles de argumentación en fase de interpretar la solución matemática y la validación.
Villarreal y Mina (2020)	Procesos de modelización como medios en el que el proceso es el objeto de enseñanza.
Bórtoli (2023)	Se observa que, en los manuales editados durante este momento, la figura de quienes escriben desaparece por completo.
Mancera-Ortiz et al. (2022)	Reflexión y cuestionamiento sobre el entorno de modelación de utilidad en su propia condición actual, sea del propio entorno o del país
Flórez-Rojano et al. (2021)	Relación entre generar conocimiento matemático y construcción social de acuerdo con la MM.
Valerazo y Vieiro (2021)	Evidencia de eficacia mayor en cálculo y dificultad en la resolución de problemas.
Videla et al. (2021)	Proceso de construir un dinamómetro, que estimula al estudiante (curiosidad, manipulación y razonamiento), y también amplía las formas de mediación semiótica en docentes.

#### 4.5 Obstáculos para la enseñanza de la modelación matemática

Como parte de los obstáculos o dificultades de cada uno de los estudios, se revela una asociación con las habilidades matemáticas tanto de estudiantes como de docentes, además de su relación con el currículo. En este aspecto, la evidencia sobre la correspondencia entre la enseñanza y el aprendizaje es escasa, y se precisa la comprensión epistemológica de su enseñanza frente a los pobres resultados que se observan en la educación básica, lo cual repercute en la educación universitaria.

Igualmente, al considerarse aspectos que constituyen barreras para superar los obstáculos y las dificultades de la enseñanza de la MM, se entrevén que estos límites se basan en las habilidades de los docentes para enseñar la MM, puesto que no se cuentan con indicadores definidos. El uso del lenguaje matemático y su interpretación es otro factor limitante; y su uso en lo cotidiano o en las situaciones que emanen del contexto configura otra limitante. Entre las limitaciones, se infiere, además, la aplicación de la MM a la diversidad de las ciencias que la involucran, no solo las matemáticas (ver Tabla 8).

**Tabla 8.** Dificultades en la enseñanza de la modelación matemática

Autor	Obstáculos-dificultades
Zhang (2022)	Pese a la importancia de la enseñanza de MM para fortalecer habilidades matemáticas, en la actualidad, la investigación se centra en la enseñanza de modelos matemáticos para secundaria, universitarios y de posgrado, con menos contenido sobre la evaluación de la enseñanza de modelos matemáticos.
De Almeida et al. (2022)	La práctica pedagógica de aula condiciona el aprendizaje de MM.
Cambi y Caldeira (2022)	Enfrentamiento entre posturas pedagógicas para defender una nueva escuela en la práctica educativa.
Kraska (2022)	En la preparación de los estudiantes de educación secundaria, la modelización y la simulación son menos visibles.
Mesquita et al. (2021)	Los maestros siguen al pie de la letra lo presentado en libros de texto de EB.
Padilla et al. (2022)	Debilidad en el aprendizaje de contenidos por los estudiantes no relacionados con sus intereses, motivaciones y gustos.
Holenstein et al. (2022)	Una causalidad bidireccional entre las creencias en uno mismo y los logros matemáticos.
Göhner et al. (2022).	No existe una forma establecida de evaluación en la investigación en educación científica que aborde esta dimensión del conocimiento metacognitivo del proceso de modelización.
Caballero et al. (2020)	Resultados de pruebas externas que evidencian nivel bajo y básico.
Huencho et al. (2022)	Se desconoce metodología y estrategias didácticas para dar a conocer la cultura autóctona del lugar en el que se enseña.
Henríquez et al. (2020)	Capacidades por desarrollar (representación, argumentación y comunicación, resolución de problemas, modelado), que debieran promoverse en todas las unidades de matemática, pero no se hace así.
Villarreal y Mina (2020)	Sin apoyo del docente del curso y de los directores de la institución, se presentan desajustes en el currículo, por lo cual se malgasta el recurso material, el tiempo y el acceso a ajustes.
Bórtoli (2023)	Los manuales o textos educativos para la enseñanza son influenciados por grupos sociales con intereses según la época.
Mancera-Ortiz et al. (2022)	Desafío ante la sociedad diversa, con su política y cultura que reta constantemente a la enseñanza de matemática.
Flórez-Rojano et al. (2021)	Quejas docentes por reducida preparación estudiantil.
Valerazo y Vieiro (2021)	Problemas en comprensión lectora para entendimiento de las matemáticas
Videla et al. (2021)	Protocolos desfasados en las instituciones educativas con recursos, planes de estudio y prácticas pedagógicas con paradigma cartesiano, con énfasis memorístico, alejado de la acción para aprender.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como primera exploración de la producción académica mundial, a razón de los artículos que tratan sobre la enseñanza de la modelación matemática en la EB, se presenta su surgimiento como una forma de mejorar la práctica pedagógica hacia la comprensión de la realidad mediante la abstracción que posibilita el lenguaje matemático. El carácter semiótico de su manejo lingüístico posibilita la reflexión e incluso el cambio social que se espera de los estudiantes para acceder a una mejor calidad de vida como sociedad. De esta forma, se promueve una transformación social desde el aula que los autores revisados resaltan; así, también, evidencian la debilidad latente en la enseñanza de esta competencia tan demandada en los ámbitos superiores de educación (Zhang, 2022).

Por otra parte, la revisión de la literatura muestra el predominio de las experiencias de modelado en aula o con el uso de la tecnología, además de la preocupación por la competencia de modelado en los docentes de matemáticas. En este aspecto, se aprecia un reducido tratamiento conceptual o didáctico en el aula, el uso de materiales como los manuales o libros, y la pertinencia de la modelación en el currículo. Esto demostraría que se hace MM en el aula, pero sin previa profundización teórica (De Almeida *et al.*, 2022) o práctica de sus posibilidades para que pueda ser aprendida por los estudiantes.

Asimismo, aspectos como la motivación o los saberes previos en los estudiantes son descuidados en el desarrollo temático. Por el contrario, se presenta un creciente interés en las habilidades de los docentes para la modelación matemática. Por ello, se proponen índices de evaluación (Zhang, 2022), pues estos no existen al momento de seleccionar a los docentes como intermediarios de la modelación (Cambi y Caldeira, 2023).

Sobre el particular, este tema se aprecia como generador de conflictos y es el que versa en la competencia docente para la enseñanza de la MM, tema que requiere profundización en estudios futuros, pues se necesita ahondar en las características del conocimiento especializado del docente que enseña los temas del modelado (Padilla *et al.*, 2022). Por ello, la mayoría de los artículos se desarrolló como investigación de enfoque cualitativo y descriptivo, orientada al análisis y la reflexión sobre la modelación y su enseñanza. De esto, se puede deducir un necesario énfasis en la

comprensión de la experiencia en aula, lo que necesita una medición precisa de la ejecución del proceso de modelado, sea de orden cuantitativo o cualitativo desde el proceso estudiado por Blum.

Desde otra perspectiva, revisados los fundamentos de la enseñanza de la modelación matemática y los autores teóricos analizados, destaca Blum como el experto por excelencia en el proceso de modelado, además de otros que complementan el conocimiento desde la perspectiva matemática como la semiótica en el aprendizaje matemático, con D'Amore; el error, desde la perspectiva de Erlwanger; y el uso del modelado en lo social, de Michael Foucault. De forma igualmente complementaria, se consideran las teorías educativas y psicológicas como las de Bonner y Bandura. Asimismo, los artículos encontraron como marco predilecto para sus estudios a la educación matemática. Además, la orientación de las investigaciones postula posiciones sociocríticas, según lo cual se enuncia que se tendrá mejor visión y crítica desde la mirada estudiantil si estos logran la competencia de modelado matemático (Mesquita *et al.*, 2021).

Lo mencionado conduce a otro aspecto por discutir: el aporte de la enseñanza de la modelación matemática en el currículo, observado desde la experiencia o la teoría, ha facilitado la comprensión del por qué es necesaria la MM en el currículo. Esto se debe a la alta demanda del mercado mundial sobre la comprensión de la realidad para que pueda ser modificada o aprovechada. Esto se gestó de forma privilegiada en maestrías y doctorados en Reino Unido, y ha pasado al currículo universitario para, luego, observarse su necesaria inclusión en la educación básica, pues se considera una base fundamental para el desenvolvimiento en la educación superior. Asimismo, ha afectado el rendimiento matemático (Holenstein *et al.*, 2022) y es requerido, además, en materias como Biología (Göhner *et al.*, 2022) y Química (Kraska, 2020).

En cuanto a su efecto en el currículo, se están gestando tres tendencias: (a) la flexibilidad en el currículo para una ciudadanía crítica, (b) la promoción de cambios pedagógicos con enfoque en lo local, y (c) las dificultades que se debe afrontar con metodología de MM basada en resolución de problemas con enfoque intercultural (Huencho *et al.*, 2022). De esta forma, es posible prever los cambios requeridos en un currículo aún centrado en la enseñanza tradicional.

Por otro lado, entre los obstáculos que se presentan para la enseñanza de la modelación matemática se señala a los docentes y sus limitaciones para impartirla. Dado que no se dispone de indicadores claros, se considera limitantes el manejo del lenguaje matemático y su capacidad interpretativa, a lo que se añade el requerimiento del manejo verbal. En tal sentido, se observa la necesidad de capacitación en los docentes desde la perspectiva pedagógica (Padilla et al., 2022; Henríquez et al., 2020) y las barreras interculturales que los limitan (Huencho et al., 2022).

Esta revisión de literatura buscó aproximarse a lo producido en torno a la enseñanza de la modelación matemática en la EB, con la limitación de no abordarse lo producido sobre la educación superior y la formación docente. Los resultados sugieren la necesidad de propiciar cambios para la modelación matemática desde el currículo, en cuanto a su comprensión teórica y su empleo didáctico para atender la demanda mundial de este saber. En esta línea de ideas, cabe, además, fortalecer la capacidad interpretativa de los docentes como intermediarios para el aprendizaje de la modelación matemática.

Así también, algunas temáticas relacionadas quedan para ser profundizadas, por ejemplo, los pasos a seguir en la MM, cómo abordar una sesión de MM, de qué manera trata el currículo al tema de MM, cómo se diseñan los casos de aplicación de la MM en materias distintas a la matemática.

#### **Contribución de autores**

Conceptualización, investigación, escritura-preparación del borrador original, redacción-revisión y edición.

#### **Fuentes de financiamiento**

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de ninguna agencia de financiación, sector gubernamental ni comercial o sin fines de lucro.

#### **Conflicto de intereses**

El autor no incurre en conflictos de intereses.

## **7. REFERENCIAS**

- Biembengut, M., & Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, 16 (002), 105 -125.
- Bórtoli, P. V. (2023). La enseñanza mediada por el Estado y el mercado: el objeto manual escolar

en Argentina (1984-2011). *Espacios en blanco. Serie indagaciones*.  
<https://doi.org/10.37177/UNICEN/EB33-346>

Blum, W. (2015). *Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do?* Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education, 73-96. New York: Springer International Publishing.

Cambi, B., & Caldeira, A.D. (2023). Mathematical modeling, mediator-guiding teacher, and constructivism: discursive interlacements in the constitution of the teaching figure. *Revista Brasileira de Educacao*, 28, 1-22.

de Loiola, J. & Avelar, Petrina (2022). Modelagem matemática e o desenvolvimento do pensamento integral. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 36(72), 239-261.

de Almeida, L.N.W., da Silva, K.A.A.P., dos Santos & Brito, D. (2022). Didactic Interface between Mathematical Modeling and Semiotics. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, 36 (73), 777-800.

D'Amore, B., Pinilla, M, Iori, M. & Matteuzzi, M. (2015). Análisis de los antecedentes histórico-filosóficos de la "Paradoja cognitiva de Duval". *Relime* 18 (2), 177-212.  
<https://doi.org/10.12802/relime.13.1822>

Flórez-Rojano, I. D., Céspedes-Guevara, N. Y., & Zamora-Coronado, H.E. (2021). Matemática aplicada y prácticas sociales: escenarios de debate alrededor del currículo de matemáticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (50), 2021, 275-292.  
<https://doi.org/10.17227/ted.num50-10154>

García-Peñalvo, F.J. (2022). Desarrollo de los estados de la cuestión robustos: Revisiones Sistemáticas de Literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23, e28600.  
<https://doi.org/10.14201/eks.28600>

Göhner, M. F., Bielik, T., & Krell, M. (2022). Investigating the dimensions of modeling competence among preservice science teachers: Meta-modeling knowledge, modeling practice, and modeling product. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(8), 1354-1387.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21759>

- Henríquez, D., Pinto, M., & Solar, H. (2020). Identificación de la argumentación en el desarrollo de la modelación en la sala de matemáticas. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19 (41), 391-407. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201941henriquez22>
- Holenstein, M., Bruckmaier, G., & Grob, A. (2022). How do self-efficacy and self-concept impact mathematical achievement? The case of mathematical modelling ¿Cómo impactan la autoeficacia y el autoconcepto en el rendimiento matemático? El caso de la modelización matemática. *Br J Educ Psychol*, 92: e12443. <https://doi.org/10.1111/bjep.12443>
- Huencho, A., Chandía, E., Rojas, F. & Williamson, G. (2022). Tercer espacio: Modelo de tareas matemáticas con responsabilidad cultural desde el contexto indígena. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 25(2), 197-222. <https://doi.org/10.12802/relime.22.2523>
- Kraska, T. (2020). Mathematical Modeling in Secondary Chemistry Education: Chromatography. *World Journal of Chemical Education*, 8, (3), 114-121. doi: 10.12691/wjce-8-3-3.
- Mancera-Ortiz, G., Camelo-Bustos, F. J., & Araújo, J. de L. (2022). Paradigma crítico de investigación y modelación matemática: transformaciones que desafían condiciones de vulnerabilidad social. *Revista Colombiana de Educación*, (86), 383-408. <https://doi.org/10.17227/rce.num86-12393>
- Mesquita, M.N., Ceolim, A.J., & Cibotto, R.A. (2021). Modelagem matemática na perspectiva da educação matemática crítica: abordagens na educação básica. *Revista Brasileira de Educação*.
- Ministerio de Educación de Chile (2016). Habilidad de modelamiento matemático. Chile: Ministerio de Educación. <https://media.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/28/2016/09/2-habilidad-de-modelamiento-web.pdf>
- Padilla, I.A., Acevedo-Rincón, J.P. & Montes, M.A. (2022). Specialised Knowledge of the Mathematics Teacher to Teach through Modelling using ICTs. *Acta Scientiae (Canoas)*, 25(1), 160-195.
- Valerazo, D., & Vieiro, P. (2021). Modelos mentales en alumnado con TDAH: Competencias lectora y matemática. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 8, (1), 127-138.
- Videla, R., Rossel, S., Bugueño, H., & Urrutia, C. (2021). Diseño e implementación de entorno educativo STEM en estudiantes de tercer año básico: abordaje en activo y ecológico de la experiencia de aprendizaje. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 20(44), 408-427. <https://dx.doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.023>
- Villarreal, M.E., & Mina, M. (2020). Actividades Experimentales con Tecnologías en Escenarios de Modelización Matemática. *Bolema, Rio Claro (SP)*, 34 (67), 786-824.
- Zhang, Z. (2022). Construcción de un modelo matemático para un sistema de índice de evaluación de la enseñanza basado en el método Delphi AHP. *Programación científica*, 2022, (artículo ID 7744067), 1-8. <https://doi.org/10.1155/2022/7744067>