

La modelación como estrategia de aprendizaje en la solución de problemas matemáticos en el cuarto año de Básica Elemental

Modeling as a learning strategy in the solution of mathematical problems in the fourth year of elementary school

Jessica Tatiana Malusín Carabajo ¹ (tatymalusin94@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0006-4515-1066>)

Cristina Yadira Tigre Matute ² (cytigrem@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0005-5126-289X>)

Wilber Ortiz Aguilar ³ (wortiza@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-7323-6589>)

Resumen

El aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos requiere metodologías que fomenten la participación activa y el desarrollo del pensamiento lógico en los estudiantes. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo desarrollar y validar una estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar esta competencia en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental en la Unidad Educativa Carlos Manuel Espinoza de Ecuador. El estudio se enmarcó en un enfoque mixto y un nivel explicativo, utilizando un diseño preexperimental con preprueba y posprueba. La caracterización inicial del aprendizaje evidenció dificultades en la aplicación de estrategias de cálculo, la comprensión de operaciones básicas y la medición de magnitudes, mientras que se identificaron fortalezas en la identificación de patrones numéricos y geométricos. La entrevista a docentes permitió complementar estos hallazgos y profundizar en las causas de las dificultades detectadas. La estrategia diseñada se estructuró en fases secuenciales que integran exploración, formulación, resolución, interpretación y aplicación de problemas matemáticos, promoviendo un aprendizaje progresivo y significativo. Su validación por expertos permitió confirmar su pertinencia, viabilidad y aplicabilidad, garantizando su coherencia metodológica y su alineación con las necesidades pedagógicas del contexto educativo. Las observaciones realizadas fueron incorporadas para optimizar su diseño, asegurando su efectividad en la enseñanza de la resolución de problemas matemáticos.

¹ Unidad Educativa Carlos Manuel Espinoza, Paltas-Loja. Ecuador

² Unidad Educativa Carlos Manuel Espinoza, Paltas-Loja, Ecuador

³ Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Guayas Ecuador

Abstract

Learning to solve mathematical problems requires methodologies that encourage active participation and the development of logical thinking in students. In this context, the present research aimed to develop and validate a didactic strategy based on mathematical modeling to improve this competence in students in the fourth year of Elementary Basic Education at the Unidad Educativa Carlos Manuel Espinoza in Ecuador. The study was framed in a mixed approach and an explanatory level, using a pre-experimental design with pre-test and post-test. The initial characterization of learning showed difficulties in the application of calculation strategies, the understanding of basic operations and the measurement of magnitudes, while strengths were identified in the identification of numerical and geometric patterns. The interview with teachers allowed us to complement these findings and to go deeper into the causes of the difficulties detected. The designed strategy was structured in sequential phases that integrate exploration, formulation, resolution, interpretation and application of mathematical problems, promoting progressive and meaningful learning. Its validation by experts confirmed its relevance, viability and applicability, guaranteeing its methodological coherence and alignment with the pedagogical needs of the educational context. The observations made were incorporated to optimize its design, ensuring its effectiveness in the teaching of mathematical problem solving.

Palabras clave: modelación, solución de problemas matemáticos, estrategia de aprendizaje

Keywords: modeling, mathematical problem solving, learning strategy.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas constituye un pilar fundamental en la formación académica de los estudiantes, pues desarrolla el pensamiento lógico y la capacidad de análisis. En la actualidad, la educación matemática enfrenta retos significativos debido a la necesidad de incorporar metodologías innovadoras que favorezcan la comprensión y aplicación de los conceptos numéricos. Investigaciones recientes destacan que el uso de tecnologías y estrategias didácticas adecuadas mejora el aprendizaje de esta disciplina, permitiendo una mayor interacción y motivación en los estudiantes (Cubillo et al., 2021).

En este contexto, la didáctica de las matemáticas ha evolucionado hacia enfoques más dinámicos que fomentan la participación activa del estudiante en su proceso de aprendizaje. La integración de herramientas digitales y estrategias pedagógicas diversificadas ha demostrado ser efectiva en la construcción del conocimiento matemático. Estudios han evidenciado que la implementación de

plataformas educativas y recursos tecnológicos contribuye al fortalecimiento del pensamiento matemático y a la autonomía en la resolución de problemas (Farfán-Pimentel et al., 2022).

El aprendizaje de las matemáticas es un proceso que requiere metodologías que favorezcan la comprensión profunda y la aplicabilidad de los conceptos. La enseñanza tradicional, basada en la memorización de reglas y procedimientos, ha demostrado limitaciones en el desarrollo de habilidades matemáticas significativas. Es necesario promover enfoques metodológicos que incentiven la exploración y el razonamiento matemático en los estudiantes, permitiéndoles enfrentar desafíos y resolver situaciones problemáticas con mayor eficacia (Soto & González, 2022).

En este sentido, se ha evidenciado que modelos de enseñanza centrados en la experimentación y en el aprendizaje activo tienen un impacto positivo en la adquisición de competencias matemáticas. La modelación matemática, el uso de manipulativos y la resolución de problemas contextualizados permiten mejorar la comprensión y aplicabilidad de los contenidos matemáticos en la educación básica. Estas estrategias fomentan el aprendizaje significativo y reducen la percepción de dificultad en el estudio de las matemáticas (Burbano-Pantoja et al., 2021).

Dada la importancia del aprendizaje matemático en la educación básica, se requiere una transformación en las prácticas pedagógicas que aseguren la asimilación efectiva de los conceptos. La literatura destaca que la aplicación de enfoques didácticos estructurados permite mejorar la motivación y el rendimiento de los estudiantes en esta área del conocimiento. En consecuencia, el diseño de estrategias didácticas fundamentadas en metodologías innovadoras es una alternativa pertinente para fortalecer la enseñanza de las matemáticas en contextos educativos diversos (Castrillo, 2023; Fernández & Taquire, 2022).

A partir de esta necesidad de mejorar la enseñanza de las matemáticas, resulta indispensable fortalecer el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos como eje central del pensamiento matemático. La capacidad de resolver problemas no solo permite a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos, sino que también desarrolla habilidades de razonamiento, análisis y toma de decisiones. Sin embargo, diversos estudios han identificado dificultades en los procesos de enseñanza de la resolución de problemas, lo que ha generado la necesidad de implementar estrategias metodológicas más efectivas (Contreras et al., 2021).

La resolución de problemas matemáticos constituye un componente esencial en la formación académica, ya que fomenta la construcción del conocimiento a través de la exploración y el descubrimiento. Investigaciones han demostrado que estrategias didácticas innovadoras, centradas en la resolución de problemas, mejoran la autonomía y el desempeño matemático de los estudiantes. En este sentido, el diseño de metodologías que involucren procesos reflexivos y la

aplicación de modelos de resolución resulta determinante en la mejora del aprendizaje matemático (González et al., 2021).

La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos no debe limitarse a la aplicación mecánica de algoritmos, sino que debe propiciar el desarrollo de habilidades cognitivas avanzadas. En este contexto, se ha identificado que la gamificación y el uso de herramientas tecnológicas facilitan la comprensión y motivan a los estudiantes a participar activamente en su proceso de aprendizaje. Estas estrategias han demostrado ser efectivas para la enseñanza de las matemáticas en distintos niveles educativos, especialmente en la educación básica (Bermeo, 2021; Cruz-Pichardo, 2021).

Asimismo, se ha identificado que la integración de enfoques didácticos centrados en la resolución de problemas contribuye a la mejora del desempeño académico en matemáticas. El aprendizaje basado en la resolución de problemas fomenta el pensamiento crítico y la creatividad, permitiendo a los estudiantes enfrentar situaciones complejas con mayor confianza. Investigaciones recientes han resaltado la importancia de diseñar estrategias que incluyan actividades lúdicas y contextualizadas, facilitando así el aprendizaje matemático de manera más efectiva (Mora et al., 2021).

Dado que la resolución de problemas matemáticos es un proceso fundamental en la formación de los estudiantes, su enseñanza requiere un enfoque estructurado que favorezca el desarrollo de habilidades analíticas y reflexivas. La literatura señala que la implementación de estrategias metodológicas innovadoras, basadas en tareas lúdicas y en la exploración activa de los problemas, mejora significativamente la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos en la educación básica (Ñacato & Aguilar, 2024).

Ante estos desafíos, la modelación matemática se presenta como una estrategia efectiva para mejorar la enseñanza y aprendizaje de la resolución de problemas en la educación básica. La modelación permite que los estudiantes representen situaciones problemáticas mediante esquemas, gráficos y expresiones matemáticas, favoreciendo la comprensión de los conceptos y su aplicabilidad en distintos contextos. Estudios han evidenciado que el uso de la modelación en el aula contribuye a la adquisición de habilidades de razonamiento y resolución de problemas (Villa-Ochoa, 2007).

La implementación de la modelación matemática como estrategia de enseñanza ha demostrado ser una alternativa efectiva para fortalecer el aprendizaje de las matemáticas. Este enfoque promueve la construcción del conocimiento a partir de la exploración y análisis de situaciones reales, permitiendo que los estudiantes establezcan conexiones entre los conceptos matemáticos y su entorno. Investigaciones han destacado la importancia de incorporar actividades basadas en la

modelación para mejorar la comprensión y aplicación de los contenidos matemáticos en la educación básica (Molina-Mora, 2017; Godoy, 2022).

El uso de la modelación en el aprendizaje de las matemáticas facilita la resolución de problemas mediante la representación visual y simbólica de las situaciones planteadas. La literatura ha demostrado que la modelación permite a los estudiantes desarrollar una comprensión más profunda de los conceptos y procedimientos matemáticos, reduciendo las dificultades asociadas a la enseñanza tradicional. La aplicación de esta estrategia en la educación básica resulta una alternativa pertinente para potenciar el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes (Gaisman, 2009).

En la Unidad Educativa Carlos Manuel Espinoza, se han implementado diversas acciones pedagógicas para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental. Estas iniciativas han permitido avances en la comprensión y aplicación de estrategias matemáticas, sin embargo, aún persisten insuficiencias que limitan el desempeño de los estudiantes en esta área del conocimiento. A continuación, se exponen dichas insuficiencias:

- Se observa que los estudiantes presentan errores en la ejecución de cálculos cuando deben resolver problemas contextualizados. Aunque logran realizar sumas y restas de manera mecánica, tienen dificultades para seleccionar estrategias de cálculo mental o escrito adecuadas según el problema planteado.
- Los estudiantes muestran dificultades para reconocer cuándo deben utilizar la multiplicación o la división en situaciones problemáticas. Además, se evidencia confusión en la relación inversa entre ambas operaciones, lo que afecta la precisión en la resolución de problemas matemáticos aplicados a contextos reales.
- Se ha identificado que los estudiantes tienen problemas para reconocer regularidades en secuencias numéricas y figuras geométricas. Esta limitación impacta en su capacidad para predecir términos faltantes y formular reglas generales a partir de los patrones observados.
- Se ha constatado que los estudiantes presentan imprecisión al seleccionar las unidades de medida adecuadas en problemas que requieren estimación y medición. Asimismo, se evidencian errores en la conversión entre diferentes unidades y en la interpretación de los resultados obtenidos.
- Los estudiantes presentan limitaciones al organizar y representar información en gráficos de barras y pictogramas. Además, se observa que tienen dificultades para extraer conclusiones a partir de los datos representados, lo que afecta su capacidad para resolver problemas basados en el análisis de información gráfica.

Las insuficiencias descritas permiten determinar el problema científico: ¿Cómo mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental? Para atender la problemática identificada, se concibió como objetivo de la presente investigación: desarrollar una estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental de la Unidad Educativa Carlos Manuel Espinoza, Ecuador, en el periodo lectivo 2024-2025.

Desarrollo

El presente artículo científico se estructura en varias secciones que permiten desarrollar de manera ordenada el estudio. Inicialmente, se presenta la metodología de investigación utilizada para obtener los resultados científicos proyectados. En segundo lugar, se expone la caracterización empírica inicial del aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental. Posteriormente, se detalla el diseño de una estrategia didáctica basada en la modelación matemática. Finalmente, se describe el proceso de validación de la estrategia didáctica propuesta.

Metodología de investigación

La investigación se sustentó en un enfoque de investigación mixto, considerando la integración de datos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión más profunda del fenómeno de estudio. De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2018), este enfoque permitió analizar tanto la mejora en el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos mediante mediciones estadísticas como las percepciones de docentes y expertos sobre la estrategia didáctica implementada. La combinación de estos métodos facilitó una interpretación integral de los resultados obtenidos.

Se empleó un nivel de investigación explicativo, según la clasificación de Hernández-Sampieri et al. (2018), ya que el estudio buscó identificar la relación causa-efecto entre la aplicación de una estrategia didáctica basada en la modelación matemática y la mejora del aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos. Este nivel de investigación permitió analizar el impacto de la intervención y determinar en qué medida la estrategia propuesta influyó en el desempeño de los estudiantes.

El diseño de investigación adoptado fue preexperimental con preprueba y posprueba. Se aplicó una prueba diagnóstica inicial para establecer el nivel de aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos antes de la implementación de la estrategia didáctica. Posteriormente, se desarrolló la

intervención y, al finalizarla, se aplicó una segunda prueba para comparar los resultados. Este diseño permitió evaluar los cambios en el desempeño de los estudiantes tras la aplicación de la estrategia.

El proceso de investigación se llevó a cabo en las siguientes etapas:

1. Caracterización empírica inicial del aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental.
2. Diseño de una estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos.
3. Validación de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos.

La idea a defender en la investigación radica en que la implementación de una estrategia didáctica basada en la modelación matemática contribuirá a la mejora del aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental. Se sostiene que el uso de la modelación matemática como herramienta didáctica facilita la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos, promoviendo un aprendizaje más significativo y efectivo en los estudiantes.

La mejora del aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental se conceptualiza como el desarrollo progresivo de habilidades cognitivas y procedimentales que permiten a los estudiantes abordar, analizar y resolver problemas matemáticos de manera efectiva (Contreras et al., 2021). Este proceso implica la aplicación de estrategias de modelación matemática para estructurar y comprender los problemas. Esta variable se operacionalizó en los siguientes indicadores (Ministerio de Educación, 2016):

- Resolver problemas que impliquen sumas y restas con números naturales hasta 10 000, utilizando estrategias de cálculo mental y escrito.
- Aplicar la multiplicación y la división en la resolución de problemas cotidianos, comprendiendo la relación inversa entre ambas operaciones.
- Identificar y describir patrones numéricos y geométricos, y utilizarlos para resolver problemas.
- Utilizar unidades de medida estándar para estimar y medir longitudes, masas y capacidades en contextos reales, resolviendo problemas que involucren estas magnitudes.
- Interpretar y representar datos en gráficos de barras y pictogramas, extrayendo conclusiones para la resolución de problemas.

Para la recolección de datos, se emplearon diversos instrumentos de medición que permitieron obtener información cuantitativa y cualitativa sobre el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos y la valoración de la estrategia didáctica. Los instrumentos utilizados fueron:

- Prueba estandarizada a estudiantes para diagnosticar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos.
- Entrevista a docentes para identificar logros e insuficiencias en el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos e identificar las causas de las insuficiencias.
- Cuestionario a expertos para la valoración de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos.

Los instrumentos fueron validados antes de su implementación, garantizando su validez y fiabilidad, siguiendo el aporte de Fernández et al. (2022). La validez se aseguró mediante la revisión de expertos en educación matemática, quienes analizaron la pertinencia y claridad de cada ítem. Para evaluar la fiabilidad, se utilizó el coeficiente de alfa de Cronbach, el cual permitió medir la consistencia interna de las preguntas en cada instrumento aplicado.

Para la evaluación del aprendizaje antes y después de la intervención, se empleó una escala tipo Likert de cuatro criterios en la preprueba y posprueba. Los criterios utilizados fueron: Muy deficiente, Deficiente, Satisfactorio y Excelente.

La muestra de la investigación coincidió con la población y estuvo conformada por los 35 estudiantes de cuarto año de la Institución Educativa AAA. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a la accesibilidad de la población. Además, se incluyeron en la muestra tres docentes que trabajan directamente con estos estudiantes, proporcionando una visión complementaria sobre el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos.

La validación de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática combinó el criterio de expertos con el preexperimento. La validación teórica se realizó a través de la valoración de un grupo de expertos, quienes analizaron la estrategia bajo los siguientes criterios: pertinencia pedagógica, coherencia metodológica, aplicabilidad en el aula, impacto esperado en el aprendizaje y viabilidad de implementación. Posteriormente, se aplicó la estrategia en el aula para evaluar su efectividad mediante el preexperimento.

El preexperimento consistió en la aplicación de la estrategia didáctica en el aula durante un periodo determinado, utilizando la modelación matemática como enfoque para la enseñanza de la resolución de problemas. Se aplicó una preprueba antes de la intervención y una posprueba después de la misma para medir los cambios en el desempeño de los estudiantes. Se analizaron los

resultados obtenidos en ambas pruebas para determinar la efectividad de la estrategia en la mejora del aprendizaje.

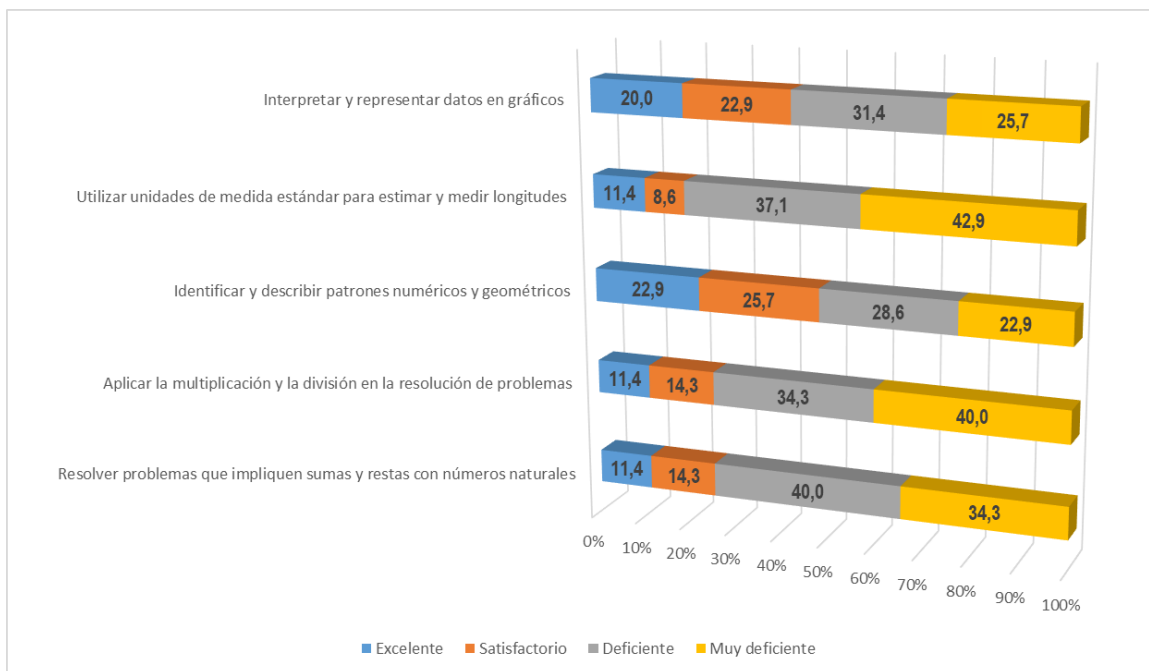
El estudio cumplió con los aspectos éticos correspondientes. Se obtuvo la aprobación de las autoridades de la institución educativa y se solicitó el consentimiento informado de los padres y representantes legales de los estudiantes participantes. Asimismo, se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los datos recolectados. Para el procesamiento estadístico, se utilizó Microsoft Excel, a través del cual se organizaron y analizaron los datos cuantitativos mediante cálculos estadísticos descriptivos y gráficos comparativos.

Caracterización empírica inicial del aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año

La caracterización empírica inicial del aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental se desarrolló mediante la aplicación de una prueba estandarizada a estudiantes, con el propósito de diagnosticar su desempeño en la resolución de problemas matemáticos. Además, se llevó a cabo una entrevista a docentes para identificar logros e insuficiencias en este proceso e indagar sobre las posibles causas de las dificultades evidenciadas. En la figura 1 se presentan los resultados cuantitativos obtenidos en la prueba estandarizada aplicada durante la caracterización empírica inicial.

Figura 1.

Resultados de la prueba estandarizada aplicada durante la caracterización empírica inicial



Fuente: elaboración propia

Los resultados de la prueba estandarizada evidenciaron que un alto porcentaje de estudiantes presentó dificultades en la resolución de problemas que implican sumas y restas con números naturales hasta 10 000. Los resultados de la prueba estandarizada reflejaron que el 74,3 % de los estudiantes presentó un nivel Deficiente o Muy deficiente en la resolución de problemas que implicaban sumas y restas con números naturales hasta 10 000, mientras que solo el 11,4 % alcanzó un nivel Excelente. Este hallazgo evidenció que la mayoría de los estudiantes no logró aplicar estrategias de cálculo mental y escrito de manera efectiva, lo que sugiere dificultades en el desarrollo del pensamiento numérico y la comprensión operativa de la adición y la sustracción.

En la aplicación de la multiplicación y la división para la resolución de problemas cotidianos, se observó que el 74,3 % de los estudiantes obtuvo resultados en los niveles Deficiente y Muy deficiente, con un 40 % en el nivel más bajo. Estos resultados evidenciaron dificultades significativas en la comprensión de la relación inversa entre ambas operaciones, lo que sugiere que los estudiantes no lograron consolidar los conceptos de multiplicación y división, afectando su capacidad para resolver problemas matemáticos en situaciones reales.

Respecto a la identificación y descripción de patrones numéricos y geométricos, los datos mostraron que el 48,6 % de los estudiantes alcanzó niveles de desempeño Satisfactorio o Excelente, con un 22,9 % en el nivel más alto. Este resultado indicó que casi la mitad de los estudiantes logró

reconocer regularidades y utilizarlas para resolver problemas matemáticos. Sin embargo, el 51,5 % restante evidenció dificultades en este aspecto, lo que sugiere que aún era necesario fortalecer estrategias que favorecieran la generalización de patrones en contextos diversos.

El análisis de los resultados en el uso de unidades de medida estándar para estimar y medir longitudes, masas y capacidades reveló que el 80 % de los estudiantes se ubicó en los niveles Deficiente y Muy deficiente, con un 42,9 % en el nivel más bajo. Estos datos evidenciaron que la mayoría de los estudiantes presentó dificultades en la aplicación de conceptos de medición en situaciones reales, lo que indica una insuficiente vinculación entre la enseñanza de la medición y su uso práctico en la vida cotidiana.

En la interpretación y representación de datos en gráficos de barras y pictogramas, los resultados mostraron que el 48,6 % de los estudiantes alcanzó los niveles Satisfactorio y Excelente, mientras que el 57,1 % se ubicó en los niveles Deficiente y Muy deficiente. Aunque una proporción considerable de estudiantes logró extraer información relevante de los gráficos, el porcentaje de quienes presentaron dificultades evidenció problemas en la lectura e interpretación de datos. Esto indicó la necesidad de fortalecer la enseñanza de estrategias para el análisis de información representada gráficamente.

Los resultados generales de la prueba estandarizada evidenciaron que los estudiantes presentaron mayores dificultades en la aplicación de operaciones básicas y la medición de magnitudes, con más del 70 % de los evaluados en los niveles Deficiente y Muy deficiente en estos aspectos. En contraste, la identificación de patrones numéricos y la interpretación de datos en gráficos mostraron un desempeño relativamente mejor, con cerca del 50 % de los estudiantes en los niveles Satisfactorio y Excelente. Estos hallazgos indicaron que la enseñanza de la resolución de problemas requería un enfoque que fortaleciera el razonamiento matemático y la aplicación práctica de los conceptos.

Los docentes entrevistados señalaron que los estudiantes mostraban mayor facilidad para reconocer patrones numéricos y geométricos en comparación con otros aspectos del aprendizaje matemático. Se destacó que los estudiantes lograban identificar regularidades en secuencias numéricas y figuras geométricas, lo que evidenciaba un nivel aceptable de desarrollo en el pensamiento lógico y visual. Sin embargo, mencionaron que, en algunos casos, los estudiantes presentaban dificultades al generalizar patrones o aplicarlos en la resolución de problemas matemáticos más complejos.

En relación con las operaciones básicas, los docentes manifestaron que los estudiantes mostraban debilidades significativas en la aplicación de estrategias de cálculo mental y escrito, especialmente en la resolución de problemas que involucraban sumas y restas con números grandes, así como en la comprensión de la relación inversa entre la multiplicación y la división. Indicaron que estas dificultades podían estar relacionadas con la falta de ejercitación suficiente en la resolución de

problemas contextualizados y con una enseñanza centrada en la memorización de algoritmos sin una comprensión profunda de los conceptos matemáticos.

En cuanto a la medición de magnitudes y el uso de unidades de medida estándar, los docentes mencionaron que los estudiantes tenían dificultades para estimar y medir longitudes, masas y capacidades en contextos reales. Se observó que los estudiantes no lograban establecer relaciones entre las unidades de medida ni aplicar adecuadamente los instrumentos de medición. Los docentes señalaron que estas dificultades podían deberse a la escasa manipulación de instrumentos de medición en el aula y a una enseñanza poco vinculada con experiencias concretas de la vida cotidiana.

Sobre la interpretación y representación de datos en gráficos de barras y pictogramas, los docentes expresaron que los estudiantes encontraban dificultades al extraer información precisa y al establecer conclusiones basadas en los datos representados. Indicaron que, aunque algunos estudiantes lograban reconocer tendencias generales en los gráficos, muchos presentaban problemas para identificar detalles específicos y realizar inferencias. Además, mencionaron que la enseñanza de este contenido se enfocaba mayormente en la construcción de gráficos, sin profundizar en el análisis de la información que estos presentan.

En síntesis, el análisis de los resultados de la prueba estandarizada y la entrevista a docentes permitió caracterizar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental. Se identificaron debilidades en la comprensión y aplicación de operaciones matemáticas, así como en la medición de magnitudes y la interpretación de datos en gráficos. Los docentes señalaron que estas dificultades podían estar relacionadas con estrategias de enseñanza poco contextualizadas y con una insuficiente ejercitación en la resolución de problemas matemáticos.

Diseño de una estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos

La estrategia didáctica propuesta se organiza en cinco fases secuenciales que guían a los estudiantes en el proceso de resolución de problemas matemáticos mediante la modelación matemática. Cada fase tiene un objetivo específico y establece acciones concretas tanto para el docente como para los estudiantes, asegurando un aprendizaje progresivo y significativo. La primera fase, Exploración y comprensión del problema, permite identificar los elementos clave del problema y contextualizarlo en situaciones reales.

En la segunda fase, Formulación del modelo matemático, los estudiantes representan el problema mediante esquemas, tablas y expresiones matemáticas. Luego, en la tercera fase, Resolución del

problema, aplican estrategias de cálculo mental y escrito para encontrar una solución. La cuarta fase, Interpretación y verificación de resultados, fomenta la reflexión sobre la coherencia y validez de las respuestas obtenidas. Finalmente, la quinta fase, Aplicación y transferencia del conocimiento, busca que los estudiantes generalicen lo aprendido y lo apliquen en nuevas situaciones. A lo largo de la estrategia, se emplean diversos recursos y estrategias didácticas que favorecen la construcción del conocimiento y el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

Objetivo general

Desarrollar en los estudiantes habilidades de resolución de problemas matemáticos a través de la modelación matemática, promoviendo el pensamiento lógico, la comprensión y aplicación de las operaciones básicas, el reconocimiento de patrones, el uso adecuado de unidades de medida y la interpretación de datos en gráficos. Esta estrategia busca que los estudiantes no solo dominen los procedimientos matemáticos, sino que también comprendan la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana, fortaleciendo su capacidad para analizar situaciones, formular representaciones matemáticas, aplicar estrategias de resolución y reflexionar sobre los resultados obtenidos.

Fase 1. Exploración y comprensión del problema

Objetivo específico: propiciar en los estudiantes la capacidad de analizar e interpretar situaciones problemáticas contextualizadas, identificando los datos relevantes, las incógnitas y las relaciones matemáticas involucradas, como un primer paso para la construcción de modelos matemáticos.

Acciones del docente:

- Presenta problemas en contextos reales y significativos para los estudiantes (ejemplo: compra en una tienda, organización de materiales escolares, distribución de asientos en un evento).
- Motiva la exploración del problema a través de preguntas orientadoras: ¿Qué información tenemos? ¿Qué necesitamos encontrar? ¿Cómo podríamos resolverlo?
- Proporciona materiales manipulativos, imágenes o situaciones dramatizadas para representar el problema de forma visual y concreta.
- Facilita espacios de discusión en grupos pequeños o en el aula para que los estudiantes expresen sus ideas y primeras estrategias.

Acciones de los estudiantes:

- Observan y analizan el problema presentado, identificando los datos y su relación con el contexto.

- Plantean hipótesis sobre posibles formas de solución.
- Expresan en sus propias palabras lo que entienden del problema y lo que necesitan averiguar.
- Intercambian ideas con sus compañeros sobre posibles enfoques para resolver la situación planteada.

Recursos: situaciones problemáticas contextualizadas, tarjetas con datos clave, material concreto (regletas, fichas, cubos), imágenes o videos, organizadores gráficos (mapas conceptuales, diagramas de flujo).

Evaluación

Autoevaluación: cada estudiante responde a las siguientes preguntas en su cuaderno o en una rúbrica de reflexión:

- ¿Logré identificar todos los datos relevantes del problema?
- ¿Pude expresar con claridad qué se necesita encontrar?
- ¿Considero que mi planteamiento inicial fue adecuado? ¿Por qué?
- ¿Cómo podría mejorar mi análisis de un problema similar en el futuro?

Coevaluación: en parejas o grupos pequeños, los estudiantes comparan sus análisis y discuten:

- ¿Identificamos los mismos datos y relaciones en el problema?
- ¿Hay diferencias en nuestras interpretaciones? ¿Por qué?
- ¿Cómo podríamos mejorar nuestra forma de abordar problemas matemáticos en el futuro?

Evaluación formativa: el docente observa y registra en una lista de cotejo o diario de observación aspectos como:

- La capacidad del estudiante para identificar los datos clave y las incógnitas.
- La claridad con la que expresa su comprensión del problema.
- Su participación en la discusión grupal y la argumentación de sus ideas.
- La diversidad de estrategias iniciales planteadas por los estudiantes.

Fase 2. Formulación del modelo matemático

Objetivo específico: guiar a los estudiantes en la representación del problema a través de modelos matemáticos, utilizando esquemas, diagramas, tablas, expresiones numéricas y otras representaciones.

Acciones del docente:

- Presenta diferentes formas de modelar problemas matemáticos, como el uso de tablas, diagramas de barras, ecuaciones o gráficos cartesianos.
- Relaciona estas representaciones con problemas resueltos previamente para que los estudiantes reconozcan patrones.
- Fomenta preguntas que lleven a la reflexión sobre la utilidad de cada tipo de representación: ¿Qué ventajas tiene usar un diagrama en lugar de una ecuación?
- Refuerza la relación entre los conceptos matemáticos y su aplicación en la modelación.

Acciones de los estudiantes:

- Representan el problema matemáticamente utilizando diferentes estrategias, como diagramas, tablas, ecuaciones o gráficos, explorando cuál es la más adecuada para cada situación.
- Analizan la información proporcionada, estableciendo relaciones con conceptos matemáticos previos y justificando sus elecciones en la construcción del modelo.
- Explican sus modelos a sus compañeros, argumentando la validez de sus representaciones y considerando posibles mejoras o ajustes según el contexto del problema.
- Comparan diferentes formas de modelación, evaluando su eficacia y discutiendo en equipo los posibles errores o limitaciones de cada enfoque.

Recursos: pizarras interactivas, hojas cuadriculadas, software de modelación matemática (GeoGebra, Desmos), fichas de ejercicios.

Evaluación

- Autoevaluación: cada estudiante responde en su cuaderno o rúbrica:
- ¿Pude representar correctamente el problema con un modelo matemático?
- ¿Elegí la mejor forma de representación? ¿Por qué?
- ¿Cometí errores en mi modelo? ¿Cómo los corregí?
- ¿Cómo mejoraría mi proceso de modelación en futuros problemas?

Coevaluación: en grupos pequeños, los estudiantes:

- Comparan los modelos creados y justifican sus diferencias.
- Evalúan si sus representaciones realmente reflejan el problema.

- Discuten mejoras y ajustan sus modelos si es necesario.

Evaluación formativa: el docente observa y registra:

- La precisión con la que los estudiantes representan matemáticamente el problema.
- La capacidad de los estudiantes para justificar su modelo.
- La participación activa en la comparación y mejora de modelos.

Fase 3. Resolución del problema

Objetivo específico: aplicar estrategias de cálculo mental y escrito para la resolución del problema, utilizando operaciones básicas y herramientas matemáticas adecuadas.

Acciones del docente:

- Brinda apoyo a los estudiantes en la selección de estrategias de cálculo adecuadas, orientándolos en el uso de cálculos mentales o escritos según la complejidad del problema y promoviendo la estimación como un recurso para anticipar resultados.
- Presenta ejemplos de resolución paso a paso, mostrando distintos enfoques y destacando la importancia de la organización en el procedimiento, la claridad en los cálculos y la verificación de los resultados.
- Fomenta el uso de materiales manipulativos y tecnología como apoyo en el proceso de cálculo, permitiendo que los estudiantes experimenten con herramientas que faciliten la comprensión y el análisis de las operaciones involucradas.

Acciones de los estudiantes:

- Aplican estrategias de cálculo mental y escrito para resolver el problema, seleccionando el método más eficiente en función de la naturaleza de los datos y operaciones requeridas.
- Revisan cada paso de su procedimiento para verificar la coherencia de los cálculos y los resultados obtenidos, identificando posibles errores y realizando ajustes cuando sea necesario.
- Comparan diferentes formas de solución con sus compañeros, analizando las ventajas y limitaciones de cada estrategia, y justificando la validez de sus respuestas con base en el contexto del problema.

Recursos: calculadoras, software educativo, material concreto (bloques base 10, regletas), guías de ejercicios.

Evaluación:

Autoevaluación: cada estudiante reflexiona sobre su desempeño respondiendo preguntas como:

- ¿Elegí una estrategia de cálculo adecuada para resolver el problema?
- ¿Comprobé mis resultados para asegurarme de que fueran correctos?
- ¿Pude identificar y corregir errores en mi procedimiento?
- ¿Cómo podría mejorar mi forma de resolver problemas en el futuro?

Coevaluación: en parejas o equipos, los estudiantes:

- Comparan sus estrategias de resolución y discuten cuál fue más efectiva.
- Analizan los errores comunes y proponen maneras de evitarlos en futuros problemas.
- Reflexionan sobre las diferencias en los procedimientos y argumentan la validez de sus respuestas.

Evaluación formativa: el docente observa y registra:

- La claridad y precisión con la que los estudiantes aplican sus estrategias de cálculo.
- La capacidad de los estudiantes para verificar y justificar sus resultados.
- El nivel de participación en la discusión y comparación de estrategias de resolución.

Fase 4. Interpretación y verificación de resultados

Objetivo específico: desarrollar en los estudiantes la capacidad de analizar y validar los resultados obtenidos, promoviendo la reflexión sobre la coherencia de las soluciones en relación con el problema planteado, fomentando el pensamiento crítico y la autoevaluación.

Acciones del docente:

- Guía a los estudiantes en el análisis de sus respuestas, promoviendo preguntas como: ¿El resultado tiene sentido en el contexto del problema? ¿Cómo podemos comprobar si nuestra solución es correcta?
- Explica estrategias de verificación, como la comprobación con la operación inversa, la comparación con estimaciones previas o el uso de diferentes métodos de solución.
- Facilita actividades de discusión en las que los estudiantes compartan sus soluciones y argumenten su razonamiento.
- Proporciona situaciones similares al problema original para que los estudiantes apliquen la misma estrategia y verifiquen si su razonamiento es generalizable.

Acciones de los estudiantes:

- Comparan su solución con las de sus compañeros y justifican sus respuestas.
- Aplican diferentes estrategias de verificación para comprobar la validez de sus resultados.
- Detectan errores y plantean mejoras en su procedimiento si es necesario.
- Explican con sus propias palabras cómo llegaron a la solución y por qué consideran que es correcta.

Recursos: fichas de verificación de respuestas, guías con estrategias de comprobación, organizadores gráficos para el análisis de soluciones, espacios de discusión grupal.

Evaluación:

- Autoevaluación: cada estudiante reflexiona sobre la corrección de su procedimiento y los posibles errores cometidos.
- Coevaluación: comparación y análisis entre pares para evaluar diferentes estrategias de solución.
- Evaluación formativa: observación del docente sobre la capacidad de los estudiantes para argumentar y justificar sus respuestas.

Fase 5. Aplicación y transferencia del conocimiento

Objetivo específico: fomentar en los estudiantes la capacidad de aplicar los conocimientos y estrategias adquiridas en nuevos contextos, fortaleciendo su autonomía y permitiendo la transferencia del aprendizaje a situaciones cotidianas.

Acciones del docente:

- Plantea problemas con diferentes niveles de complejidad para que los estudiantes transfieran lo aprendido a nuevas situaciones.
- Motiva a los estudiantes a crear sus propios problemas basados en situaciones de su entorno.
- Introduce actividades gamificadas y proyectos interdisciplinarios en los que las matemáticas sean una herramienta de resolución.
- Promueve el uso de herramientas digitales y materiales manipulativos para explorar problemas en distintos contextos.
- Genera debates y espacios de socialización para que los estudiantes expliquen sus estrategias y soluciones.

Acciones de los estudiantes:

- Aplican las estrategias de modelación matemática en problemas novedosos.
- Diseñan y presentan problemas originales para que sus compañeros los resuelvan.
- Relacionan los conceptos matemáticos con situaciones de la vida real, como el manejo de dinero, la planificación de tiempos o la medición de distancias.
- Reflexionan sobre cómo las matemáticas les ayudan a tomar decisiones en su entorno cotidiano.

Recursos: retos matemáticos en diferentes contextos, aplicaciones interactivas y juegos educativos, material manipulativo para la resolución de problemas prácticos, proyectos de aplicación interdisciplinaria.

Evaluación:

- Evaluación sumativa: aplicación de un conjunto de problemas en contextos variados para medir la transferencia del conocimiento.
- Rubricas de desempeño: evaluación de la creatividad y claridad en la formulación y resolución de problemas.
- Portafolio de evidencias: registro de los problemas resueltos, las estrategias utilizadas y las reflexiones sobre su aplicación en la vida cotidiana.

En síntesis, la estrategia didáctica propuesta se fundamenta en un diseño estructurado que organiza el proceso de resolución de problemas matemáticos en cinco fases interconectadas. Este aporte de investigación permite guiar a los estudiantes desde la comprensión del problema hasta la transferencia del conocimiento a nuevas situaciones, promoviendo un aprendizaje contextualizado y reflexivo. Asimismo, el diseño facilita la incorporación de herramientas didácticas que favorecen la participación activa, la colaboración y el desarrollo de habilidades de modelación matemática.

Validación de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos

Antes de la implementación de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos, se procedió a su validación mediante el criterio de expertos según la metodología de evaluación propuesta por Rodríguez et al. (2021). Para ello, se seleccionaron cinco expertos en Didáctica y Matemática, quienes evaluaron la pertinencia, viabilidad y aplicabilidad de la estrategia. Este proceso permitió asegurar que la propuesta cumpliera con los requisitos teóricos y metodológicos necesarios antes de ser implementada en el contexto educativo.

La selección de los expertos se realizó considerando dos coeficientes clave: el coeficiente de conocimiento, que mide el nivel de especialización del experto en la temática en una escala del 0 al 10, y el coeficiente de argumentación, que evalúa la capacidad del experto para fundamentar sus criterios en la misma escala. Los expertos seleccionados obtuvieron un promedio de 9.2 en el coeficiente de conocimiento y 8.8 en el coeficiente de argumentación, lo que garantizó la calidad y confiabilidad de sus valoraciones sobre la estrategia didáctica.

Para la evaluación de la estrategia, los expertos completaron un cuestionario estructurado en el que emitieron valoraciones y sugerencias sobre los diferentes componentes de la estrategia didáctica. Este cuestionario permitió recopilar retroalimentación tanto cuantitativa como cualitativa, facilitando ajustes y mejoras antes de su aplicación en el aula. Los criterios evaluados incluyeron la pertinencia, viabilidad, relevancia, aplicabilidad e impacto potencial de la estrategia, asegurando que su diseño estuviera alineado con las necesidades pedagógicas.

A continuación, se presenta la tabla de frecuencias con la media aritmética de las valoraciones dadas por los expertos, así como la desviación estándar para evaluar la dispersión de las respuestas y el coeficiente de concordancia de Kendall (W) para determinar el grado de acuerdo entre los evaluadores.

Tabla 1.

Resultados de las valoraciones de los expertos

Componente evaluado	Media	Desviación estándar	Kendall (W)
Concepción general de la estrategia	9.4	0.5	0.87
Objetivo general	9.2	0.6	0.85
Fase 1: Exploración y comprensión del problema	9.1	0.7	0.84
Fase 2: Formulación del modelo matemático	9.3	0.5	0.86
Fase 3: Resolución del problema	9.0	0.6	0.83
Fase 4: Interpretación y verificación de resultados	9.2	0.6	0.85
Fase 5: Aplicación y transferencia del conocimiento	9.1	0.7	0.84

El análisis de los datos muestra una alta valoración general de la estrategia didáctica, con medias superiores a 9.0 en todos los criterios evaluados. La desviación estándar, que oscila entre 0.5 y 0.7, indica una baja dispersión en las respuestas, lo que sugiere un consenso general entre los expertos. El coeficiente de concordancia de Kendall (W) presenta valores entre 0.83 y 0.87, reflejando un alto nivel de acuerdo en las valoraciones emitidas.

Las fases de la estrategia obtuvieron puntuaciones homogéneas, destacándose la concepción general de la estrategia y la formulación del modelo matemático como los elementos mejor valorados. Esto indica que los expertos consideran la estrategia coherente y bien estructurada en su enfoque metodológico. Sin embargo, la fase de resolución del problema obtuvo una ligera variabilidad en sus puntuaciones, lo que podría reflejar diferencias en la percepción sobre la claridad de las estrategias propuestas.

Las recomendaciones generales de los expertos se centraron en la necesidad de fortalecer los mecanismos de retroalimentación y la aplicación de ejemplos contextualizados en cada fase de la estrategia. Asimismo, sugirieron incorporar más actividades interactivas y el uso de tecnología para favorecer la modelación matemática. Estas observaciones fueron tomadas en cuenta para optimizar la estrategia antes de su implementación.

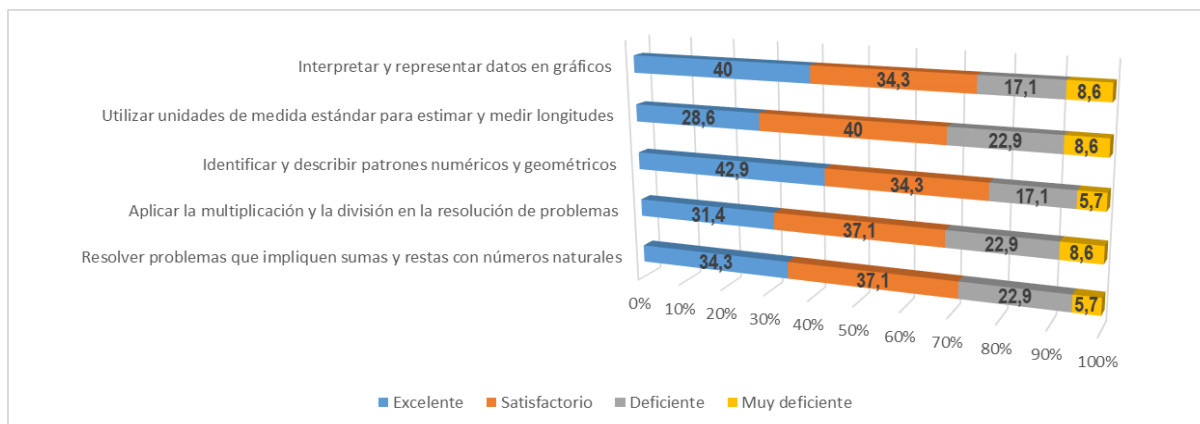
Otro aspecto relevante señalado fue la importancia de enfatizar la relación entre los conceptos matemáticos y su aplicabilidad en la vida cotidiana, asegurando que los estudiantes comprendan la utilidad de la modelación matemática. Con base en estas sugerencias, se realizaron ajustes en los materiales didácticos y en la metodología de aplicación para maximizar el impacto de la estrategia en el aprendizaje de los estudiantes.

Luego de la valoración por expertos de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos, se realizaron ajustes en su concepción a partir de las observaciones y recomendaciones emitidas. Estas modificaciones permitieron perfeccionar la pertinencia, aplicabilidad y viabilidad de la estrategia antes de su implementación. Posteriormente, se llevó a cabo la aplicación de la estrategia en la institución educativa donde se desarrolló la investigación, con el propósito de evaluar su impacto en el aprendizaje de los estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental.

Después de la implementación de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática, se procedió a su validación práctica mediante la aplicación de una posprueba, la cual permitió medir el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos. La posprueba se aplicó bajo las mismas condiciones que la preprueba, con el fin de garantizar la validez de la comparación de los resultados. En la figura 2 se presentan los resultados cuantitativos obtenidos en la posprueba, evidenciando los avances alcanzados por los participantes.

Figura 2.

Resultados de la prueba estandarizada aplicada durante la posprueba



Fuente: elaboración propia

El análisis de los resultados de la posprueba muestra un incremento significativo en el porcentaje de estudiantes que alcanzaron un desempeño "Excelente" o "Satisfactorio" en todas las habilidades evaluadas. En la resolución de problemas que implican sumas y restas, el 71.4% de los estudiantes logró calificaciones positivas, lo que refleja un fortalecimiento en la aplicación de estrategias de cálculo mental y escrito. De manera similar, en la resolución de problemas de multiplicación y división, un 68.5% de los estudiantes alcanzó un desempeño satisfactorio o excelente, evidenciando mejoras en la comprensión de la relación inversa entre estas operaciones.

En cuanto a la identificación y descripción de patrones numéricos y geométricos, el 77.2% de los participantes obtuvo un nivel "Excelente" o "Satisfactorio", lo que demuestra un mejor reconocimiento y aplicación de estructuras matemáticas en la resolución de problemas. La mejora también fue notable en la utilización de unidades de medida estándar, donde el 68.6% de los estudiantes evidenció una comprensión adecuada de las magnitudes y su aplicación en contextos reales. Este avance resalta la efectividad de la estrategia en el desarrollo de habilidades para estimar y medir.

En la interpretación y representación de datos en gráficos de barras y pictogramas, el 74.3% de los estudiantes obtuvo calificaciones positivas, lo que sugiere una mejora en la extracción de información relevante a partir de representaciones gráficas. Sin embargo, aunque los resultados generales de la posprueba fueron positivos, aún se identificaron áreas de mejora, especialmente en la resolución de problemas con medidas y en la multiplicación y división, donde algunos estudiantes permanecieron en niveles de desempeño "Deficiente" o "Muy deficiente".

Para evaluar el impacto global de la estrategia, se analizó la media y la desviación estándar de los resultados obtenidos en la preprueba y la posprueba. La media permitió comparar el rendimiento promedio de los estudiantes antes y después de la implementación, mientras que la desviación estándar proporcionó información sobre la variabilidad de los datos y la consistencia de los resultados. En la tabla 2 se presentan los valores obtenidos en ambos momentos de medición.

Tabla 2.

Media y desviación estándar de la preprueba y la posprueba

Habilidad evaluada	Media preprueba	Desviación estándar preprueba	Media posprueba	Desviación estándar posprueba
Resolver problemas con sumas y restas	2.03	1.04	3.00	0.85
Resolver problemas con multiplicación y división	1.97	1.10	2.91	0.88
Identificar patrones numéricos y geométricos	2.49	1.13	3.14	0.80
Utilizar unidades de medida estándar	1.89	1.08	2.89	0.91
Interpretar y representar datos en gráficos	2.37	1.12	3.06	0.83

El análisis de la media refleja una mejora significativa en todas las habilidades evaluadas, con un incremento promedio de aproximadamente 1 punto en la escala de desempeño. La mayor mejora se observó en la identificación de patrones numéricos y geométricos, cuya media pasó de 2.49 a 3.14, reflejando un avance sustancial en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos.

La reducción de la desviación estándar en la mayoría de las habilidades evaluadas indica que los resultados en la posprueba fueron más consistentes, lo que sugiere una menor dispersión en el rendimiento de los estudiantes. Sin embargo, en la habilidad de resolución de problemas con

medidas, la desviación estándar se mantuvo relativamente alta (0.91), lo que indica que algunos estudiantes aún presentan dificultades en esta área.

Para determinar si la mejora en los resultados de la posprueba fue estadísticamente significativa, se aplicó la prueba t para muestras relacionadas, comparando las medias de las mediciones antes y después de la implementación de la estrategia didáctica. En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en esta prueba.

Tabla 3.

Resultados de la prueba t para muestras relacionadas

Habilidad evaluada	t	p-valor
Resolver problemas con sumas y restas	5.32	0.0001
Resolver problemas con multiplicación y división	4.89	0.0002
Identificar patrones numéricos y geométricos	5.67	0.00005
Utilizar unidades de medida estándar	4.76	0.0003
Interpretar y representar datos en gráficos	5.12	0.0001

Los resultados obtenidos en la prueba t para muestras relacionadas evidencian una mejora significativa en el desempeño de los estudiantes tras la implementación de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática. En todas las habilidades evaluadas, los valores de t superan 4.7, con p-valores menores a 0.001, lo que confirma que las diferencias entre la preprueba y la posprueba no son producto del azar. La habilidad con mayor transformación fue la identificación de patrones numéricos y geométricos ($t = 5.67$, $p = 0.00005$), lo que sugiere que la modelación matemática permitió a los estudiantes desarrollar un pensamiento estructurado para reconocer regularidades en secuencias y figuras. Este resultado es coherente con el enfoque de la modelación, que fomenta el descubrimiento de patrones a partir de representaciones visuales y manipulativas.

De manera similar, las habilidades de resolución de problemas con operaciones básicas y la interpretación de gráficos experimentaron avances significativos, con valores de t superiores a 5.0 y p -valores extremadamente bajos. La resolución de problemas con sumas y restas ($t = 5.32$, $p = 0.0001$) y con multiplicación y división ($t = 4.89$, $p = 0.0002$) reflejan que la estrategia facilitó la comprensión operativa de los cálculos, permitiendo a los estudiantes aplicar los conceptos en contextos diversos.

Además, la mejora en la interpretación y representación de datos en gráficos ($t = 5.12$, $p = 0.0001$) indica que el uso de modelos visuales contribuyó al análisis de información de manera más efectiva. En conjunto, estos hallazgos demuestran que la modelación matemática favorece el desarrollo de habilidades de resolución de problemas al proporcionar estrategias concretas para estructurar y representar situaciones matemáticas.

En síntesis, el preexperimento permitió comprobar que la estrategia didáctica implementada contribuyó significativamente a la mejora en la resolución de problemas matemáticos en los estudiantes de cuarto año. Los resultados de la posprueba, el análisis de la media y la prueba t demostraron que el enfoque basado en la modelación matemática favoreció el desarrollo de habilidades matemáticas clave, reduciendo las dificultades y promoviendo un aprendizaje más significativo y aplicado.

El análisis comparativo con otras investigaciones sobre modelación matemática como estrategia didáctica permite contextualizar los resultados obtenidos en este estudio. En comparación con el trabajo de Villa-Ochoa (2007), donde se evidenció que el 69% de los estudiantes mejoró su desempeño en resolución de problemas algebraicos tras la implementación de la modelación matemática, los resultados de la presente investigación muestran un impacto similar en la resolución de problemas con operaciones básicas, alcanzando un 71.4% en sumas y restas y un 68.5% en multiplicación y división.

Esto sugiere que la modelación matemática es igualmente efectiva en la enseñanza de la aritmética básica y en la construcción de estrategias para resolver problemas de mayor complejidad. Asimismo, en la investigación de Molina-Mora (2017), el 74% de los estudiantes mejoró su desempeño en el aprendizaje del cálculo diferencial gracias a la modelación matemática, resultado comparable con el 74.3% obtenido en la interpretación y representación de datos en gráficos en el presente estudio, lo que refuerza la idea de que esta estrategia favorece la estructuración y visualización de conceptos matemáticos.

Por otro lado, los resultados alcanzados en la habilidad de identificación de patrones numéricos y geométricos (77.2%) muestran una mejora superior a la registrada en la investigación de Godoy (2022), donde se evidenció que el 72% de los estudiantes mejoró su competencia en modelación matemática aplicada a secuencias numéricas y patrones geométricos. Esta diferencia sugiere que

el enfoque implementado en la presente investigación promovió una mayor consolidación del pensamiento lógico-matemático en los estudiantes de cuarto año de educación básica.

Además, en el estudio de Gaisman (2009), se reportó que la modelación matemática permitió que el 66% de los estudiantes mejorara su comprensión de conceptos geométricos y numéricos, un porcentaje menor al registrado en la presente investigación. Esto puede estar relacionado con el uso de materiales manipulativos y actividades contextualizadas en la enseñanza de patrones, lo que facilitó una mejor asimilación de los conceptos.

En cuanto al uso de unidades de medida estándar, la mejora del 68.6% en el presente estudio es similar a la reportada en la investigación de Molina-Mora (2017), donde el 67% de los estudiantes mejoró su comprensión de magnitudes físicas mediante la modelación matemática. No obstante, a diferencia del estudio de Villa-Ochoa (2007), en el que solo el 60% de los estudiantes logró avances significativos en la aplicación de medidas y conversión de unidades, en esta investigación se observó una mejora más pronunciada, lo que sugiere que el uso de representaciones concretas y contextos prácticos en la enseñanza de la medición pudo haber contribuido a estos resultados.

Conclusiones

- El aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos es un proceso que debe abordarse con metodologías que fomenten la participación activa y el desarrollo del pensamiento lógico en los estudiantes. Las estrategias didácticas innovadoras, el uso de recursos tecnológicos y la integración de actividades contextualizadas han demostrado ser herramientas efectivas para fortalecer la enseñanza de esta competencia en la educación básica.
- La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto y un nivel de investigación explicativo, utilizando un diseño preexperimental con preprueba y posprueba. A partir de este diseño, se alcanzó el objetivo de la investigación: desarrollar una estrategia didáctica basada en la modelación matemática para mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de cuarto año de Educación Básica Elemental de la Unidad Educativa Carlos Manuel Espinoza, provincia de Loja, Ecuador, en el periodo lectivo 2024-2025.
- La caracterización empírica inicial del aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos en estudiantes permitió identificar fortalezas y debilidades en el proceso de aprendizaje. Los datos obtenidos evidenciaron dificultades significativas en la aplicación de estrategias de cálculo, la comprensión de operaciones básicas y la medición de magnitudes, mientras que se observó un mejor desempeño en la identificación de patrones

numéricos y geométricos. La entrevista a docentes complementó estos hallazgos al proporcionar información sobre posibles causas de estas dificultades.

- El diseño de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática se estructura en fases secuenciales que promueven un aprendizaje progresivo y significativo en la resolución de problemas. Su enfoque permite una integración efectiva de la exploración, formulación, resolución, interpretación y aplicación, asegurando que los estudiantes desarrollen habilidades matemáticas esenciales. Además, favorece un rol activo del estudiante y del docente en la construcción del conocimiento, potenciando el pensamiento crítico y la autonomía en el aprendizaje.
- La validación de la estrategia didáctica basada en la modelación matemática permitió asegurar su pertinencia, viabilidad y aplicabilidad antes de su implementación. Los resultados obtenidos en la evaluación de expertos evidenciaron un alto nivel de concordancia en la valoración de los componentes de la estrategia, destacándose su coherencia metodológica y su potencial impacto en la enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Las observaciones realizadas fueron incorporadas para optimizar su diseño, garantizando su adecuación a las necesidades pedagógicas del contexto educativo.

Referencias

- Bermeo, C. M. (2021). Enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(11), 89-103.
- Burbano-Pantoja, V. M. Á., Munévar-Sáenz, A., & Valdivieso-Miranda, M. A. (2021). Influencia del método Montessori en el aprendizaje de la matemática escolar. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(3), 555-568.
- Castrillo, C. J. H. (2023). Metodología basada en competencias para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Varela*, 23(65), 165-176.
- Contreras, K. N. P., Núñez, R. P., & Suárez, C. A. H. (2021). La resolución de problemas matemáticos y los factores que intervienen en su enseñanza y aprendizaje. *Boletín redipe*, 10(9), 459-471.
- Cruz-Pichardo, I. M. (2021). La resolución de problemas matemáticos como estrategia de aprendizaje activo de los alumnos de 15 años: un estudio de los resultados de PISA en República Dominicana. *Revie-Revista de Investigación y Evaluación Educativa*, 8(1), 54-72.

- Cubillo, M. R., del Castillo Fernández, H., & Martínez, B. A. (2021). El uso de aplicaciones móviles en el aprendizaje de las matemáticas: una revisión sistemática. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 36(1), 17-34.
- Farfán-Pimentel, J. F., Lizandro-Crispín, R., Rodríguez-Galán, D. B., Calderon-Chambi, M. E., & Farfán-Pimentel, M. D. E. (2022). Estrategia khan academy en el aprendizaje de la matemática en la educación básica: una revisión teórica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 6871-6887.
- Fernández Cobas, L. C., Borrero Rivero, R., & Vega Marín, M. G. (2022). Validación de un instrumento para el diagnóstico de estrategias institucionales de enfrentamiento al cambio climático. *Opuntia Brava*, 14(4).
- Fernández, J. R. D., & Taquire, C. D. C. (2022). Gamificación y herramientas tecnológicas en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 262-285.
- Gaisman, M. T. (2009). El uso de la modelación en la enseñanza de las matemáticas. *Innovación educativa*, 9(46), 75-87.
- Godoy, N. A. B. (2022). El desarrollo de la competencia de modelación matemática en estudiantes de educación básica. *EPISTEME KOINONIA: Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 5(1), 288-300.
- González, A. P., Méndez, O. N. Q., & Viera, J. L. B. (2021). Estrategia didáctica para enseñar a dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos. *Revista Educación*, 438-456.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Luicio, P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill México.
- Ministerio de Educación (2016). Currículo de los niveles de educación obligatoria. Quito, Ecuador. (en línea) Disponible en: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Curriculov2.pdf>
- Molina-Mora, J. A. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. *Uniciencia*, 31(2), 19-36.
- Mora, F. B., Rodríguez, A. R., Nava, M. C., & Álvarez, C. R. (2021). Resolución de problemas en el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 9(Especial), 10-17.

- Ñacato, V. E. V., & Aguilar, W. O. (2024). Sistema de tareas lúdicas para el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas matemáticos en los estudiantes de sexto año de básica. *Sinergia Académica*, 7(Especial 4), 399-421.
- Rodríguez Medina, M. A., Poblano-Ojinaga, E. R., Alvarado Tarango, L., González Torres, A., & Rodríguez Borbón, M. I. (2021). Validación por juicio de expertos de un instrumento de evaluación para evidencias de aprendizaje conceptual. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22).
- Soto, L. M. B., & González, M. D. (2022). Efectos de los recursos tecnológicos en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 22(1).
- Villa-Ochoa, J. A. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas: un marco de referencia y un ejemplo. *TecnoLógicas*, 63-86.