

Modelación Matemática como Estrategia Didáctica: Una Perspectiva Procedimental de Formación Académica y Científica

Mathematical Modeling as a Didactic Strategy: A Procedural Perspective of Academic and Scientific Training

Rocío Esther Coa-Mamani¹ y Jaime Víctor Obregón-Ramos²



✓ Recibido: 20/junio/2023
✓ Aceptado: 23/octubre/2023
✓ Publicado: 29/noviembre/2023

📖 Páginas: 259--272

🌐 País

¹Perú
²Perú

🏛️ Institución

¹Universidad César Vallejo
²Universidad Norbert Wiener

✉️ Correo Electrónico

¹rcoam45@ucvvirtual.edu.pe
²jjaimeobregon28@hotmail.com

🆔 ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0001-8160-3337>
²<https://orcid.org/0009-0006-1669-4889>

🗨️ Citar así: APA / IEEE

Coa-Mamani, R. & Obregón-Ramos, J. (2023). Modelación Matemática como Estrategia Didáctica: Una Perspectiva Procedimental de Formación Académica y Científica. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(2), 259-272. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.410>

R. Coa-Mamani y J. Obregón-Ramos, "Modelación Matemática como Estrategia Didáctica: Una Perspectiva Procedimental de Formación Académica y Científica", *RTED*, vol. 16, n.º 2, pp. 259-272, nov. 2023.

Resumen

Actualmente, a escala mundial los modelos matemáticos, más concretamente, la modelización o modelamiento matemático mediante herramientas digitales son fundamentales para determinar las características y el comportamiento de situaciones hipotéticas que se presentan ante la sociedad en general. El presente artículo científico tuvo por objetivo analizar el modelamiento matemático de una estrategia didáctica desde una perspectiva procedimental de formación académica y científica. Su metodología se basó en el paradigma pospositivista bajo el método sistemático de revisión de literatura, de enfoque cualitativo, con un diseño bibliográfico de tipo descriptivo y de corte transversal. El instrumento utilizado se planteó de acuerdo con las directrices establecidas en la declaración PRISMA, tras el establecimiento de los criterios de inclusión y exclusión, se identificó una muestra total de 31 trabajos que se registraron en una matriz de síntesis, este instrumento de recopilación de datos sirvió para difundir el análisis de contenido. Además, se elaboró una ficha bibliográfica a modo de sistematización de los datos revisados. Esto permitió obtener una perspectiva amplia dentro de una estructura lógica de información. En conclusión, los beneficios de modelización matemática incluyen la representación de problemas, toma de decisiones, fórmulas y contenidos matemáticos que permiten simular procesos complejos, generar, verificar hipótesis, predecir; además, de la actividad para representar, manipular, comunicar objetos del mundo real y sugerir experimentos de prueba. Un modelo matemático debe reflejar la estructura causal del sistema en estudio, a la vez de ser capaz de predecir con precisión y eficiencia el resultado.

Palabras clave: Modelación, matemática, estrategia, didáctica, formación académica, y científica.

Abstract

Currently, on a global scale, mathematical models and more specifically, modeling, or mathematical modeling as well as digital tools are essential to determine the characteristics and behavior of hypothetical situations that are presented to society in general. The objective of this scientific article was to analyze the mathematical modeling of a teaching strategy from a procedural perspective of academic and scientific training. Its methodology was based on the postpositivist paradigm under the systematic method of literature review, with a qualitative approach, with a descriptive and cross-sectional bibliographic design. The instrument used was raised according to the guidelines established in the PRISMA statement, after establishing the inclusion and exclusion criteria, a total sample of 31 works were identified, which were registered in a synthesis matrix as a data collection instrument where the content analysis was disseminated. In addition, a bibliographic record was prepared as a systematization of the reviewed data. This allowed to obtain a broad perspective and a logical structure of information. In conclusion, the benefits of mathematical modeling include the representation of problems, decision making, formulas and mathematical contents that allow simulating complex processes, generating, verifying hypotheses, predicting, in addition, the activity to represent, manipulate, communicate real world objects. and suggest test experiments. A mathematical model must reflect the causal structure of the system under study and be able to predict the outcome accurately and efficiently.

Keywords: Modeling, mathematics, strategy, didactics, academic and scientific training.

Introducción

En la actualidad, nivel mundial, los modelos matemáticos, específicamente la modelización o modelamiento matemático con el uso de herramientas digitales son cruciales para determinar caracteres de índole predictivos, comportamiento de situaciones genéricas presentadas en la sociedad en general, por ejemplo, economía, salud y educación; esto con el fin de bosquejar una respuesta, que permita llegar a una toma de decisiones; además de ayudar a elegir las medidas de intervención estratégicas para la prevención y el control de posibles menoscabos de cualquier índole que puedan representar un riesgo. La modelación matemática, a nivel mundial, es fuertemente defendida como metodología de instrucción de ciencias puras o matemáticas, de este modo, los modelos matemáticos cobran relevancia en la toma de decisiones objetivas y eficaces (Ardila et al., 2020; Bravo et al., 2020).

En el Perú los modelos matemáticos tomaron relevancia en el proceso del aprendizaje y en la formación científica. Cuando dio inicio la pandemia, se hizo necesaria la estimación estadística del número de contagiados (Huamaní et al., 2020). Allí la tecnología abordó de manera general los procesos de instrucción de las matemáticas tanto en las escuelas como en las universidades, las mismas fueron el medio que establecieron la relación entre docentes y estudiantes en la distancia, pero se desconoce cómo afectó o sigue afectando el uso de los entornos virtuales en el aprendizaje de las matemáticas, debido en parte a esquemas tradicionales de aprendizaje en las cuales la presencialidad es la garante de la intención de aprender del estudiante.

De este modo, la modelación matemática plantea cambios curriculares, entorno a la implementación de la competencia en el uso de la modelización en la enseñanza de contenidos académicos o científicos (Font & Sala, 2021). Este estudio brinda una visión general del diseño, enfoque y uso de modelos matemáticos, en la forma de una herramienta analítica útil, dentro de una estrategia didáctica virtual que relaciona conceptos con aspectos afectivos al resolver una

situación de aprendizaje; porque contempla los procesos seguidos y las representaciones utilizadas en la resolución de problemas. (Díaz et al., 2018; Pérez & Ramírez, 2011; Búa et al., 2016; Ortiz & Dos Santos, 2011).

Por consiguiente, la modelización matemática tiende a brindar puentes entre las experiencias cotidianas de los alumnos y las matemáticas, debido a que el estudio de las matemáticas proporciona un soporte cognitivo a las conceptualizaciones de los educandos e inserta las matemáticas en la sociedad como herramienta para describir y dar sentido a las situaciones cotidianas (Pérez & Ramírez, 2011). Asimismo, se obtiene un condicionante epistemológico antes de experimentar con el modelo y reflexionar sobre las conexiones inherentes al mismo, los alumnos deben ser capaces de conceptualizar el escenario o fenómeno que se está modelando a las matemáticas que están en juego como dos elementos distintos pero conectados constantemente. La investigación tiene por objetivo analizar el modelamiento matemático de una estrategia didáctica desde una perspectiva procedimental de formación académica y científica.

Metodología

Para dar respuesta al objetivo planteado, a partir de las líneas de investigación, como, además, la generación del conocimiento. Se realizó una investigación enmarcada en el paradigma Pospositivista; o crítico realista, para este la realidad existe, pero no puede entenderse por completo. El Pospositivismo se rige por leyes naturales, las cuales pueden entenderse en forma parcial al aplicar métodos humanistas u holísticos para comprender y analizar el comportamiento dinámico de las personas, pues la realidad es comprensible, pero solo de forma imprecisa o puramente probabilística, es decir, trata esencialmente de identificar la naturaleza fundamental de las realidades, su estructura dinámica, aquello da sentido a sus acciones o manifestaciones (Martínez, 2008). Los resultados se consideran quizás precisos, pero siempre son susceptibles de fraude.

El estudio estuvo sustentado bajo el método sistemático de revisión de literatura, (Aguilera et al., 2021; Quispe et al. 2021), el mismo identifica los problemas que enfrenta la sociedad y los resultados deseados. Con este método se buscan fuentes de información y se revisan artículos científicos relacionados con el tema (Cisneros, et al., 2022). para utilizar la ecuación de búsqueda es necesario realizar una investigación sistemática, organizada y rigurosa (Piza. et al., 2019).

Este estudio es de enfoque cualitativo, con un diseño bibliográfico el mismo se define como la revisión sistemática, exhaustiva y profunda de toda la información documental disponible es la base del diseño bibliográfico. Se busca el análisis de fenómenos o el establecimiento de una relación entre dos o más variables. Al elegir este tipo de estudio, el investigador recopila, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes a través de documentos (Palella, et al., 2010).

Es una investigación de tipo descriptivo y de corte transversal; la investigación descriptiva define, clasifica, divide o concluye los resultados de la investigación, mediante el uso de medidas de posicionamiento o dispersión, con este tipo de investigación se debe poner en práctica lo que se elige previamente para luego evaluar, resumir, dividir, clasificar y, al final, describir. Además, trabaja con hechos reales, y su principal característica es proporcionar una interpretación precisa (Sabino 1986). Es transversal porque consiste en un método de recopilación de datos que solo puede recopilar información durante un breve período de tiempo. Una característica de este diseño es que permite comparaciones de grupos, pero está severamente limitado en términos de estudios individuales. (Hernández, et al., 2006). Si se requiere hacer un análisis descriptivo o generar hipótesis, la investigación de corte transversal es la más apropiada.

Por otro lado, los instrumentos se refieren al medio que se utiliza para registrar la información que se obtiene durante el proceso de recolección (Acuña, 1982). En este estudio el instrumento utilizado se planteó de acuerdo con las directrices establecidas en la declaración PRISMA, (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que se

publicó en 2009, se creó para ayudar a los autores de revisiones sistemáticas

La declaración PRISMA, ayuda a documentar la justificación del estudio, siguiendo algunos pasos para obtener los resultados (Wallace, 2019). Este instrumento de rige por los criterios de inclusión y exclusión; adoptando las recomendaciones de calidad científica establecidas por Bermúdez (2021) y Palacios et al. (2021): a) formulación del objetivo; b) definición de las ecuaciones de búsqueda; c) establecimiento de los criterios de inclusión y exclusión, d) diagrama de flujo del proceso sistemático, e) revisión de las bibliografías, f) análisis de las fuentes secundarias de información; g) organización, más la discusión de los resultados. Así mismo, se identificó una muestra total de 31 trabajos que se registraron en una matriz de síntesis, en cuanto al instrumento de recopilación de datos donde se difundió el análisis de contenido. Además, se elaboró una ficha bibliográfica a modo de sistematización de los datos revisados

Procesamiento para la Búsqueda de Información

Para la indagación de la información, se emplearon diversos motores de búsqueda, utilizando las bases de datos SCOPUS, REDALYC, DIALNET y SciELO por su relevancia, su fácil acceso a los documentos a revisar por los autores, árbitros o lectores, consecuentemente, se fijaron los siguientes criterios de inclusión: 1) periodo indagatorio 2011-2021; 2) artículos de revisión y originales; 3) estudios de carácter textual; 4) estudios que abordan la supervisión de obras desde una perspectiva arquitectónica, social e ingenieril; 5) estudios descriptivos con aportes extras. Asimismo, se fijaron los siguientes criterios de exclusión: 1) estudios con duplicidad; 2) remoción de URL de acceso; 3) estudios con contenido fuera del enfoque de investigación; 4) estudios fuera de las bases de datos seleccionadas; 4) disertaciones o estudios catedráticos.

Consecuentemente, la indagación se realizó luego de la determinación de las palabras claves que propiciaron a la construcción de las ecuaciones de registro, las cuales fueron

formuladas combinando entre ellas el término booleano “AND”; y, para no limitar los resultados, se incluyeron descriptores en el constructo internacional, los cuales fueron debidamente traducidos, resultando estas palabras en “modelamiento” AND “matemático” AND “pedagogía” AND “modelamiento científico” AND “proceso enseñanza-aprendizaje”, identificando estudios que exploraran cada una de las categorías o unidades de análisis por medio de estas palabras claves conciliadas en los títulos de las investigaciones, resúmenes y desarrollo temático.

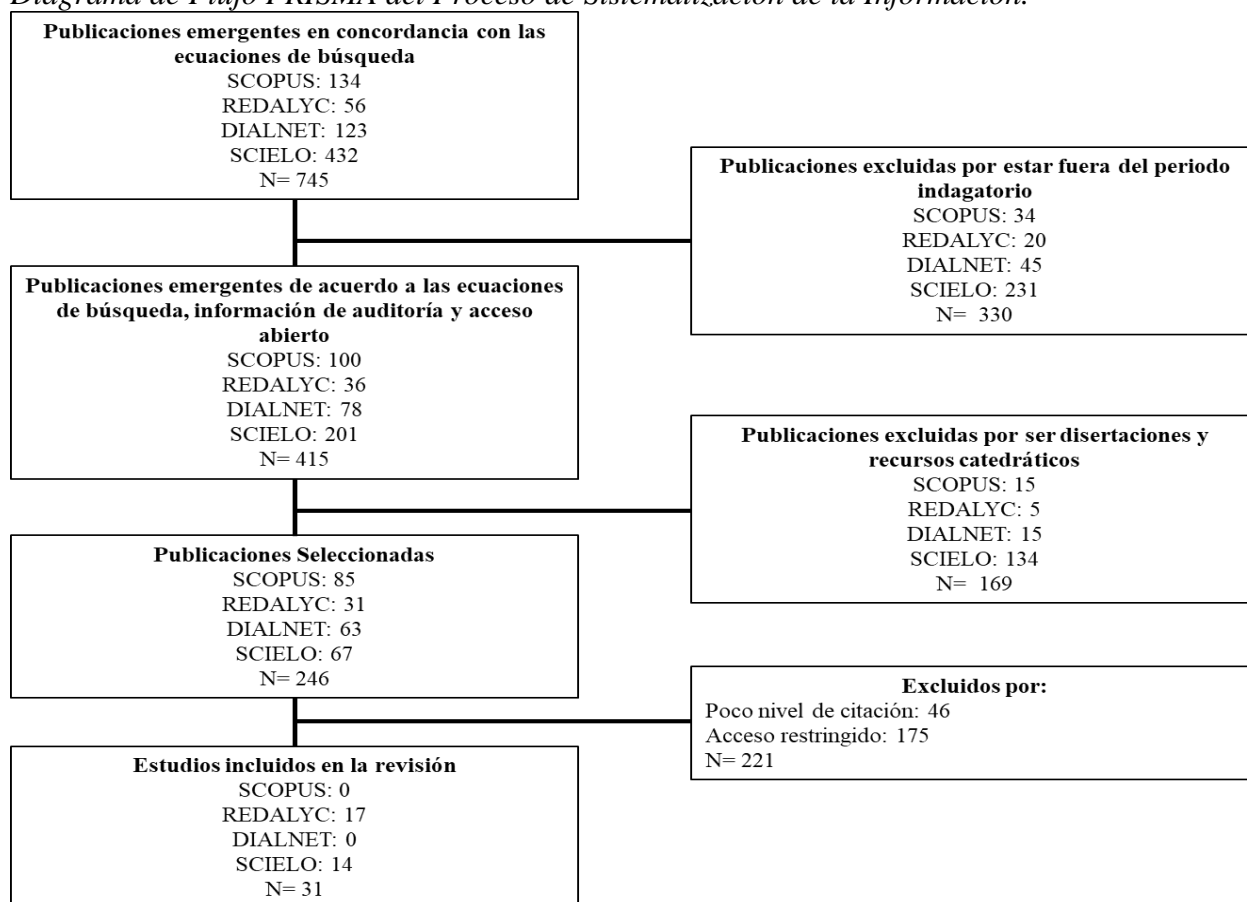
Resultados

Se revisó la bibliografía seleccionada sistemáticamente, atendiendo a: a) fecha de publicación; b) autor; c) título; d) país de origen

del levantamiento del estudio. En la Figura 1 se detalla el proceso de exclusión de documentos, desechando en primera instancia aquellas investigaciones fuera del periodo indagatorio, luego las disertaciones, recursos catedráticos, investigaciones de otro alcance y finalmente se excluyeron los artículos con acceso restringido. Consecuentemente luego de este proceso se condensaron para el abordaje de esta investigación 31 artículos que fueron revisados de manera general, e igualmente analizados de forma artesanal por medio del empleo de un emulador de repetición de palabras disponible en: <http://www.repetition-detector.com/?p=online>, siendo esta una herramienta eficiente para la condensación de las palabras claves suficientes que dan sustento científico a los artículos; recurso útil en la promoción de la idoneidad temática.

Figura 1

Diagrama de Flujo PRISMA del Proceso de Sistematización de la Información.



Nota. Modelo PRFISMA para la revisión sistemática, elaboración propia (2022).

Finalmente, los documentos seleccionados fueron procesados a través de una herramienta de acceso abierto de análisis de contenido, como Estilector, que fue útil para la identificación de las palabras que más se repitieron dentro de los archivos. Además, se elaboró una ficha bibliográfica a modo de sistematización de los datos a revisar.

A continuación, se llevó a cabo una revisión sistemática, una vez descartados los documentos excluidos, se elaboró una matriz de síntesis (tabla 1). Esto permitió obtener una perspectiva más amplia mediante una estructura lógica de la información, cuyo objetivo fue facilitar la lectura y la comprensión por parte de los lectores mediante la identificación de los

conceptos centrales que sustentaban la investigación. Cabe destacar, que dentro de las publicaciones seleccionadas para la revisión se evidencia una predominancia del idioma español en la mayoría de las publicaciones representando, pero también se revisaron artículos en portugués e inglés.

Asimismo, dentro del análisis sistemático es de relevancia establecer la metodología de cada estudio abordado en cuando ya que proporciona distintas perspectivas de análisis del momento principal de estudio del modelamiento matemático, en tal virtud, dentro del análisis se evidencia una predominancia de los enfoques cualitativos.

Tabla 1

Matriz de Síntesis.

Nº	Base de datos	Título del artículo	Autores(es) y año	País	Idioma	Enfoque de estudio
01	Scielo	Os Mundos da Matemática em Atividades de Modelagem Matemática	Werle & Nivalda (2012)	Brasil	Portugués	Cualitativo
02	Redalyc	Una didáctica de la matemática para la investigación en pensamiento matemático avanzado	Aldana (2013)	Colombia	Español	Cualitativo
03	Redalyc	La modelización matemática en la formación de ingenieros	Romo, A. (2014)	México	Español	Cualitativo
04	Scielo	Problemas de estimación de grandes cantidades: modelización e influencia del contexto	Albarracín & Gorgorió (2013)	México	Español	Cualitativo
05	Scielo	Actividades Experimentales con Tecnologías en Escenarios de Modelización Matemática	Villarreal & Mina (2020)	Brasil	Español	Mixto
06	Redalyc	Modelización matemática en educación secundaria. Una experiencia con estudiantes de 11 a 13 años	Ortiz & Dos Santos (2011)	Venezuela	Español	Cualitativo
07	Redalyc	Modelización matemática desde la perspectiva contextualizada	Herazo et al. (2021)	Colombia	Español	Cualitativo
08	Redalyc	Manifestación emocional y modelación de una función matemática	Díaz et al. (2018)	Brasil	Español	Cuantitativo
09	Redalyc	Capacidades didácticas en el diseño de tareas con modelación matemática en la formación inicial de profesores	Mora & Ortiz (2015)	Chile	Español	Cualitativo
10	Redalyc	Una modelización matemática como medio de detección de obstáculos y dificultades de los alumnos sobre el concepto de función: alargamiento de un muelle sometido a un peso	Búa & Fernández (2015)	México	Español	Cuantitativo
11	Redalyc	Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia	Duso et al. (2013)	Brasil	Portugués	Cualitativo
12	Redalyc	Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas	Pérez & Ramírez (2011)	Venezuela	Español	Cualitativo

		matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos				
13	Redalyc	Modelización de problemas para desarrollar habilidades de experimentación	García & Rentería (2011)	Colombia	Español	Mixto
14	Redalyc	Aplicación de Actividades de modelización matemática en la educación secundaria costarricense	Porras & Fonseca (2015)	Costa Rica	Español	Cualitativo
15	Redalyc	Mathematical model and COVID-19	Grillo et al. (2020)	Colombia	Inglés	Cuantitativo
16	Scielo	Modelos matemáticos de difusión de productos tecnológicos y aplicaciones de estos, al mercado.	Mejía et al. (2018)	Ecuador	Español	Cuantitativo
17	Scielo	Modelado matemático de caja blanca y negra en educación en ingeniería	Cardona et al. (2018)	Colombia	Español	Cuantitativo
18	Scielo	Condiciones estimadas para controlar la pandemia de covid-19 en escenarios de pre y poscuarentena en el Perú	Huamaní et al. (2020)	Perú	Español	Cuantitativo
19	Scielo	Competencia matemática de los alumnos en el contexto de una modelización: aceite y agua	Búa et al. (2016)	México	Español	Cuantitativo
20	Scielo	Enseñando Modelización a Nivel Universitario: la relatividad institucional de los recorridos de estudio e investigación	Barquero (2015)	Brasil	Español	Cuantitativo
21	Scielo	Design, (re)formulação e resolução de problemas com o uso de tecnologias digitais na formação inicial de professores de matemática.	Fischer & Oliveira (2020)	México	Español	Cualitativo
22	Scielo	A Aprendizagem de Regras do Sistema Matemático Escolar na Modelagem Matemática	Gomes & Cerqueira (2019)	México	Español	Cualitativo
23	Scielo	Adoção da Modelagem Matemática: o que se mostra na literatura produzida no âmbito da Educação Matemática	Lins & Klüber (2021)	Brasil	Portugués	Cualitativo
24	Scielo	Percursos da Elaboração de um Problema no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática	Setti et al. (2021)	Brasil	Portugués	Cualitativo
25	Scielo	Aprendizagem Colaborativa no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática	Borssoi et al. (2021)	Brasil	Portugués	Cualitativo
26	Scielo	Modelagem Matemática e uma Proposta de Trajetória Hipotética de Aprendizagem	Alves et al. (2019)	Brasil	Portugués	Cualitativo
27	Redalyc	The Mathematization Process as Object-oriented Actions of a Modelling Activity System	Araújo & De Lima (2020)	Brasil	Inglés	Cualitativo
28	Redalyc	Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: a realidade do mundo cibernético como um vetor de virtualização	Dalla & Maltempi (2016)	Brasil	Portugués	Cualitativo
29	Redalyc	2021. Un año de incertidumbres para la Educación Matemática	Font & Sala (2021)	Brasil	Español	Cualitativo
30	Redalyc	Modelos matemáticos estimadores de la infección por COVID-19: Consideraciones esenciales y proyecciones en Colombia	Bravo et al. (2020)	Colombia	Español	Cuantitativo

31	Redalyc	La modelación matemática en los procesos de formación inicial y continua de docentes	Zaldívar et al. (2017)	México	Español	Cualitativo
----	---------	--	------------------------	--------	---------	-------------

Nota. Matriz de Términos de búsqueda para cada fuente, elaboración propia (2022).

Tabla 2

Categorías y Subcategorías de Análisis.

Categorías	Subcategorías	Autores
Efectividad de la Modelación Matemática	Comprensión de conceptos matemáticos	Ortiz & Dos Santos (2011); Herazo et al. (2021); Búa & Fernández (2015); Gomes & Cerqueira (2019)
	Habilidades de resolución de problemas	Pérez & Ramírez (2011); Fischer & Oliveira (2020)
Impacto en la Formación Científica	Aplicación de conceptos matemáticos en la ciencia	Aldana (2013); Romo, A. (2014)
	Desarrollo de habilidades de investigación científica	García & Rentería (2011);
Estrategias y Enfoques Didácticos	Integración de la modelación matemática en el plan de estudios	Grillo et al. (2020); Mejía et al. (2018); Barquero (2015)
	Herramientas y recursos de apoyo	Bravo et al. (2020); Villarreal & Mina (2020)
	Formación de docentes en la implementación de la modelación matemática	Zaldívar et al. (2017)

Nota. Listado de categoría y subcategorías para cada fuente, elaboración propia (2022).

Los estudios analizados permitieron distinguir 3 categorías (Tabla 2): primera, efectividad en la modelización matemática; segunda, impacto en la formación científica; tercera, estrategias y enfoque didácticos. Con respecto a la primera, en esta se lograron distinguir dos subcategorías: a) Comprensión de conceptos matemáticos se centra en evaluar la utilización de la modelación matemática como estrategia didáctica impacta en la comprensión de conceptos matemáticos por parte de los estudiantes. Se hallaron estudios cuyos resultados de la revisión sistemática indican que la modelación matemática contribuye significativamente a la comprensión de conceptos matemáticos; b) habilidades de resolución de problemas. Los hallazgos de la revisión sistemática muestran que la enseñanza basada en la modelación matemática mejora significativamente las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes.

De la segunda categoría, se derivaron las subcategorías: a) aplicación de conceptos matemáticos en la ciencia. La revisión permitió distinguir que la utilización de la modelación matemática como estrategia didáctica facilita la aplicación de conceptos matemáticos en el contexto de la ciencia. Los estudiantes que participaron en programas educativos basados en modelación matemática adquirieron una

comprensión más profunda del papel de las matemáticas en la resolución de problemas científicos. Esto contribuye a un enfoque interdisciplinario en el que los conceptos matemáticos se convierten en herramientas poderosas para abordar cuestiones científicas, desde la física hasta la ingeniería; b) desarrollo de habilidades de investigación científica. Los estudios examinados indican que la enseñanza basada en la modelación matemática promueve el desarrollo de habilidades de investigación científica en los estudiantes. Al enfrentarse a problemas complejos del mundo real, los estudiantes adquieren la capacidad de diseñar experimentos, recopilar datos, analizar resultados y sacar conclusiones científicas. Esto fomenta la capacidad de los estudiantes para llevar a cabo investigaciones independientes y participar en proyectos científicos más avanzados.

La tercera categoría identificada, a su vez evidenció tres subcategorías: a) integración de la modelación matemática en el plan de estudios. Algunas de las investigaciones destacan que la integración exitosa de la modelación matemática en el plan de estudios puede ser un factor crucial para su efectividad. Si esta se incorpora de manera coherente en el plan de estudios, los

estudiantes tienen la oportunidad de aplicar de manera consistente sus habilidades matemáticas. Se destaca en los estudios que la integración requiere una cuidadosa planificación y coordinación entre los educadores y los responsables de la elaboración del plan de estudios; b) herramientas y recursos de apoyo otro grupo de investigaciones resaltan la importancia de la disponibilidad de herramientas y recursos adecuados es esencial para garantizar la efectividad de la estrategia de enseñanza basada en la modelación matemática.

Estos recursos pueden incluir software de modelación, material didáctico específico y ejemplos de casos de estudio. Ello facilita a los docentes la tarea de enseñar la modelación matemática y proporciona a los estudiantes las herramientas necesarias para realizar actividades de modelado de manera efectiva. Además, estos recursos pueden ser utilizados para adaptar la enseñanza a diferentes niveles y estilos de aprendizaje, lo que favorece la inclusión y la diversificación del enfoque educativo; c) formación de docentes en la implementación de la modelación matemática, en los trabajos de investigación se destaca la importancia de la capacitación y el desarrollo profesional de los docentes en este enfoque pedagógico. Los docentes que reciben formación específica en modelación matemática están mejor preparados para diseñar y entregar lecciones efectivas basadas en este enfoque. Están equipados para abordar las necesidades individuales de los estudiantes y gestionar actividades de modelado en el aula.

Discusión

La modelación matemática se analizó considerándola una estrategia didáctica, esta presenta una perspectiva procedimental de formación académica-científica de los estudiantes universitarios, capaz de dar solución a problemas presentes dentro del campo de aprendizaje, en especial con las acciones tecnológicas con su amplia oferta de oportunidades en la obtención de conocimiento; en este contexto se aborda la necesidad de hacer explícitas las situaciones de uso los conceptos matemáticos; en cada caso se utilizó un documento guía. La declaración PRISMA

incluye instrucciones generales, en la identificación de artículos científicos cuyo contenido permite la descripción del problema, además de las preguntas generativas, ello conduce a la situación a resolver, mediante la aplicabilidad de los conceptos, con el uso de material relacionado con el área de matemática; con instrucciones y preguntas guía de la discusión final.

Con respecto, a las soluciones aportadas por los estudiantes a los modelos matemáticos, la aplicación de los distintos contenidos, se tuvo como resultados, en los 31 artículos estudiados, cuyos hallazgos consideraron a la modelación matemática como el proceso de representar, manipular y comunicar objetos del mundo real, mediante fórmulas o contenidos matemáticos con el fin de simular artes complicados, generar suposiciones y sugerir ensayos o metodologías de confirmación o validación específica, en apoyo a las acciones de la modelación matemática, a través de fomentar el uso de estrategias didácticas hacia la acción científica. Esto significa, predecir con exactitud el resultado del sistema estudiado, por tal motivo, se necesita un modelo matemático susceptible de reflejar fielmente la estructura causal subyacente (Palacios et al. 2021; Ortiz & Dos Santos, 2011).

Es por tal motivo que debe fluir la conexión entre el docente y el estudiante para que la interacción sea de calidad. De este modo el conocimiento se adquiera sin ningún tipo de obstáculo y de esta forma, pueda existir un aporte que brinde el beneficio hacia el aprendizaje significativo en cada estudiante. Además, la modelización matemática debe entenderse como algo más que el simple proceso de elaborar representaciones matemáticas aplicables al estudio en cuestión (Porrás & Fonseca, 2015; Setti et al., 2021).

Cabe destacar, que la modelización matemática sigue el método científico estándar en el sentido de que comienza con la observación de un fenómeno en un entorno determinado, desarrolla una hipótesis en forma de modelo matemático, se somete a repetidas pruebas y perfeccionamiento y, por último, extrae terminaciones que se descifran a la luz de la situación. Estas etapas deben tenerse en cuenta en la ejecución de las estrategias pedagógicas, pero el profesorado debe conservar la autoridad sobre

el modelo para que el aporte estratégico no tome rumbos desconocidos, lo que requiere modelos bien caracterizados en las primeras etapas del estudio y se visualice la necesidad existente en cada estudiante de manera que pueda obtenerse los resultados esperados; lo que va a distinguir la modelización matemática en el plano de la investigación (Villareal & Mina, 2020; Werle & Nivalda, 2012).

Por ello, Zaldívar et al. (2017), establecen que el trabajo científico de los matemáticos en el uso y la construcción de modelos para explicar acontecimientos, resolver problemas en otros campos y lograr avances teóricos y metodológicos es la base de la que depende la modelización matemática. Sin embargo, en educación, los modelos se desarrollan e interpretan con el objetivo de construir una idea matemática con significado, y con la intención de despertar la motivación y el interés de los estudiantes por las matemáticas debido a la conexión del campo con problemas del contexto del mundo real (Meja et al., 2019). Por lo tanto, la modelización crítica en educación matemática se dirige hacia un objetivo particular y debe ser validada de alguna otra manera, mediante el empleo de modeladores cuidadosamente determinados y valorados (Herazo et al., 2021).

De la misma forma, Gomes & Cerqueira (2019), establecen una comparativa entre los ámbitos de la modelización exacta o matemática en la indagación científica y en la instrucción con fines pedagógicos; se subraya que, en la enseñanza, a diferencia de lo que se critica de la aplicación de las matemáticas como ciencia pura, supone que los modelos propuestos para el uso en la enseñanza tienen una importante intención pedagógica y estratégica que conducen a un fin determinado el cual promulga la investigación científica, por tanto, se diseña la modelación de la matemática en los ambientes de aprendizajes, con el fin de obtener noción que ofrezca la relevancia objetiva, que conduzca al conocimiento empírico, donde los estudiantes aprenden todas las estrategias que el docente le ofrece en pro de un aprendizaje novedoso y con ideas de gran relevancia (García & Rentería, 2011).

Hay un claro objetivo pedagógico detrás del modelado educativo, dentro de él pueden identificarse dos corrientes distintas: una

centrada en la enseñanza, donde los modelamientos se emplean en la constitución o estructuración del aprendizaje de los estudiantes, otra centrada en los conceptos, donde el modelado desempeña un papel importante tanto en la introducción de nuevas ideas como en la capacidad de los alumnos al momento de dar sentido a lo que han aprendido. Por otra parte, otros investigadores ven el modelado como un proceso cognitivo destinado a diseccionar los procesos mentales subyacentes a lo largo de su aplicación (Fischer & Oliveira, 2020; Font & Salas, 2021). Aunque esto no excluye que los estudiantes creen y utilicen modelos matemáticos en entornos de investigación, sí significa que los instructores deben hacer balance del entorno del aula, los objetivos que han establecido y el grado de abstracción actual de los estudiantes.

Los retos reales desconocidos en la modelización representan otro estado educativo importantes en entornos avanzados, cuando el personal tiene una amplia experiencia en el uso de modelos en situaciones controladas (Dallas, et al., 2016; Cardona et al., 2018). El conocimiento puede contextualizarse mediante la presentación de situaciones problemáticas del mundo real susceptibles de representación a través de modelos matemáticos, que respondan a preguntas concretas que surgen en entornos reales, como cuando es imprescindible tomar decisiones o predecir sobre fenómenos naturales y sociales (Cardona et al., 2018; Búa, et al., 2016). La resolución de problemas como estrategia pedagógica puede conectarse con escenarios del mundo real, en los que la identificación, aplicación y construcción de modelos matemáticos que desempeñan un papel significativo y sustancial en el trabajo del aula (Borsoi et al., 2021).

Así pues, las habilidades de resolución de problemas se incluyen en determinadas orientaciones de modelización ofreciendo la mejor enseñanza hacia los procesos de investigación científica. En consecuencia, la resolución de problemas matemáticos forma parte integrante del proceso de modelización (Bravo et al., 2020). Esto se debe a que, en la mayoría de los casos, el propio acto de modelar es una cuestión matemática y ofrece estrategias didácticas concretas para que se dé con exactitud la modelación. El objetivo es que los alumnos

sean capaces de extraer conclusiones significativas de los resultados matemáticos, analicen, piensen, saquen conclusiones y puedan aplicar esas conclusiones de manera significativa, o "descubrir" el poder de las matemáticas para abordar y resolver problemas del mundo real (Bravo et al., 2020; Ardila et al., 2020).

De acuerdo con los aportes de, Araújo & De Lima (2020), los mismos proponen que la conexión entre las matemáticas y el mundo que nos rodea se realiza a través de la resolución de problemas que son específicos del entorno en el que se encuentran. Cuando nos enfrentamos a un problema del mundo real existen diferentes obstáculos que a veces son difíciles de resolver, de esta manera, un resultado numérico carece de sentido fuera de contexto; lo que debe interpretarse a la luz de las limitaciones de la situación y darle sentido de pertenencia. Así pues, desde un punto de vista pedagógico, es fundamental que la perspectiva de la modelización de las ciencias exactas integre la resolución de problemas en un entorno realista y vaya más allá de las matemáticas para abordar retos no matemáticos en un entorno académico y científico (Alves et al., 2019; Aldana, 2013).

Sin embargo, hay ciertos estudios que establecen distinciones más claras y precisas entre la resolución de problemas que se presentan en la vida cotidiana y en los ambientes de aprendizajes aunado al modelado matemático (Albarracín & Gorgorió, 2013). El modelado matemático propone que, a diferencia de los enfoques basados en la resolución de problemas, en los que, mediante la resolución de problemas, un alumno puede aplicar lo que ha aprendido en el pasado a una situación sin contexto o con poco contexto, con el modelado matemático en las ciencias exactas el estudiante puede partir de la base de que el contexto sirve de fuente del proceso de aprendizaje porque, a medida que se trabaja en un contexto determinado, es más probable que se adquieran las destrezas matemáticas necesarias para el éxito académico y científico (Bermúdez, 2021).

La modelización matemática, que adopta una posición consensuada sobre la relación entre modelización, resolución de problemas y la aplicación de conceptos matemáticos a situaciones del mundo real, trata de interpretar, a

la vez de predecir resultados en diversas circunstancias e integra en la experiencia educativa de sus alumnos retos asociados a la toma de decisiones, el cultivo del pensamiento independiente crítico, el trabajo en equipo y la resolución creativa de problemas (Borssoi et al., 2021; Bravo et al., 2020; Búa et al., 2016). El uso de modelos matemáticos está muy extendido en diferentes disciplinas académicas, entre ellas la ingeniería; esto incluye el modelado de circuitos, motores o sistemas dinámicos, en estructura (acueductos), o en la predicción climática. Esto hace que su inclusión en los cursos de matemáticas de nivel universitario sea relevante, ya que encajan en el futuro contexto académico de los estudiantes (Cardona et al., 2018).

Los criterios de inclusión y exclusión también limitaron el estudio, debido a que no se tuvieron en cuenta los estudios de tipo cátedras o tesis relacionadas con el tema investigado, lo que habría ayudado a identificar cuáles son las nuevas sugerencias, además de las tendencias en modelización matemática en estudios previos que tienen gran relevancia para investigaciones que han tratado el tema en común.

Asimismo, dentro del constructo investigativo, se han destacado los principales elementos usados en las fases de la modelización: interacción, matematización, resolución, interpretación de los resultados y validación. Es decir, proporciona información sobre los principales componentes de los modelos matemáticos los cuales cada día se involucran más en los entornos de aprendizajes. Estos últimos con sus características influyentes en los componentes del modelo, su uso en la educación virtual, dándose de esta manera el conocimiento interactivo mediante el aprendizaje colaborativo en el desarrollo de una actividad grupal. También en la aplicación de funciones tecnológicas dinámicas, motivadoras e interesantes, concebidas para animar al estudiante a mantenerse activo, profundizando en el tema tratado (Herazo et al., 2021; Alves et al., 2019; Borssoi et al., 2021; Búa et al., 2016).

En tal sentido, se ha definido el abordaje procedimental de modelamiento matemático como un conjunto de acciones orientadas al objeto del sistema de actividad, las perspectivas teóricas de investigación y más usadas para el desarrollo del pensamiento matemático

avanzado, que permite la aplicación de modelos matemáticos a través del proceso de resolución de problemas sensible al contexto. (Alves et al., 2019; Araújo & De Lima, 2020; Aldana, 2013).

Asimismo, la presente investigación está centrada en la estrategia: modelización matemática, que resulta efectiva en el aprendizaje de la matemática por medio de aplicaciones. Analiza el uso de estos modelamientos en contexto ingenieril mediante actividades didácticas basadas en modelización matemática con la estimación de grandes cantidades en el computador. Posee además, un papel significativo en la enseñanza de las ciencias en general, incorpora herramientas tecnológicas facilitando el paso entre el planteamiento del problema y la generación del modelo matemático y los grupos experimentales desarrollan mucho más las habilidades de experimentación así como los docentes desarrollan capacidades de modelización matemática al diseñar tareas (Zaldívar et al., 2017; Romo, 2014; Albarracín & Gorgorió, 2013; Dusu et al., 2013; Zaldívar et al., 2017, Mora & Ortiz, 2015).

También sirve al momento de organizar las situaciones empíricas porque analiza el tema a partir de la comprensión de las matemáticas como sistema normativo regido por reglas, e indaga el camino de elaboración de un problema, a partir de un texto-invitación, cuyo paso siguiente es la elaboración de un problema para ser investigado, igualmente, intervienen componentes desde la comprensión del posible problema hasta la intensidad de implicación del estudiante con el tema. De esta manera, estudia las restricciones surgidas cuando las actividades de modelización se plantean en aula universitaria y mejora las condiciones, superando de este modo las dificultades o retos de conocimiento en la adquisición de aprendizajes, así como la construcción de los procesos de la enseñanza (Werle & Nivalda, 2012; Gomes & Cerqueira, 2019; Setti et al., 2021; Barquero, 2015).

Por otro lado, existen preocupaciones relacionadas con la generación de conocimiento docente, vinculado al diseño de problemas abiertos para encarar situaciones de relevancia social. Se plantea la capacitación de instructores para introducir actividades matemáticas desde una perspectiva de resolución de problemas

externos en sus aulas, con el uso de tecnologías, el trabajo colaborativo en la interacción. De este modo, los estudiantes por medio de en modelización matemática, al encontrar una asociación entre el Modelo Matemático y las transformaciones asociadas a formas de ser denotado por lo posible, en el mundo real o virtual, en un intento por recrear una situación del mundo real usando algo más fácil de manipular como las ecuaciones matemáticas (Villarreal & Mina, 2020; Lins & Klüber, 2021; Fischer & Oliveira, 2020; Borssoi et al., 2021; Dalla & Maltempi, 2016).

En general, todos los estudiantes tienen un vínculo con los medios virtuales, por lo general se vislumbra como nueva tendencia a la vanguardia de las nuevas generaciones, estas habilidades tecnológicas adquiridas han obligado a los docentes a usar toda su creatividad para usar herramientas virtuales. El uso de los celulares está relacionado con las fases de experimentación y resolución (Villarreal & Mina, 2020), porque registran experimentos a la vez de ayudarlos en la toma de decisiones. Un ejemplo simple para enganchar a los estudiantes en el curso de matemática es evidenciar los patrones, las variables, indicadores entre otros. Estos datos predicen el comportamiento, en el mercado, del proceso de difusión de diversos productos tecnológicos, al hacer correlaciones complejas midiendo las capacidades de modelación y resolución de problemas (Mejía et al., 2018, García & Rentería, 2011).

Por otro lado, la descripción de los casos es relevante, permitirá una mejor comprensión de la matemática en los estudiantes por medio del modelamiento de casos reales y la importancia de la virtualidad en el proceso de incluir técnicas de modelado matemático en los cursos de pregrado para lograr analizar problemáticas. (Cardona et al., 2018). Este artículo está dirigido a universitarios y todo tipo de profesionales, la investigación presenta teorías, estrategias y actividades pertinentes sobre modelación matemática, con base en las últimas investigaciones. Además, su aplicabilidad en diferentes cursos (Porrás & Fonseca, 2015). Los estudiantes obtienen un modelo, generalmente una función, la aplican para responder a las preguntas contextualizadas, entonces pueden responder a las preguntas de un problema del

mundo real, además pueden aplicar todas las herramientas para modelar que se encuentran en internet.

La resolución de problemas a través de la modelización matemática en el contexto de la enseñanza superior ofrece a los estudiantes la oportunidad de participar en una experiencia educativa que incorpora no sólo conocimientos previos, sino que también, por medio de la indagación, profundiza en su comprensión, adquiere nuevas habilidades y sugiere nuevas vías para estudios posteriores (Dalla & Maltempi, 2016; Díaz et al., 2018).

Conclusiones

Los registros abordados en los 31 documentos estudiados en la revisión sistemática coincidieron en una modelización matemática con sus múltiples resultados positivos, por tal motivo cobra importancia e involucra la representación de problemas, la toma de decisiones, la generación-verificación de hipótesis, la predicción e interpretación dentro de un contexto determinado, de este modo, se fomenta el crecimiento del pensamiento crítico, la iniciativa y la compasión. Además, el estudio puede tener un gran impacto en las generaciones futuras, las cuales en su progreso requerirán del desarrollo de habilidades matemáticas, con docentes bien formados, dispuestos a incorporarlas en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. De este modo, en el ámbito de la enseñanza aporta puntos de vista significativos; en el plano de la investigación aportará experiencias individuales o grupales de gran significado para la comunidad científica.

Se evidenció dentro de la revisión sistemática en países de América Latina una mayor profusión en el desarrollo de investigaciones sobre el tema abordado en la presente investigación, ello puede indicar, la relevancia científica en la zona, donde se busca establecer, definir, describir y analizar el modelamiento matemático con el objetivo de modificar radicalmente el panorama profesional de la región. A la luz de lo anterior, es esencial destacar el alcance de este estudio se vio limitado por consideraciones técnicas y metodológicas relacionadas con los elementos de la muestra. Se observó en otras publicaciones indexadas de

manera diferente podrían proporcionar una mejor comprensión de la temática durante el período del estudio las cuales fueron descartadas inmediatamente debido a la falta de acceso a sus bases de datos, afectando el acceso a estudio de valor investigativo a futuro.

Por lo tanto, se recomienda para otros estudios, considerar la modelación matemática tanto en las evaluaciones de los estudiantes como en las percepciones de los docentes, al objeto de demostrar todas las posibilidades asociadas al uso y beneficios de estos modelos en el desarrollo del aprendizaje y el conocimiento científico. Esto resuelve el problema planteado inicialmente porque la falta de comprensión en la modelación matemática expresa mediante el uso de las aplicaciones concretas de esta modelación a situaciones de la vida real, dando prioridad al conocimiento adquirido. Esta perspectiva no solo empodera a los estudiantes con habilidades prácticas, sino que también estimula su interés en las disciplinas científicas. En última instancia, esta investigación subraya la necesidad de adoptar estrategias didácticas innovadoras que fomenten el aprendizaje activo y la aplicación práctica de las matemáticas, allanando el camino para una formación académica y científica más efectiva y significativa.

Referencias

- Acuña, R. (1982). Técnicas de investigación y documentación. UNA.
- Aguilera, R., Fuentes, H., & López, O. (2021). Consideraciones sobre las ventajas y desventajas de una revisión sistemática en menos de 500 palabras. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 38(4), 876-876. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03615>
- Albarracín, L., & Gorgorió, N. (2013). Problemas de estimación de grandes cantidades: modelización e influencia del contexto. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 16(3), 289-315. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1631>
- Aldana, E. (2013). Una Didáctica de la matemática para la Investigación en Pensamiento Matemático Avanzado. *Atenas*, 3(23), 682-2749. <https://n9.cl/bct0a>
- Alves, P., Ferreira, K., & Pessoa da Silva, A. (2019). Modelagem Matemática e uma Proposta de Trajetória Hipotética de Aprendizagem. *Bolema, Rio Claro (SP)* 33(65): 1233-1254. <https://n9.cl/ljl2k>
- Araújo, J., & De Lima, F. (2020). The Mathematization Process as Object-oriented Actions of a Modeling Activity

- System. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34(68), 847 - 868. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n68a01>
- Ardila, G., Santaella-Tenorio, E., Guerrero, J., & Bravo, L. (2020). Mathematical model and COVID-19. *Colombia Médica*, 51(2). <https://n9.cl/xdj5o6>
- Barquero, B. (2015). Enseñando Modelización a Nivel Universitario: la relatividad institucional de los recorridos de estudio e investigación. *Bolema, Rio Claro* 29(52), 593-612. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n52a09>
- Bermúdez, J. (2021). El aprendizaje basado en problemas para mejorar el pensamiento crítico: revisión sistemática. *INNOVA Research Journal*, 6(2), 77-89. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n2.2021.1681>
- Borssoi, A., Silva, K., & Ferruzzi, E. (2021). Aprendizagem Colaborativa no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35(70), 937 - 958. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a17>
- Bravo, A., Vera, M., & Huérfano, Y. (2020). Modelos matemáticos estimadores de la infección por COVID-19: Consideraciones esenciales y proyecciones en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 22(3), 1-7. <https://n9.cl/9sr6i>
- Búa, B., Fernández, T., & Salinas, J. (2016). Competencia matemática de los alumnos en el contexto de una modelización: aceite y agua. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 19(2), 135-163. <https://n9.cl/s0vkv9>
- Búa, J., & Fernández, T. (2015). Una modelización matemática como medio de detección de obstáculos y dificultades de los alumnos sobre el concepto de función: alargamiento de un muelle sometido a un peso. *Educación Matemática*, 27(1), 91-122. <https://n9.cl/azigb>
- Cardona, J., Leal, J., & Ustariz, J. (2018). Modelado matemático de caja blanca y negra en educación en ingeniería. *Formación Universitaria*, 13(6), 105-118. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000600105>
- Cisneros, A., Urdánigo, J., Fabián Guevara, A., & Garcés, J. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. (8), 1,1165-1185. DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546>
- Dalla, R., & Maltempi, V. (2016). Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: a realidade do mundo cibernético como um vetor de virtualização. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 26(43), 963 - 990. <https://n9.cl/iwlfw>
- Díaz, V., Belmar, H., & Poblete, A. (2018). Manifestación emocional y modelación de una función matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(62), 1198-1218. <https://n9.cl/funsg>
- Dusu, L., Clement, L., Barbosa, P., & De Pinho Alves, J. (2013). Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(2), 29-44. <https://doi.org/10.1590/1983-21172013150203>
- Fischer, F., & Oliveira, C. (2020). Design, (re)formulação e resolução de problemas com o uso de tecnologias digitais na formação inicial de professores de matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 23(2), 147-174. <https://doi.org/10.12802/relime.20.2321>
- Font, V., & Sala, G. (2021). Un año de incertidumbres para la Educación Matemática. *Bolema, Rio Claro (SP)*, 34(68), 1-5. <https://n9.cl/5z7vw>
- García, J., & Rentería E. (2011). Modelización de problemas para desarrollar habilidades de experimentación Tecné. *Episteme y Didaxis: TED*, 29, 44-64. <https://n9.cl/7md5u>
- Gomes, E., & Cerqueira, J. (2019). A Aprendizagem de Regras do Sistema Matemático Escolar na Modelagem Matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 22(1), 39 - 66. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a17>
- Grillo, E., Santaella, J., Guerrero, R., & Bravo, L. (2020). Modelo matemático y Covid-19. *Colom Med (Cali)*, 51(2), e4277. <https://n9.cl/jvknf>
- Herazo, J., Fernández, J., & De la Hoz, E. (2021). Modelización matemática desde la perspectiva contextualizada. *Revista boletín REDIPE*, 10(8), 463-480. <https://n9.cl/92p83>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill.
- Huamaní, C., Timaná-Ruiz, R., Pinedo, J., Pérez, J., & Vásquez, L. (2020). Condiciones estimadas para controlar la pandemia de covid-19 en escenarios de pre y poscuarentena en el Perú. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*, 37(2), 195-202. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2020.372.5405>
- Lins, G., & Kluber, T. (2021). Adoption of Mathematical Modelling: what is seen in the research produced by the Mathematical Education community. *Bolema, Rio Claro*, 25(69), 129-157. <https://n9.cl/astip>
- Martínez, M. (2008). Epistemología y metodología cualitativa en las ciencias sociales. México: Trillas.
- Mejía, O., Méndez, C., & Proaño, M. (2018). Modelos matemáticos de difusión de productos tecnológicos y aplicaciones de estos, al mercado. *Universidad y Sociedad*, 10(4), 263-271. <https://n9.cl/z1a7e>
- Mora, A., & Ortiz, J. (2015). Capacidades didácticas en el diseño de tareas con modelación matemática en la formación inicial de profesores. *Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*, 54(1), 110-130. <https://n9.cl/5nvtm>
- Ortiz, J., & Dos Santos, A. (2011). Modelización matemática en educación secundaria. Una experiencia con estudiantes de 11 a 13 años. *Multiciencias*, 11(1), 58-64. <https://n9.cl/5tgqiu>

- Palacios, M., López, A., & Acosta, A. (2021). Innovación educativa en el desarrollo de aprendizajes relevantes: una revisión sistemática de literatura. *Universidad y Sociedad*, 13(5), 134-145. <https://n9.cl/2gvwe>
- Pérez, Y., & Ramírez, R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos. *Revista de Investigación*, 35(73), 169-194. <https://n9.cl/5m9o0>
- Piza, N., Amaiquema, F., & Beltrán, G. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado* (15) 70 Cienfuegos. <https://n9.cl/sjal>
- Porras, K., & Fonseca, J. (2015). Aplicación de Actividades de modelización matemática en la educación secundaria costarricense. *Uniciencia*, 29(1), 42-57. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.29-1.3>
- Quispe, A., Hinojosa, Y., Miranda, H., & Sedano, C. (2021). Serie de redacción científica: Revisiones Sistemáticas. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14(1), 94-99. <https://n9.cl/gxni9>
- Romo, A. (2014). De la ingeniería Biomédica al aula de Matemáticas. Recibe. *Revista electrónica de Computación, Informática Biomédica y Electrónica*, (1). <https://n9.cl/lvtxg>
- Sabino, C. (1986). El proceso de investigación. Editorial Panapo de Venezuela.
- Setti, E., Waideman, A., & Vertuan, R. (2021). Percursos da Elaboração de um Problema no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35(70), 959-980. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a18>
- Villarreal, M., & Mina, M. (2020). Actividades Experimentales con Tecnologías en Escenarios de Modelización Matemática. *Bolema, Rio Claro (SP)*, 34(67), 786-824. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a21>
- Wallace, M. (2019). Hacia la automatización de la revisión sistemática: una guía práctica para usar herramientas de aprendizaje automático en la síntesis de la investigación. *Syst Ver.*, (8), 163
- Werle de Almeida, L., & Nivalda, B. (2012). Os Mundos da Matemática em Atividades de Modelagem Matemática. *Boletim de Educação Matemática*, 26(43), 907-934. <https://n9.cl/8ys0z>
- Zaldívar, J., Quiroz, S., & Medina, G. (2017). La modelación matemática en los procesos de formación inicial y continua de docentes. <https://n9.cl/2zoha>