

Modelación matemática y gamificación para la resolución de problemas en básica secundaria

Mathematical Modeling and Gamification for Problem Solving in Secondary Education

Yuri María Peña Aparicio¹
Luis Fernando Cardona Palacio²

¹Autor de correspondencia: yuripena.est@umecit.edu.pa

¹Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología (UMECIT). Panamá.
yuripena.est@umecit.edu.pa
<https://orcid.org/0009-0006-4379-8966>

²Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología (UMECIT). Panamá.
luiscardona.doc@umecit.edu.pa
<https://orcid.org/0000-0002-6526-9508>

Datos del artículo:

Recibido: junio 18, 2026

Aceptado: agosto 22, 2026

Publicación: septiembre 15, 2026

Palabras clave:

modelación matemática, gamificación, competencias matemáticas, resolución de problemas, contexto rural.

Keywords:

mathematical modeling, gamification, mathematical competencies, problem-solving, rural context.

DOI: <https://doi.org/10.53877/k9kq4x80>

Este artículo está bajo la licencia



Resumen

El aprendizaje de las matemáticas en contextos rurales enfrenta dificultades relacionadas con la desmotivación, la comprensión de los enunciados y la limitada conexión entre los contenidos escolares y las situaciones del entorno. El objetivo de este artículo fue analizar los aportes pedagógicos de la articulación entre la modelación matemática y la gamificación para fortalecer los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas en estudiantes de educación básica secundaria rural. Se desarrolló una revisión sistemática de la literatura con enfoque cualitativo, interpretativo y reflexivo, siguiendo las orientaciones de PRISMA 2020. La búsqueda se realizó en Scopus y comprendió publicaciones entre 2020 y 2025. Después del proceso de identificación, cribado y elegibilidad, se incluyeron 30 estudios, analizados mediante una síntesis temática cualitativa. Los resultados muestran que la modelación matemática favorece la interpretación de situaciones reales, la identificación de variables, la construcción de representaciones, la validación de resultados y el desarrollo del razonamiento matemático. Por su parte, la gamificación fortalece la motivación, la participación, la persistencia y la retroalimentación durante la resolución de tareas. Se concluye que la integración de ambas estrategias constituye una alternativa pedagógica pertinente para promover aprendizajes matemáticos contextualizados y significativos. No obstante, su efectividad depende de la articulación entre los elementos lúdicos, los objetivos curriculares y las características socioculturales y educativas del contexto rural.

Abstract

Mathematics learning in rural contexts faces challenges such as student demotivation, difficulty understanding problem statements, and a limited connection between school content and real-life situations. This article aimed to analyze the pedagogical contributions of integrating mathematical modeling and gamification to strengthen problem formulation, processing, and solving among rural lower-secondary students. A systematic literature review was conducted using a qualitative, interpretive, and reflective approach, following the PRISMA 2020 guidelines. The search was performed in Scopus and covered publications from 2020 to 2025. After identification, screening, and eligibility, 30 studies were included and examined through qualitative thematic synthesis. The findings indicate that mathematical modeling promotes interpreting real-world situations, identifying variables, constructing representations,

validating results, and developing mathematical reasoning. Gamification, in turn, enhances motivation, participation, persistence, and feedback during problem-solving activities. The study concludes that integrating these two strategies offers a relevant pedagogical alternative for fostering contextualized and meaningful mathematics learning. Nevertheless, its effectiveness depends on aligning game elements with curricular objectives and the sociocultural and educational characteristics of rural contexts.

Forma sugerida de citar (APA):

Peña Aparicio, Y. M. y Cardona Palacio, L. F. (2026). Modelación matemática y gamificación para la resolución de problemas en básica secundaria. *RICEd: Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*. 1(3). Ed. Esp. 38-55. <https://doi.org/10.53877/k9kq4x80>

INTRODUCCIÓN

La educación matemática se constituye en una acción formativa que orienta en el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, comprensión conceptual y creatividad, posibilitando que los estudiantes construyan estrategias para identificar, interpretar y resolver problemas matemáticos planteados en contextos escolares y situaciones de la vida cotidiana (Celi et al., 2021). De este modo, el aprendizaje matemático supera la práctica memorística y repetitiva de conceptos, fórmulas o procedimientos, para orientarse hacia la comprensión de situaciones, el análisis del contexto y la toma de decisiones frente a problemas reales. Desde esta perspectiva, el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2020) plantea que el aprendizaje de las matemáticas debe favorecer los procesos de formulación y resolución de problemas, modelar fenómenos, comunicar ideas y ejecutar procedimientos, de manera que los estudiantes puedan usar las matemáticas como una herramienta para interpretar contextos, construir explicaciones y tomar decisiones frente a diversas situaciones.

No obstante, el aprendizaje de las matemáticas enfrenta diversos desafíos que pueden limitar el desarrollo del pensamiento matemático y la construcción de un conocimiento significativo. Entre estos desafíos se encuentra la desmotivación estudiantil, la cual afecta la participación, el interés y la disposición para involucrarse en procesos como la formulación, tratamiento y resolución de problemas matemáticos. En este sentido, Ricoy y Couto (2018) exponen que la desmotivación de los estudiantes hacia las matemáticas se relaciona con las percepciones de dificultad frente a la asignatura; asimismo, se resaltan los vacíos conceptuales durante las trayectorias escolares, la desconexión entre las matemáticas y el entorno cercano de los estudiantes, y el predominio de metodologías tradicionales para el proceso de enseñanza.

De igual forma, la comprensión lectora de los enunciados matemáticos constituye otra dificultad relevante, dado que muchos estudiantes presentan limitaciones para interpretar de manera correcta la información contenida en un problema. En este sentido, la solución problemas matemáticos requiere la movilización de procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas, de manera que posibilite interpretar las matemáticas en diferentes contextos (Niss y Højgaard, 2019). Así, cuando se presentan debilidades en la comprensión lectora, pueden surgir dificultades para analizar las condiciones del problema, establecer relaciones entre los datos, seleccionar estrategias de solución y validar los procedimientos y resultados obtenidos.

Por su parte, la limitada conexión entre los contenidos matemáticos escolares y las situaciones del contexto cercano de los estudiantes, constituye otra dificultad para el aprendizaje de las matemáticas, dado que, al no establecer un vínculo entre los conceptos

abordados en clase y las situaciones del entorno, los estudiantes tienden a percibir el área como abstracta, distante y poco aplicable a la interpretación y solución de situaciones reales. En esta línea, Alsina (2019) propone que la enseñanza de las matemáticas debe partir de los contextos cercanos de los estudiantes, donde los conceptos sean construidos a partir de la exploración, la reflexión y la interacción con la realidad, superando prácticas centradas exclusivamente en procedimientos mecánicos y rutinarios. Asimismo, Freudenthal (1991) plantea que las matemáticas deben enseñarse desde la realidad y las vivencias de los estudiantes, de modo que estos logren matematizar situaciones de contexto y dotar de sentido el objeto de conocimiento.

Esta problemática se visibiliza con mayor intensidad en los contextos rurales, donde las condiciones sociales, tecnológicas y educativas pueden incidir en los procesos de enseñanza y aprendizaje. La UNESCO (2020) advierte que las barreras que enfrentan las instituciones educativas en zonas rurales pueden afectar la continuidad escolar, la calidad de los procesos formativos y el desarrollo de competencias como las matemáticas. De esta manera, conviene que la enseñanza de las matemáticas en estos contextos incorpore estrategias contextualizadas que partan de la realidad de los estudiantes, reconozcan el territorio y vinculen los saberes escolares con las experiencias cotidianas (Palinussa et al., 2021).

Conforme a lo anterior, este artículo aborda las dificultades que presentan los estudiantes de básica secundaria en los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas matemáticos, especialmente en contextos educativos rurales, donde las condiciones demandan estrategias pedagógicas contextualizadas e innovadoras. Frente a esta situación, surge la necesidad de promover metodologías activas que posibiliten la transformación de las prácticas de enseñanza de las matemáticas, favoreciendo ambientes de aprendizaje dinámicos, participativos y cercanos a las realidades de los estudiantes.

En respuesta ante esta necesidad, la modelación matemática se presenta como una estrategia didáctica pertinente, dado que permite abordar situaciones reales, analizarlas, representarlas matemáticamente, e interpretar sus resultados en función del contexto. De acuerdo con Borromeo-Ferri (2018), la modelación matemática favorece la conexión entre el mundo real y el mundo matemático, y permite que los estudiantes desarrollen habilidades de razonamiento, interpretación, argumentación y resolución de problemas. De igual manera, la una estrategia didáctica orientada a fortalecer la motivación y la participación estudiantil. Según Zainuddin et al. (2020), la gamificación puede mejorar las experiencias de aprendizaje al incorporar retos, niveles, recompensas, retroalimentación y dinámicas interactivas que promueven el compromiso del estudiante con las tareas académicas. Desde esta perspectiva, la gamificación no se limita al juego, sino que se convierte en una estrategia pedagógica que orienta el aprendizaje hacia metas, desafíos y procesos de superación progresiva.

Pese al creciente interés investigativo por la modelación matemática y la gamificación como estrategias para fortalecer el aprendizaje matemático, aún resulta necesario profundizar en estudios que analicen su articulación conjunta en procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas, particularmente en contextos rurales de básica secundaria. Este vacío justifica la pertinencia de la presente revisión, que se orienta por la siguiente pregunta: ¿Qué aportes pedagógicos ofrece la articulación entre la modelación matemática y la gamificación para fortalecer los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de básica secundaria en contextos rurales?

En consecuencia, el presente artículo tiene como propósito analizar cómo la integración de la modelación matemática y las actividades gamificadas puede contribuir al desarrollo de los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de básica secundaria en un contexto rural. Para ello, se asume una revisión de literatura orientada a reconocer aportes conceptuales, pedagógicos y metodológicos que

fundamentan la pertinencia de estas estrategias en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Este artículo se desarrolla a partir de un enfoque cualitativo, bajo una perspectiva interpretativa y reflexiva orientada al análisis de los aportes conceptuales, pedagógicos y metodológicos relacionados con la articulación entre la modelación matemática y la gamificación como estrategia pedagógica para fortalecer los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de básica secundaria, particularmente en contextos rurales.

Para la construcción del análisis se realizó una revisión sistemática de la literatura académica, considerando artículos científicos, libros y documentos de referencias seleccionados con tres ejes principales: la modelación matemática como estrategia para vincular situaciones del contexto con procesos de construcción del conocimiento matemático; la gamificación como estrategia pedagógica para favorecer la motivación, participación y compromiso estudiantil; y el proceso de formulación, tratamiento y resolución de problemas como componentes esenciales de la competencia matemática.

La revisión se orientó por la pregunta: ¿Qué aportes pedagógicos ofrece la articulación entre la modelación matemática y la gamificación para fortalecer los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de básica secundaria en contextos rurales? La pregunta se estructuró conforme a los componentes Población, Concepto y Contexto (PCC), según se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Estructuración de la pregunta de revisión (PCC).

Componente	Definición en este estudio
Población (P)	Estudiantes de educación básica secundaria (aproximadamente 12 a 16 años).
Concepto (C)	Modelación matemática y gamificación como estrategias para las competencias de formulación, tratamiento y resolución de problemas.
Contexto (C)	Escenarios educativos, con énfasis en contextos rurales.

Fuente. Elaboración propia.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La búsqueda se ejecutó en la base de datos Scopus, considerando las publicaciones comprendidas entre 2020 y 2025. La elección de la base de datos responde a su reconocimiento académico y a la disponibilidad de investigaciones indexadas en educación matemática, modelación, gamificación y competencias matemáticas. La última fecha de búsqueda fue el 25 de mayo del 2026. Se emplearon términos en español e inglés «modelación matemática», «mathematical modelling», «gamificación», «gamification», «competencias matemáticas», «mathematical competencies», «resolución de problemas», «problem solving», «educación secundaria», «secondary education», «educación rural» y «rural education» combinados mediante operadores booleanos (AND, OR) y comodines. La ecuación de búsqueda se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2*Ecuación de búsqueda.*

Base de datos	Ecuación de búsqueda
Scopus	("mathematical modelling" OR "mathematical modeling") AND ("gamification" OR "game-based learning") AND ("problem solving" OR "mathematical competenc*") AND ("secondary education" OR "rural education")

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron artículos científicos publicados entre 2020 y 2025, relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, que abordaran la modelación matemática, la gamificación o la formulación, tratamiento y resolución de problemas, con estudiantes de básica secundaria o con transferibilidad a dicho nivel, y con acceso al resumen y a la información metodológica. Se excluyeron los documentos duplicados, las publicaciones sin relación directa con la educación matemática, los estudios centrados exclusivamente en educación superior sin transferencia al nivel objetivo, los textos sin acceso al resumen o a información metodológica básica y los documentos de carácter no académico (Tabla 3).

Tabla 3*Criterios de inclusión y exclusión.*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos científicos publicados entre 2020 y 2025.	Documentos duplicados.
Estudios sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas que aborden la modelación, la gamificación o la resolución de problemas.	Publicaciones sin relación directa con la educación matemática.
Investigaciones en básica secundaria o con transferibilidad a ese nivel.	Estudios centrados exclusivamente en educación superior sin transferencia al nivel objetivo.
Textos en español o inglés con acceso al resumen y a la información metodológica.	Textos sin acceso al resumen o a información metodológica, y documentos no académicos.

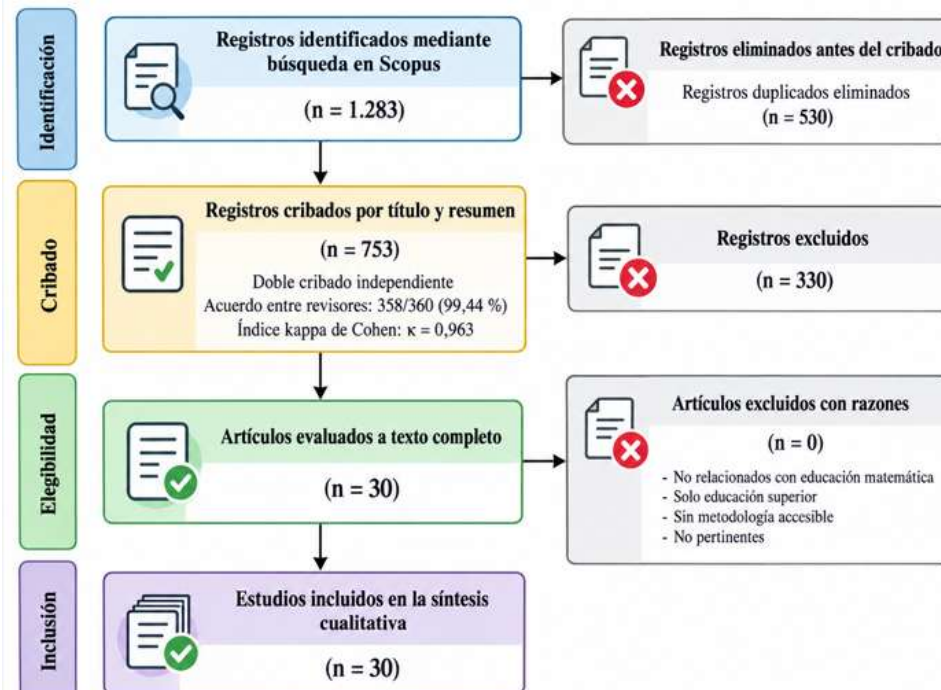
Proceso de selección, extracción y síntesis

Los registros se exportaron y se gestionaron en un gestor bibliográfico, tras eliminar los duplicados, dos revisores cribaron de forma independiente los títulos y los resúmenes; las discrepancias se resolvieron por consenso o mediante un tercer revisor, y el acuerdo entre evaluadores se cuantificó con el índice kappa de Cohen ($\kappa = 0,963$). Posteriormente se evaluaron a texto completo los registros potencialmente elegibles, registrando las razones de exclusión. El proceso se resume en el diagrama de flujo PRISMA 2020 (Figura 1). La información de los estudios incluidos se organizó en una matriz de extracción (autor, año, país, nivel, diseño, constructo y hallazgos principales) y se analizó mediante una síntesis temática cualitativa estructurada en cuatro categorías: (1) modelación matemática como estrategia didáctica; (2) gamificación en la enseñanza de las matemáticas; (3) competencias de

formulación, tratamiento y resolución de problemas; y (4) pertinencia de las estrategias contextualizadas en escenarios rurales.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA 2020



Nota: El diagrama de flujo presenta el proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios, siguiendo las directrices de PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

RESULTADOS

A partir del proceso de selección descrito, se incluyeron 30 estudios en la síntesis cualitativa. El corpus se concentra en el quinquenio 2020–2025 y combina revisiones sistemáticas y meta-análisis con estudios empíricos y aportes teórico-conceptuales, publicados mayoritariamente en revistas indexadas de educación matemática y tecnología educativa. La evidencia se organizó en las cuatro categorías definidas a priori; la Tabla 4 sintetiza los estudios más representativos de cada una.

Tabla 4

Síntesis temática del corpus (estudios representativos por categoría).

Autor (año)	Naturaleza del estudio	Aporte principal a la síntesis
Categoría 1. Modelación matemática como estrategia didáctica		
Krawitz et al. (2025)	Revisión sistemática	La modelación continúa siendo un campo dinámico; su potencial radica en fortalecer la comprensión de problemas reales y las competencias en distintos niveles.
Cevikbas y Kaiser (2022)	Revisión sistemática	La formulación y el planteamiento de problemas se asocian al desempeño en modelación, la autoeficacia y el valor atribuido a las tareas.

Ishibashi y Uegatani (2022)	Aporte teórico	Reconceptualiza la validación como fase que tiende puentes entre los problemas verbales y la resolución de problemas.
Geiger et al. (2022)	Aporte teórico	Identifica facilitadores (enablers) cognitivos, metacognitivos y contextuales para usar las matemáticas en problemas reales.
Vogelsanger-Holstein et al. (2025)	Estudio cuasiexperimental longitudinal	Evidencia que la enseñanza de la modelación mediante un plan de solución favorece la competencia de modelación y que sus efectos pueden mantenerse posteriormente.
Categoría 2. Gamificación en la enseñanza de las matemáticas		
Sailer y Homner (2020)	Meta-análisis	Efectos positivos en resultados cognitivos, motivacionales y conductuales, condicionados a un diseño con propósito pedagógico.
Manzano-León et al. (2021)	Revisión sistemática	Estrategia flexible, adaptable a entornos presenciales o digitales, que favorece motivación y participación.
Gini et al. (2025)	Análisis cientométrico	El campo avanza hacia un diseño más crítico: los efectos dependen de cómo se integran los elementos de juego.
Mayrhofer et al. (2025)	Revisión sistemática	En secundaria, la gamificación se orienta a incrementar la motivación, sostener el compromiso y favorecer la participación.
Nadi-Ravandi Batooli (2022)	Estudio y cientométrico análisis contenido y de	Analiza revisiones sistemáticas y meta-análisis sobre gamificación educativa e identifica tendencias, temáticas y características de la producción científica del campo.
Gómez-Carrasco et al. (2020)	Estudio empírico evaluativo	Evalúa un programa que integra gamificación y aula invertida, encontrando una valoración positiva del aprendizaje y de las estrategias empleadas.
Categoría 3. Procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas		
Greefrath et al. (2022)	Estudio empírico (SEM)	Modela la competencia de modelación como un constructo estructurado y medible.
Lu et al. (2025)	Desarrollo de constructo	Las tareas de modelación favorecen la creatividad matemática cuando admiten múltiples soluciones y comunicación de ideas.
Tasarib et al. (2025)	Revisión sistemática	Las actividades de modelación promueven comprensión profunda y aprendizaje significativo, con desafíos de implementación.
Categoría 4. Pertinencia de las estrategias contextualizadas en escenarios rurales		
Haas et al. (2023)	Estudio empírico	La visualización y la modelación de fenómenos reales acercan los conceptos abstractos al entorno del estudiante.
Meng et al. (2024)	Meta-análisis	La gamificación incrementa el compromiso, lo que resulta relevante para sostener la participación en tareas complejas.
Palinussa et al. (2021)	Estudio empírico	Aborda la enseñanza contextualizada de las matemáticas en escenarios rurales y aporta evidencia sobre el

desarrollo del razonamiento y la comunicación matemática mediante situaciones próximas al contexto de los estudiantes.

Nota. La tabla presenta 18 estudios representativos de los 30 artículos que conformaron el corpus final de la revisión. Los estudios fueron seleccionados para esta síntesis por la pertinencia de sus aportes respecto de las cuatro categorías de análisis. Los restantes artículos del corpus fueron considerados en el proceso global de análisis y síntesis temática cualitativa.

En la categoría de modelación, los estudios convergen en que el ciclo de modelación fortalece de manera articulada las competencias de formulación, tratamiento y resolución; no obstante, persiste una tensión en torno a la fase de validación, que suele trabajarse poco en el aula pese a su valor para dotar de sentido a las soluciones (Ishibashi y Uegatani, 2022). En la categoría de gamificación, la evidencia meta-analítica respalda efectos positivos sobre la motivación, el compromiso y los resultados de aprendizaje; sin embargo, dichos efectos están condicionados al diseño pedagógico y se diluyen cuando la experiencia se reduce a recompensas superficiales (Sailer y Homner, 2020; Gini et al., 2025). Respecto a las competencias, la formulación de problemas aparece como la menos desarrollada en la literatura y la más estrechamente vinculada a la autoeficacia (Cevikbas y Kaiser, 2022). Finalmente, la categoría de contextualización rural revela el vacío más relevante: la escasez de estudios que sitúen explícitamente la articulación entre modelación y gamificación en escenarios rurales de básica secundaria, lo que justifica la contribución de este artículo.

DISCUSIÓN

La modelación matemática como estrategia didáctica

La modelación matemática se constituye en una estrategia didáctica relevante para transformar la enseñanza tradicional de las matemáticas, en tanto permite vincular los contenidos escolares con situaciones reales del contexto. En lugar de reducir el aprendizaje a la aplicación mecánica de fórmulas o procedimientos, la modelación propicia que los estudiantes interpreten fenómenos, reconozca variables, establezcan relaciones, construyan representaciones y validen soluciones frente a una situación determinada. En este sentido, Krawitz et al. (2025) reconocen que la modelación matemática continúa siendo un campo dinámico de investigación internacional, debido a su potencial para fortalecer la comprensión de problemas reales y el desarrollo de competencias matemáticas en diferentes niveles educativos.

Desde esta perspectiva, la modelación matemática puede entenderse como un proceso que permite transitar entre el mundo real y el mundo matemático. Dicho proceso inicia con la comprensión de una situación contextualizada, continúa con la simplificación de la realidad, la identificación de datos relevantes, la construcción de un modelo matemático, el trabajo operativo o analítico sobre dicho modelo, la interpretación de los resultados y, finalmente, la validación de la respuesta en relación con el problema inicial (Blum y Borromeo-Ferri, 2009). En esta línea, Vogelsanger-Holenstein et al. (2025) señalan que la enseñanza de la modelación mediante planes de solución favorece el desarrollo de la competencia modeladora, al orientar a los estudiantes en las fases necesarias para comprender, representar y resolver situaciones matemáticas. Asimismo, Geiger et al. (2022) advierten que el uso de las matemáticas para resolver problemas del mundo real depende de un conjunto de facilitadores cognitivos, metacognitivos y contextuales que condicionan el éxito del proceso de modelación.

Conforme a lo anterior, el ciclo de modelación resulta pertinente para fortalecer la competencia de formulación de problemas, debido a que exige que los estudiantes no reciban únicamente ejercicios cerrados, sino que participen en la construcción del problema. Formular implica reconocer una situación susceptible de ser abordada matemáticamente, identificar variables, establecer preguntas, delimitar condiciones y organizar la información inicial. En este sentido, Cevikbas y Kaiser (2022) sostienen que los procesos de formulación, tratamiento y resolución problemas se relacionan estrechamente con el desempeño en modelación, la autoeficacia y el valor que los estudiantes asignan a las tareas matemáticas.

Asimismo, la modelación matemática favorece el proceso de tratamiento, en tanto permite que los estudiantes seleccionen procedimientos, utilicen representaciones, organicen datos y desarrollen estrategias de solución. Durante este proceso, el estudiante no solo ejecuta algoritmos, sino que decide qué herramienta matemática resulta más pertinente para analizar la situación planteada. Al respecto, Tasarib et al. (2025) destacan que las actividades de modelación promueven una comprensión más profunda de los contenidos, porque permiten aplicar las matemáticas en contextos reales y fortalecer el aprendizaje mediante experiencias significativas.

En lo que respecta al proceso de resolución de problemas, la modelación matemática aporta una estructura que supera la búsqueda de una respuesta numérica inmediata en la que solo se tiene en cuenta el resultado y no el proceso que condujo a él. Dado que, resolver un problema desde la modelación, es una acción que implica interpretar la situación, construir una estrategia, desarrollar procedimientos, analizar resultados y verificar si estos tienen sentido frente al contexto, por lo tanto, la resolución se convierte en un proceso reflexivo y argumentativo. En esta línea, Ishibashi y Uegatani (2022) señalan que la modelación establece puentes entre los problemas previamente identificado en una situación del contexto y la resolución de problemas, al considerar la validación como una fase necesaria para establecer la pertinencia de las soluciones construidas.

En esta misma línea de argumentación, la modelación matemática es un proceso que contribuye al fortalecimiento de habilidades cognitivas superiores, tales como “la ampliación del lenguaje oral y escrito, el impulso de operaciones mentales como el análisis, la síntesis, la abstracción, la comparación y la generalización, que favorecen el avance del pensamiento lógico, heurístico y creativo” (Duardo-Montegudo et al., 2020, p. 277). De este modo, Lu et al. (2025) exponen que el desarrollo de las etapas y fases del proceso de modelación favorece la creatividad matemática en la medida que ofrece oportunidades para explorar diversas soluciones, comunicar ideas y asumir el error como parte del aprendizaje.

Conforme a lo ya expresado, es preciso mencionar que la modelación matemática posee un amplio potencial pedagógico en la medida que permite trabajar contenidos matemáticos desde situaciones cercanas a la realidad del estudiante. En esta línea, Haas et al. (2023) exponen que el uso de actividades de modelación de fenómenos reales permite que los estudiantes apliquen habilidades matemáticas en su entorno, de modo que se favorezca la comprensión de conceptos abstractos a través de representaciones y simulaciones. En este sentido, en contextos rurales, la modelación matemática se convierte en un recurso didáctico, ya que permite reconocer el contexto como fuente generadora de situaciones problemas con valor pedagógico los cuales pueden transformarse en problemas matemáticos significativos (Blanco Petro, 2022). De este modo, la educación rural puede aprovechar las experiencias del extorno para fortalecer las competencias matemáticas en los estudiantes y promover un aprendizaje significativo.

Gamificación en la enseñanza de las matemáticas

La gamificación es una estrategia educativa que involucra elementos de mecánicas de juego a actividades de aprendizaje con la finalidad de estimular y motivar la competencia como la cooperación entre los estudiantes. De este modo, Nivelá-Cornejo et al. (2021) argumentan que la gamificación contribuye a la participación activa de los estudiantes en clase, así como dinamizar el desarrollo de procesos de aprendizaje. De este modo, en educación, gamificar no significa simplemente jugar, sino diseñar experiencias en las que el estudiante avance mediante retos, misiones, niveles, puntos, insignias, recompensas, narrativas y retroalimentación, mientras desarrolla los aprendizajes previstos (De Gracia, 2021).

En el campo de la educación matemática, la importancia de la gamificación se enmarca en la posibilidad de transformar experiencias tradicionalmente asociadas con la repetición, la dificultad y la ansiedad en dinámicas más activas, retadoras y significativas. Desde una perspectiva conceptual, la gamificación no debe entenderse como la simple incorporación de juegos en el aula, sino como el uso intencionado de elementos propios del diseño de juegos en contextos no lúdicos (Deterding et al., 2011); estos elementos pueden incluir retos, niveles, puntos, insignias, recompensas, misiones, clasificaciones y sistemas de retroalimentación. En esta línea, Sailer y Homner (2020) señalan que la gamificación tiene efectos positivos sobre los resultados cognitivos, motivacionales y conductuales del aprendizaje, siempre que su diseño responda a propósitos pedagógicos claros y no se limite a recompensas superficiales.

En la enseñanza de las matemáticas, las actividades gamificadas resultan relevantes porque permiten modificar la relación afectiva que muchos estudiantes establecen con esta área. La literatura revisada indica que la desmotivación, el temor al error y la percepción de dificultad inciden negativamente en el aprendizaje matemático. Frente a ello, la gamificación ofrece ambientes donde el error puede asumirse como parte del proceso, los avances se reconocen progresivamente y los estudiantes encuentran razones para persistir. De este modo, Manzano-León et al. (2021) sostienen que las experiencias gamificadas pueden favorecer la motivación y la participación, especialmente cuando se articulan con objetivos de aprendizaje y actividades retadoras.

Asimismo, se destaca la retroalimentación inmediata como un elemento clave en la gamificación, ya que, las dinámicas gamificadas permiten ofrecer señales constantes sobre el avance, los errores y los logros. En este sentido, la retroalimentación favorece procesos de autorregulación, pues el estudiante identifica sus dificultades, ajusta sus estrategias y mejora progresivamente; en efecto, la retroalimentación es uno de los factores de mayor incidencia en el aprendizaje cuando informa sobre la tarea, el proceso y la autorregulación (Hattie y Timperley, 2007).

En relación con el aprendizaje matemático, los estudios recientes muestran que la gamificación puede contribuir al desarrollo de habilidades cognitivas y sociales de los estudiantes, dado que, los retos matemáticos gamificados promueven la resolución de problemas, la toma de decisiones, la creatividad y el pensamiento estratégico; por su parte, las dinámicas colaborativas favorecen la construcción conjunta de soluciones. En este sentido, Mayrhofer et al. (2025) señalan que la gamificación en educación matemática en la básica secundaria se ha orientado principalmente al diseño de experiencias que buscan incrementar la motivación, sostener el compromiso y favorecer la participación activa de los estudiantes.

Conforme a lo anterior, es conveniente mencionar que la gamificación no garantiza por sí sola el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje, su efectividad depende de la coherencia entre los elementos lúdicos, los objetivos curriculares, las características de los estudiantes y el tipo de contenido matemático trabajado. Una actividad gamificada puede resultar atractiva, pero perder valor formativo si no promueve

razonamiento, análisis o resolución de problemas. Por ello, Gini et al. (2025) exponen que el campo ha avanzado hacia una comprensión más crítica del diseño, reconociendo que los efectos positivos dependen de la manera como se integran los elementos de juego dentro de una experiencia pedagógica estructurada.

En los contextos rurales, además, las actividades gamificadas pueden emplearse sin depender del uso exclusivo de herramientas digitales, adaptando retos, misiones, fichas y mapas a dinámicas presenciales; en esta línea, Manzano-León et al. (2021) argumentan que la gamificación constituye una estrategia metodológica flexible que puede integrarse tanto en entornos digitales como en experiencias presenciales.

Procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas

Los estudios previamente revisados mostraron que el aprendizaje de las matemáticas no se reduce a la aplicación mecánica de algoritmos o procedimientos, sino que, requiere que los estudiantes desarrollen capacidades que les permita comprender situaciones, establecer relaciones, establecer estrategias de solución y posterior a ello, dar solución al planteamiento. De este modo, los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas se constituyen en dimensiones fundamentales para el desarrollo de competencias matemáticas, en la medida que permiten movilizar conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales frente a situaciones del contexto.

A partir de lo anterior, la formulación de problemas matemáticos representa un proceso inicial en el cual el estudiante interpreta una situación, reconoce elementos relevantes, identifica variables y establece preguntas susceptibles de ser abordadas a partir de herramientas propias de la matemática. En este sentido, Embid y Perdomo-Díaz (2024) argumentan que la formulación de problemas permite al estudiante reflexionar sobre sus propios conocimientos y profundizar en su comprensión conceptual, de igual forma, conlleva a plantear situaciones o preguntas que pueden ser relevantes a nivel particular o social y desarrollar su espíritu crítico y creativo.

En este marco de referencia, este proceso matemático implica superar la visión tradicional en la que el estudiante solo responde ante problemas planteados por el docente de manera previa, para asumir un papel activo en la construcción de situaciones matemáticas. Al respecto, Cevikbas y Kaiser (2022) destacan que las competencias relacionadas con la modelación matemática involucran procesos de comprensión, representación y estructuración de situaciones, los cuales guardan una relación directa con la capacidad de plantear y analizar problemas matemáticos.

En esta línea, la modelación matemática constituye una estrategia que favorece el proceso de formulación de problemas, dado que parte de una situación real la cual requiere ser interpretada y transformada en un modelo matemático. En este sentido, el estudiante debe establecer analizar la información planteada, simplificarla y establecer las relaciones que pueden construirse entre los elementos de la situación problema, y las posibles soluciones. De acuerdo con Krawitz et al. (2025), las tareas de modelación matemática favorecen la conexión entre fenómenos del mundo real y estructuras matemáticas, promoviendo procesos de razonamiento y comprensión que superan la resolución rutinaria de ejercicios.

Por otro lado, el proceso de tratamiento del problema matemático hace referencia al conjunto de acciones a partir del cual los estudiantes transforman la situación planteada, es decir, se movilizan los conocimientos previos, se selecciona estrategias y establece relaciones entre diferentes representaciones para avanzar hacia una solución. En este sentido, los hallazgos de Greefrath et al. (2022) muestran que la competencia de modelación implica diferentes procesos cognitivos relacionados con la construcción, interpretación y utilización

de modelos matemáticos, lo que evidencia que resolver problemas requiere mucho más que ejecutar procedimientos aislados.

Asimismo, es preciso mencionar que el tratamiento de problemas matemáticos favorece que los estudiantes logren comprender la funcional de los conceptos aprendidos en el ciclo escolar, dado que, estos dejan de ser vistos como un cúmulo de teorías abstractas y pasan a convertirse en herramientas para analizar situaciones concretas del entorno cercano del estudiante. En esta línea, Tasarib et al. (2025) señalan que las actividades de modelación promueven una comprensión profunda de los contenidos matemáticos al permitir que los estudiantes apliquen sus conocimientos en escenarios significativos. Por lo tanto, el aprendizaje matemático adquiere sentido cuando los procedimientos utilizados responden a necesidades de interpretación y solución de problemas reales.

En lo que respecta a la resolución de problemas, la literatura revisada coincide en señalar en esta competencia implica un proceso reflexivo que integra comprensión, planificación, ejecución, interpretación y validación. De este modo, resolver un problema matemático no significa únicamente obtener una respuesta numérica, sino analizar si dicha respuesta es coherente con las condiciones iniciales de la situación. En este aspecto, Ishibashi y Uegatani (2022) resaltan la importancia de la validación dentro de los procesos de modelación, debido a que permite establecer relaciones entre la representación matemática construida y el fenómeno o situación que le dio origen.

Asimismo, la resolución de problemas desde la modelación favorece el desarrollo de habilidades cognitivas superiores como la creatividad, la argumentación y la toma de decisiones. Esto ocurre porque los estudiantes pueden explorar diferentes caminos de solución, comparar estrategias y justificar sus elecciones matemáticas. En este sentido, Lu et al. (2025) plantean que las tareas de modelación contribuyen al desarrollo de la creatividad matemática al ofrecer oportunidades para generar múltiples soluciones, comunicar procedimientos y comprender el error como una posibilidad para mejorar los procesos de aprendizaje.

Desde la perspectiva de esta revisión, la integración de la gamificación aporta elementos que pueden fortalecer cada una de estas fases. En la formulación de problemas, los retos y misiones permiten presentar situaciones contextualizadas que motivan al estudiante a interpretar y plantear preguntas. En el tratamiento matemático, los niveles de dificultad y los desafíos progresivos favorecen la permanencia del estudiante en la búsqueda de estrategias. Finalmente, en la resolución, los mecanismos de retroalimentación inmediata permiten reconocer avances, identificar dificultades y ajustar los procedimientos utilizados.

Por consiguiente, los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas constituyen el punto de articulación entre la modelación matemática y las actividades gamificadas. Mientras la modelación proporciona una estructura cognitiva para comprender y transformar situaciones reales en representaciones matemáticas, la gamificación aporta condiciones motivacionales que favorecen la participación, la persistencia y el compromiso del estudiante. Esta relación resulta especialmente relevante en básica secundaria, donde es necesario promover experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes comprender la utilidad de las matemáticas y aplicarlas en situaciones cercanas a su realidad.

Modelo articulador gamificación-modelación para el fortalecimiento de procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas matemáticos

La modelación matemática se asume como un proceso cíclico que se origina a partir de una situación del contexto, la cual se simplifica, se representa, se traduce a un modelo matemático, se interpreta y luego se valida, lo que permite que los estudiantes doten de sentido y

significado el objeto de conocimiento (Borromeo-Ferri, 2018). Por su parte, la gamificación posee aspectos metodológicos que aumentan la motivación y el interés de los estudiantes por adquirir conocimientos nuevos (Dicheva et al., 2020). Si bien, aunque ambas estrategias poseen fundamentos teóricos diferentes, comparten principios pedagógicos relacionados con la participación activa del estudiante, el aprendizaje contextualizado.

De esta manera, uno de los principales puntos de encuentro entre ambas estrategias se relaciona con la resolución de problemas matemáticos, dado que, tanto la modelación como la gamificación sitúan al estudiante frente a desafíos que requieren la movilización de conocimientos, habilidades y actitudes para alcanzar una solución (Greefrath et al., 2022). Desde este punto, la modelación matemática promueve procesos de análisis, razonamiento y toma de decisiones reales; y las actividades gamificadas favorecen la persistencia y el compromiso durante la resolución de tareas complejas (Meng et al., 2024).

De acuerdo a la discusión teórica realizada, es preciso establecer el aporte que hace la modelación matemática y la gamificación a los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas, de este modo, en la Tabla 5 se presenta, como estas dos estrategias influyen en dicho proceso matemático.

Tabla 5

Aportes de la modelación y la gamificación al proceso de formulación, tratamiento y resolución de problemas.

Procesos	Aporte de la modelación matemática	Aporte de la gamificación
Formulación	Su aporte se enmarca en la interpretación de la situación del contexto, simplificación, identificación de variables y establecimiento de preguntas que conduzcan a la solución.	Retos y misiones contextualizadas
Tratamiento	El aporte se orienta a establecer una estrategia para la resolución de la situación real, matematizar la situación y construcción del modelo.	Niveles progresión y desafíos
Resolución	El aporte de establecer en la aplicación correcta de la estrategia de solución, obtener resultados, validar y presentar.	Retroalimentación, insignias y recompensas.

En relación a lo anteriormente mencionado, la modelación matemática y la gamificación se integran en la medida en que los problemas contextualizados pueden estructurarse como retos o desafíos que conduzcan al estudiante por las diferentes etapas del proceso de modelación. En la Figura 2 se muestra la articulación de la modelación con la gamificación.

Figura 2

Articulación de la modelación matemática con la gamificación.



De acuerdo con la información presentada en la figura 2, es preciso mencionar que la modelación matemática integrarse a elementos de la gamificación con fases específicas del ciclo de modelación matemática. De este modo, los retos y las misiones pueden activar la fase de comprensión y formulación del problema; los niveles y la progresión pueden estructurar las fases de simplificación, matematización y trabajo matemático; y la retroalimentación, las insignias y las recompensas pueden reforzar de manera particular la fase de validación, que la literatura identifica como la menos trabajada en el aula.

De esta manera, los elementos de juego no operan como un fin en sí mismos, sino como un soporte motivacional y autorregulador del proceso de modelación. En este sentido, Alsina (2019) sostiene que el aprendizaje matemático adquiere sentido cuando se vincula con experiencias cercanas a la realidad de los estudiantes, mientras que Kalogiannakis et al. (2021) destacan que la gamificación contribuye a generar ambientes de aprendizaje más atractivos y contextualizados. Así, los problemas matemáticos pueden dejar de percibirse como ejercicios abstractos y convertirse en desafíos relacionados con el contexto, fortaleciendo la comprensión, el análisis y la apropiación del conocimiento.

CONCLUSIONES

La revisión de la literatura presentada en este artículo permitió dar respuesta a la pregunta ¿Qué aportes pedagógicos ofrece la articulación entre la modelación matemática y la gamificación para fortalecer los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de básica secundaria en contextos rurales?

En primera instancia se resalta que la integración de la modelación matemática y las actividades gamificadas contribuye al desarrollo de los procesos de formulación, tratamiento y resolución de problemas en estudiantes de básica secundaria rural en la medida en que combina dos lógicas complementarias. Por una parte, el ciclo de modelación aporta la

estructura cognitiva que conlleva a comprender, simplificar, matematizar, resolver, interpretar y validar, lo cual convierte una situación del contexto en un problema matemático con sentido. Por otra, la gamificación aporta las condiciones afectivas y motivacionales retos, niveles, retroalimentación e insignias que sostienen la participación y la persistencia del estudiante a lo largo de ese ciclo.

En este sentido, es prudente mencionar que la integración de ambas estrategias (modelación matemática y gamificación) se constituye en un potenciador pedagógico que además de contribuir a la producción de conocimientos matemáticos, también conlleva a despertar el interés de los estudiantes hacia las matemáticas. De esta manera, la modelación ofrece fases y subprocesos esenciales que posibilitan el tránsito entre el mundo real y el mundo matemático, de este modo, los estudiantes con la guía del docente logran comprender una situación real, identificar las matemáticas que interactúan en ella, matematizar dicha situación real, aplicar los conocimientos matemáticos y no matemáticos para su solución y posterior a ello obtener y presentar unos resultados. Todo esto, se constituye en una acción que establece una conexión directa entre los saberes escolares y las situaciones del contexto. De modo que se logre un aprendizaje significativo y duradero.

Por su parte la gamificación es una estrategia didáctica que dinamiza los procesos formativos, logrando que, a partir de elementos propios como insignias, retos, misiones, retroalimentación, entre otros, se motive la participación estudiantil en situaciones académicas, donde el conocimiento se construye a partir de situaciones llenas de sentido. En esta línea de argumentación, destaca que integración de la modelación matemática y la gamificación pueden ser una estrategia que movilice los conocimientos matemáticos en los estudiantes, en la medida que se relaciona con el entorno, reconoce conceptos matemáticos, los aplica y al mismo tiempo se divierte y comparte con sus compañeros.

DECLARACIONES

Contribución de los autores (CRediT). Yuri María Peña Aparicio: conceptualización, investigación, redacción del borrador original. Luis Fernando Cardona Palacio: conceptualización, supervisión, redacción (revisión y edición). Ambos autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

Financiación. Los autores declaran que esta investigación no recibió financiación externa específica.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial generativa. Para la elaboración del presente documento se empleó la herramienta ChatGPT como apoyo en la mejora de la redacción, corrección ortográfica y ajuste de estilo académico. Su uso se limitó a fortalecer la claridad, coherencia y organización del texto, sin reemplazar el análisis, la interpretación ni la responsabilidad intelectual de los autores sobre el contenido presentado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsina, Á. (2019). Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas. Graó.
- Blanco Petro, O. A. (2022). Las tecnologías de la información y las comunicaciones como mediadoras de la enseñanza de las matemáticas en la educación básica primaria [Tesis, Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología]. Repositorio Institucional UMECIT.
- Blum, W., & Borromeo-Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45–58.

- Borromeo-Ferri, R. (2018). Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education. Springer. <https://acortar.link/ZgYJYp>
- Celi, S., Sánchez, V., Quilca, M., & Paladines, M. (2021). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en niños de educación inicial. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(19), 502–513. <https://revistahorizontes.org>
- Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2022). Student competencies in mathematical modelling: A systematic review. *Educational Studies in Mathematics*, 111(1), 1–25. <https://acortar.link/PXYvBv>
- De Gracia, E. (2021). La gamificación como estrategia mediadora del proceso de enseñanza y aprendizaje. *Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología*.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference* (pp. 9–15). Association for Computing Machinery. <https://acortar.link/Z2G2c>
- Dicheva, D., Irwin, K., & Dichev, C. (2020). Exploring learners’ experience of gamified practicing: For learning or for fun? *International Journal of Serious Games*, 7(3), 5–21. <https://acortar.link/SNfpGI>
- Embid, S., & Perdomo-Díaz, J. (2024). Evaluación del potencial de distintos chatbots para la formulación de problemas matemáticos. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, 16, 41–58.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Kluwer Academic Publishers.
- Geiger, V., Stillman, G., Brown, J., Galbraith, P., & Niss, M. (2022). Using mathematics to solve real-world problems: The role of enablers. *Mathematical Thinking and Learning*, 24(1), 1–19. <https://acortar.link/R1O0xV>
- Gini, F., Bassanelli, S., Bonetti, F., Hadi Mogavi, R., Bucchiarone, A., & Marconi, A. (2025). The role and scope of gamification in education: A scientometric literature review. *Acta Psychologica*, 257, Article 105418. <https://acortar.link/Bj0Gic>
- Gómez-Carrasco, C. J., Monteagudo-Fernández, J., Moreno-Vera, J. R., & Sainz-Gómez, M. (2020). Evaluation of a gamification and flipped-classroom program used in teacher training: Perception of learning and outcome. *PLOS ONE*, 15(7), Article e0236083. <https://acortar.link/IEt6KU>
- Greefrath, G., Hertleif, C., & Siller, H. S. (2022). Mathematical modelling competency: A structural equation model. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 243–264. <https://acortar.link/PO9Jyz>
- Haas, B., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2023). Real-world mathematical modelling and visualisation in mathematics education. *Education Sciences*, 13(11), Article 1142. <https://acortar.link/Un6pXU>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://acortar.link/bE4zqR>
- Ishibashi, I., & Uegatani, Y. (2022). Cultural relevance of validation during mathematical modeling and word problem-solving: Reconceptualizing validation as an integration of possible fictional worlds. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, Article 100949. <https://acortar.link/8sceOm>
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in science education: A systematic review of the literature. *Education Sciences*, 11(1), Article 22. <https://acortar.link/P7IhwC>

- Krawitz, J., Schukajlow, S., Yang, X., & Geiger, V. (2025). A systematic review of international perspectives on mathematical modelling: Modelling goals and task characteristics. *ZDM-Mathematics Education*, 57, 193–212. <https://acortar.link/A0ITlp>
- Lu, X., Kaiser, G., Zhu, Y., Ma, H., & Yan, Y. (2025). Mathematical creativity in modelling: Further development of the construct, its measurement, and its empirical implementation. *ZDM-Mathematics Education*. Advance online publication. <https://acortar.link/eNB5dS>
- Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros, R., & Alias, A. (2021). Between level up and game over: A systematic literature review of gamification in education. *Sustainability*, 13(4), Article 2247. <https://acortar.link/dR8r42>
- Mayrhofer, J., Weinhandl, R., Baldinger, S., Bleckenwegner, V., & Riegler, V. (2025). Current state of gamification design in secondary mathematics education: A systematic literature review. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Advance online publication. <https://acortar.link/LfEcUA>
- Meng, N., Sun, Y., Zhang, K., Zhang, X., & Zhang, Y. (2024). Effects of gamification on student engagement: A systematic review and meta-analysis. *Smart Learning Environments*, 11, Article 45. <https://acortar.link/0Bc7mf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2020). Orientaciones curriculares para el área de matemáticas. <https://www.mineducacion.gov.co>
- Nadi-Ravandi, S., & Batooli, Z. (2022). Gamification in education: A scientometric, content and co-occurrence analysis of systematic review and meta-analysis articles. *Education and Information Technologies*, 27, 10207–10238. <https://acortar.link/o33owp>
- Niss, M., & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 102(1), 9–28. <https://acortar.link/YIKJEj>
- Nivela-Cornejo, M. A., Otero-Agreda, O. E., & Morales-Caguana, E. F. (2021). Gamificación en la educación superior. *Revista Publicando*, 8(31), 165–176. <https://acortar.link/vXGedd>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, Article n71. <https://acortar.link/gTgBrS>
- Palinussa, A. L., Molle, J. S., & Gaspersz, M. (2021). Realistic mathematics education: Mathematical reasoning and communication skills in rural contexts. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(2), 522–534.
- Ricoy, M. C., & Couto, M. J. V. S. (2018). Desmotivación del alumnado de secundaria en la materia de matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(3), 69–79. <https://acortar.link/hj2RDO>
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112. <https://acortar.link/rMgLcU>
- Tasarib, A., Rosli, R., & Rambely, A. S. (2025). Impacts and challenges of mathematical modelling activities on students' learning development: A systematic literature review. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(5), Article em2641. <https://acortar.link/IuoXD5>
- UNESCO. (2020). Global education monitoring report 2020: Inclusion and education: All means all. <https://acortar.link/NGmYxP>
- Vogelsanger-Holenstein, M., Schukajlow, S., & Bruckmaier, G. (2025). Mathematical modelling and self-efficacy: Immediate and long-lasting effects of teaching

mathematical modelling with a solution plan. ZDM–Mathematics Education. Advance online publication. <https://acortar.link/PquDCc>

Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, Article 100326. <https://acortar.link/2smwgj>