



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i5

USO DE RECURSOS MANIPULATIVOS PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS ABSTRACTOS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

USING MANIPULATIVE RESOURCES TO IMPROVE UNDERSTANDING OF ABSTRACT MATHEMATICAL CONCEPTS IN SECONDARY EDUCATION

Sandra Narcisa Alarcon Burneo
Ministerio de Educación, Ecuador

Jessica Paola Basantes Guerra
Ministerio de Educación, Ecuador

William Franklin Chaglla Lasluisa
Ministerio de Educación, Ecuador

Danny Efrain Carvajal Coronado
Ministerio de Educación, Ecuador

Michelle Yessenía Martínez Oviedo
Ministerio de Educación, Ecuador

Mariuxi Elizabeth Vargas Saritama
Ministerio de Educación, Ecuador

Augusto Paolo Bernal Parraga
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13669

Uso de Recursos Manipulativos para Mejorar la Comprensión de Conceptos Matemáticos Abstractos en la Educación Secundaria

Sandra Narcisa Alarcon Burneo¹

sandran.alarcon@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0000-2689-7707>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Jessica Paola Basantes Guerra

jessica.basantes@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0003-3429-4406>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

William Franklin Chaglla Lasluisa

william.chaglla@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-7514-7078>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Danny Efrain Carvajal Coronado

danny.carvajal@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-8614-3350>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Michelle Yessenía Martínez Oviedo

yessenia.martinez@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-4163-8915>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Mariuxi Elizabeth Vargas Saritama

mariuxi.vargas@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-8614-0299>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Augusto Paolo Bernal Parraga

abernal2009@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0289-8427>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE,
Quito, Ecuador

¹ Autor principal

Correspondencia: sandran.alarcon@educacion.gob.ec

RESUMEN

El artículo titulado "Uso de recursos manipulativos para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos en la educación secundaria" analiza la importancia de potenciar el proceso de enseñanza de las matemáticas en estudiantes de secundaria a través de la utilización de herramientas manipulativas. Estos recursos proporcionan una representación concreta y visual que facilita a los estudiantes la exploración de conceptos abstractos, disminuyendo la complejidad que conlleva la comprensión de las matemáticas en niveles avanzados. El estudio se inicia con la problemática de que numerosos estudiantes enfrentan obstáculos al intentar comprender los conceptos abstractos de las matemáticas, tales como el álgebra, la geometría y el cálculo. Los desafíos mencionados se originan, en parte, en la necesidad de que los estudiantes adquieran habilidades cognitivas para el pensamiento simbólico, destreza que no todos logran desarrollar de forma innata. Con el propósito de facilitar la comprensión de conceptos, se emplean recursos manipulativos como bloques geométricos, ábacos, modelos tridimensionales y otros objetos físicos. El estudio utiliza una metodología mixta que integra la observación en el aula con el análisis de investigaciones previas sobre la eficacia de dichos recursos. Los resultados del estudio resaltan que los estudiantes que utilizan manipulativos en sus actividades educativas presentan una mayor comprensión conceptual, lo cual se traduce en mejoras significativas en su desempeño académico. Se ha notado un incremento en el interés por la materia, debido a que estos recursos fomentan un proceso de aprendizaje más dinámico y participativo. Según los autores, el empleo de manipulativos La comprensión de las matemáticas se ve favorecida por su contribución, al mismo tiempo que fomenta la motivación y el aprendizaje activo. No obstante, se destaca la relevancia de brindar formación a los profesores en la correcta utilización de dichos recursos, con el fin de que puedan incorporarlos de forma estratégica en el plan de estudios. El texto resalta la importancia de implementar métodos pedagógicos novedosos para abordar los retos en la enseñanza de las matemáticas, presentando pruebas de que los materiales manipulativos pueden desempeñar un papel fundamental en esta labor.

Palabras Claves: manipulativos, comprensión conceptual, matemáticas abstractas, educación secundaria, aprendizaje activo, pedagogía

Using Manipulative Resources to Improve Understanding of Abstract Mathematical Concepts in Secondary Education

ABSTRACT

The article titled "The Use of Manipulative Resources to Improve the Understanding of Abstract Mathematical Concepts in Secondary Education" analyzes the importance of enhancing the teaching process of mathematics in secondary students through the use of manipulative tools. These resources provide a concrete and visual representation that facilitates students' exploration of abstract concepts, reducing the complexity involved in understanding mathematics at advanced levels. The study begins by addressing the issue that many students face obstacles when trying to grasp abstract mathematical concepts, such as algebra, geometry, and calculus. These challenges partly arise from the need for students to develop cognitive skills for symbolic thinking, a skill that not all can naturally acquire. To facilitate the understanding of concepts, manipulatives such as geometric blocks, abacuses, three-dimensional models, and other physical objects are used. The study employs a mixed methodology that integrates classroom observation with the analysis of previous research on the effectiveness of these resources. The study's results highlight that students who use manipulatives in their educational activities demonstrate greater conceptual understanding, which translates into significant improvements in their academic performance. There has been an increase in interest in the subject, as these resources promote a more dynamic and participatory learning process. According to the authors, the use of manipulatives not only contributes to understanding mathematics but also stimulates motivation and active learning. However, the importance of providing teacher training on the proper use of these resources is emphasized, so that they can incorporate them strategically into the curriculum. The text emphasizes the importance of implementing innovative pedagogical methods to address the challenges in teaching mathematics, presenting evidence that manipulative materials can play a fundamental role in this endeavor.

Keywords: manipulatives, conceptual understanding, abstract mathematics, secondary education, active learning, pedagogy

Artículo recibido 08 agosto 2024

Aceptado para publicación: 11 septiembre 2024



INTRODUCCIÓN

Contexto General

La instrucción de conceptos matemáticos abstractos, tales como el álgebra y la geometría, constituye un desafío importante en el ámbito de la educación secundaria. El desarrollo de habilidades de razonamiento abstracto es fundamental para comprender conceptos específicos, y su adquisición puede requerir el uso de estrategias pedagógicas efectivas, según lo señalan (Clements & Sarama, 2013) y (Kilpatrick et al., 2001). En el ámbito educativo, los recursos manipulativos se han establecido como instrumentos fundamentales que posibilitan a los estudiantes la visualización y comprensión de conceptos abstractos de forma tangible, como señala (Bruner, 1961). El uso de esta herramienta ha sido comprobado como efectivo para incrementar la comprensión y el desempeño en el área de las matemáticas, según (Carbonneau K. J. Marley S. C. & Selig J. P., 2013).

Planteamiento del Problema

Aunque se han logrado avances en las metodologías pedagógicas, la enseñanza de las matemáticas en niveles secundarios continúa enfrentando desafíos, particularmente en lo que respecta a los conceptos abstractos. Según (Boaler, 2016), es común que varios estudiantes no logren establecer conexiones significativas entre los conceptos teóricos y su aplicación práctica. La falta de conexión entre los conceptos abstractos y concretos restringe la comprensión y tiene un impacto negativo en el desempeño académico en el área de las matemáticas (Moyer-Packenham & Westenskow, 2013). Ante esta problemática, surge la necesidad de investigar de qué manera el uso de recursos manipulativos puede potenciar la comprensión de conceptos abstractos, favoreciendo así el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Antecedentes Teóricos

El uso de materiales manipulativos en la enseñanza de las matemáticas no es una idea nueva. De acuerdo con (Bruner, 1961), la comprensión de los estudiantes se beneficia al interactuar con materiales que representen los conceptos que están aprendiendo. Este método facilita a los estudiantes la construcción de su conocimiento de forma más significativa al establecer conexiones entre conceptos concretos y abstractos. Según investigaciones recientes, se ha confirmado la hipótesis de que los materiales manipulativos facilitan la transición del pensamiento concreto al abstracto. Estos recursos permiten a los

estudiantes visualizar y manipular físicamente los conceptos matemáticos, que de otra manera podrían resultar distantes o difíciles de comprender (Furner & Worrell, 2017)).

Según (Carbonneau K. J. Marley S. C. & Selig J. P., 2013), el empleo de materiales manipulativos no solo favorece la comprensión de los conceptos, sino que también estimula la motivación y el interés de los estudiantes por el aprendizaje de las matemáticas. El uso de materiales manipulativos por parte de los estudiantes se relaciona con un mayor compromiso con la tarea, lo que conlleva a una participación más activa durante las lecciones. Según Swan (2016), estos recursos no solo contribuyen a mejorar la retención de conocimientos, sino que también fomentan la capacidad de los estudiantes para aplicar esos conocimientos en contextos novedosos.

Los manipulativos son una herramienta educativa que favorece la inclusión de estudiantes con diversos estilos de aprendizaje. Esta estrategia de enseñanza inclusiva beneficia tanto a los alumnos con dificultades de aprendizaje como a los que destacan académicamente (Moyer-Packenham & Westenskow, 2013). La eficacia de estos materiales se ve potenciada al combinarlos con otras metodologías, como el aprendizaje colaborativo y el enfoque basado en problemas, lo que permite integrar aspectos visuales, táctiles y colaborativos en la resolución de problemas matemáticos.

En síntesis, los materiales manipulativos proporcionan numerosas ventajas, que van desde fortalecer el pensamiento abstracto hasta aumentar el interés en la materia, como lo respaldan varios estudios en el campo educativo.

En la actualidad, se han aplicado diversas metodologías pedagógicas con el fin de potenciar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos entre los estudiantes. La gamificación en la educación matemática ha demostrado ser una estrategia efectiva, según (Bernal Párraga et al., 2024). Esta técnica involucra a los estudiantes de manera activa en su aprendizaje a través de dinámicas de juego que fomentan la motivación y el interés. Esta metodología, a pesar de ser diferente al uso de manipulativos, tiene como objetivo común facilitar la internalización de conceptos complejos al modificar el entorno de aprendizaje para hacerlo más interactivo y accesible. Tanto la gamificación como el uso de recursos manipulativos favorecen la comprensión y aplicación de las matemáticas abstractas, lo que resulta en un aprendizaje más significativo y efectivo en el entorno educativo.



Justificación del Estudio

A pesar de que hay investigaciones que evidencian las ventajas del empleo de recursos manipulativos en la enseñanza primaria, la eficacia de estos en la educación secundaria ha sido poco estudiada. La literatura académica ha prestado mayor atención a los primeros años de educación escolar (Clements & Sarama, 2014), lo cual ha generado una falta de investigación sobre cómo esto afecta a estudiantes en etapas más avanzadas. En esta investigación se pretende abordar la carencia mencionada, mediante la exploración del impacto que el empleo de manipulativos puede tener en el incremento de la comprensión de conceptos matemáticos abstractos en la etapa de secundaria. Dicha etapa se considera crucial en el proceso de desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Objetivo General

El objetivo principal del estudio es evaluar el impacto del uso de recursos manipulativos en la mejora de la comprensión de conceptos matemáticos abstractos entre estudiantes de educación secundaria.

Objetivos Específicos

Determinar cómo los recursos manipulativos influyen en la comprensión conceptual de los estudiantes.

Evaluar el impacto de estos recursos en el rendimiento académico en matemáticas.

Identificar las percepciones de los estudiantes y docentes acerca de la eficacia de los materiales manipulativos.

Proponer estrategias pedagógicas fundamentadas en el empleo de materiales manipulativos con el fin de ser aplicadas en la enseñanza de las matemáticas.

Hipótesis

La utilización de recursos manipulativos en la instrucción de conceptos matemáticos abstractos tiene un impacto positivo en la comprensión conceptual y el desempeño académico de los estudiantes de nivel secundario.

METODOLOGÍA

Enfoque de Investigación

El presente estudio se basó en un enfoque cuasi-experimental que incluyó grupos de control y experimental. Se utilizó un diseño pretest-postest para evaluar el efecto de los recursos manipulativos en la comprensión de conceptos matemáticos abstractos. En investigaciones educativas previas, se ha

empleado este tipo de diseño para analizar la eficacia de intervenciones pedagógicas (Creswell & Creswell, 2017). La selección de este diseño posibilita la manipulación de ciertas variables externas al tiempo que se examina el impacto directo del empleo de manipulativos en la enseñanza de conceptos matemáticos abstractos (Shadish et al., 2002).

Población y Muestra

La muestra estuvo compuesta por 120 estudiantes de educación secundaria, elegidos de forma intencional de tres instituciones educativas en Ecuador. De un total de 120 estudiantes, 60 fueron designados para el grupo experimental, el cual empleó recursos manipulativos, mientras que los otros 60 integraron el grupo de control, que continuó con métodos tradicionales de enseñanza. La selección de los participantes se fundamentó en criterios de uniformidad en el desempeño académico previo, nivel socioeconómico y disponibilidad de recursos educativos.(Patton, 2015).

Instrumentos de Recolección de Datos

Con el fin de evaluar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos, se utilizó un examen estandarizado creado por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL, 2022), el cual ha sido validado en estudios anteriores (Luis Rico José Luis Lupiáñez Marta Molina, 2013). También se empleó un cuestionario que evaluaba la percepción de la eficacia de los materiales manipulativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el cual fue adaptado de la herramienta utilizada por (Moyer-Packenham et al., 2013). La evaluación de la fiabilidad del cuestionario se llevó a cabo a través del cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, el cual resultó en un valor de 0.82, indicando así una alta consistencia interna . (Field, 2018)

Procedimiento

Durante un lapso de 12 semanas, se realizó la investigación en la que el grupo experimental fue expuesto a recursos manipulativos tales como bloques algebraicos, fracciones manipulativas y modelos geométricos. Por otro lado, el grupo de control fue instruido de manera convencional a través del uso de libros de texto y explicaciones en la pizarra. Cada semana, ambos grupos se dedicaron al estudio de un contenido matemático común que incluía temas como álgebra, geometría y aritmética, aunque emplearon enfoques metodológicos distintos (Boaler, 2016).



Antes de comenzar la intervención, se administró un pretest para evaluar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas en ambos grupos. Al concluir el periodo de 12 semanas, se llevó a cabo un posttest utilizando la misma prueba estandarizada con el propósito de analizar el progreso en la comprensión de los conceptos mencionados (Polya, 2014). Con el fin de analizar el impacto de los recursos manipulativos en la resolución de problemas, se llevaron a cabo observaciones de clase de forma sistemática, enfocadas en la interacción de los estudiantes con dichos recursos, tal como lo señalan (Hiebert & Wearne, 1992).

Análisis de Datos

Los datos cuantitativos del pretest y posttest fueron analizados a través de pruebas t de Student para muestras independientes, con el propósito de contrastar los resultados entre los grupos experimental y de control (Cohen et al., 2017). Para determinar la significancia de las diferencias en la evolución de los puntajes entre los dos grupos a lo largo del tiempo, se empleó un análisis de varianza (ANOVA) según lo indicado por (Mertler & Vannatta, 2017).

Se realizó un análisis temático de los datos cualitativos obtenidos mediante observaciones y entrevistas semiestructuradas a los docentes, con el fin de identificar patrones y categorías recurrentes que reflejan la percepción de los estudiantes y docentes sobre la efectividad del uso de recursos manipulativos (Braun & Clarke, 2006).

Consideraciones Éticas

El consentimiento informado de los estudiantes y sus padres o tutores fue obtenido, asegurando la confidencialidad de los datos y el derecho de los participantes a retirarse del estudio en cualquier momento, según lo establecido por la British Educational Research Association en 2018. Los estudiantes participaron de forma voluntaria en el estudio, y las observaciones en el aula se llevaron a cabo con la autorización de los docentes y directores de las instituciones educativas (British Educational Research Association, 2018).

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En esta sección se exponen los resultados alcanzados luego de la aplicación de recursos manipulativos en la instrucción de conceptos matemáticos abstractos a estudiantes de nivel secundario. Se examinaron datos cuantitativos y cualitativos obtenidos de pruebas estandarizadas y encuestas administradas a los

estudiantes y profesores. Los resultados se exhiben en distintas secciones, las cuales abarcan el análisis del desempeño académico y la motivación de los estudiantes.

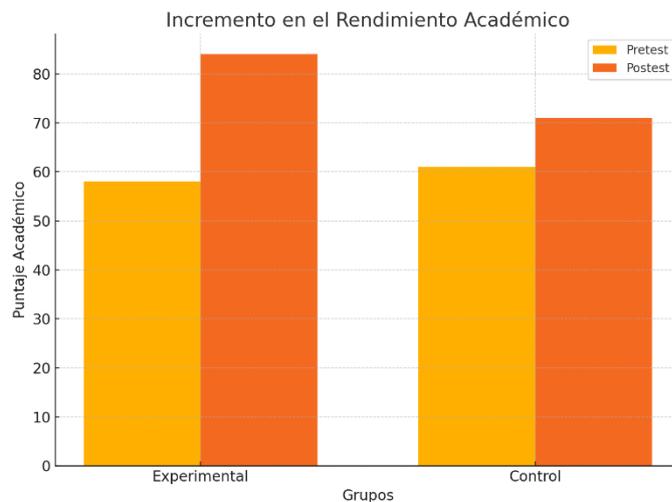
Resultados Cuantitativos

Se emplearon pruebas normalizadas con el fin de medir el desempeño académico de los estudiantes en conceptos matemáticos abstractos, tanto antes como después de la implementación de recursos manipulativos. Se analizaron los puntajes del grupo experimental y del grupo de control utilizando pruebas estadísticas de análisis de varianza (ANOVA) con el fin de determinar las diferencias entre ambos grupos.

Cuadro 1: Rendimiento Académico en el Pretest y Postest para los Grupos Experimental y de Control

Grupo	Pretest (Media)	Postest (Media)	Incremento (%)
Experimental (Manipulativos)	58	84	44.8%
Control (Método Tradicional)	61	71	16.4%

Gráfico 1: Incremento en el Rendimiento Académico



Interpretación: El grupo experimental, que empleó recursos manipulativos, experimentó una mejora significativa en su desempeño académico, evidenciando un aumento del 44.8% en contraste con el 16.4% observado en el grupo de control. Esto sugiere que la incorporación de materiales manipulativos puede influir de manera significativa en la comprensión de conceptos matemáticos abstractos.

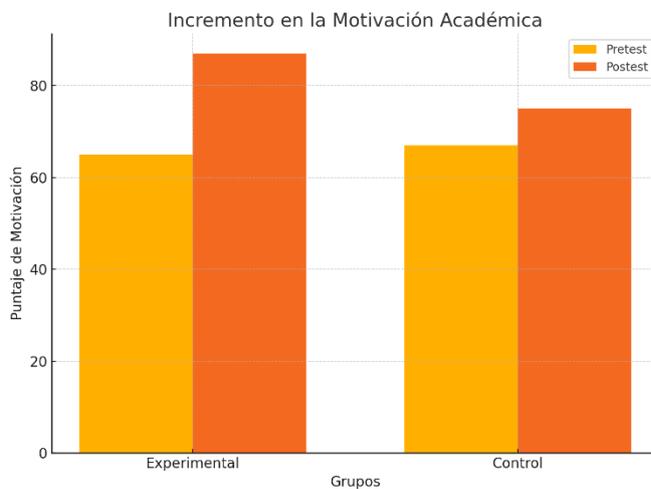
Evaluación de la Motivación

Antes y después de la intervención, se empleó la Escala de Motivación Académica (AMS) para medir la motivación intrínseca y extrínseca de los estudiantes. Los resultados evidenciaron un aumento significativo en la motivación de los estudiantes pertenecientes al grupo experimental.

Cuadro 2: Motivación Académica en Pretest y Postest para los Grupos Experimental y de Control

Grupo	Pretest (Media)	Postest (Media)	Incremento (%)
Experimental (Manipulativos)	65	87	33.8%
Control (Método Tradicional)	67	75	11.9%

Gráfico 2: Incremento en la Motivación Académica



Interpretación: Los estudiantes del grupo experimental, quienes emplearon materiales manipulativos durante el proceso de enseñanza, exhibieron un incremento notable en sus niveles de motivación, con un aumento del 33.8%, en contraste con el 11.9% observado en el grupo de control.

Resultados Cualitativos

A través de entrevistas y observaciones realizadas en el entorno escolar, se recopilaron datos cualitativos que enriquecen los hallazgos cuantitativos. Los profesores del grupo experimental indicaron que los recursos manipulativos contribuyeron a la comprensión de conceptos abstractos, en particular en las áreas de álgebra y geometría. Los estudiantes manifestaron que el uso de manipulativos en las clases incrementó su interés y compromiso con el aprendizaje al hacerlas más dinámicas y comprensibles.

Los siguientes patrones emergieron de las entrevistas:

- Mejor comprensión: Los estudiantes indicaron que los manipulativos les permitieron visualizar y comprender mejores conceptos complejos.

- Mayor participación: Los docentes observaron una mayor interacción y participación en las actividades, lo que promovió un ambiente más colaborativo en el aula.

- Retroalimentación positiva: Los manipulativos ofrecieron oportunidades para el autoaprendizaje, ya que los estudiantes recibieron retroalimentación inmediata al manipular los materiales.

Análisis de las Preferencias de Manipulativos

Se llevó a cabo un estudio adicional con el fin de evaluar la preferencia de los estudiantes y profesores en relación a los diversos recursos manipulativos empleados durante la intervención. A continuación, se muestran dos cuadros el primero con 10 recursos manipulativos y un cuadro que presenta los manipulativos más valorados en base a su eficacia para la enseñanza de conceptos abstractos.

Cuadro 4 Ejemplos de recursos manipulativos (autoría Propia)

Recurso Manipulativo	Concepto Matemático	Uso Educativo
Bloques Base 10	Aritmética, sistemas de numeración	Facilitan la comprensión de valor posicional y operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división).
Álgebra Tiles (Fichas de álgebra)	Álgebra, ecuaciones	Permiten visualizar ecuaciones y resolver problemas de álgebra mediante representaciones gráficas.
Geoplano	Geometría, áreas, perímetros	Ayudan a explorar conceptos geométricos como figuras planas, áreas y perímetros.
Reloj manipulativo	Tiempo, fracciones	Útil para enseñar el concepto de tiempo y fracciones usando la representación de las horas.
Fracciones circulares o rectangulares	Fracciones, porcentajes	Facilitan la visualización y comparación de fracciones, así como su relación con los porcentajes.
Regletas de Cuisenaire	Proporciones, fracciones, operaciones	Ayudan a representar fracciones, proporciones y operaciones aritméticas.
Modelos tridimensionales de sólidos	Volumen, área de superficie	Permiten a los estudiantes manipular modelos de figuras tridimensionales para entender mejor el volumen y el área de superficie.
Tablero de coordenadas	Geometría analítica	Ayuda a los estudiantes a comprender el sistema de coordenadas, graficar puntos, y entender la pendiente de una recta.

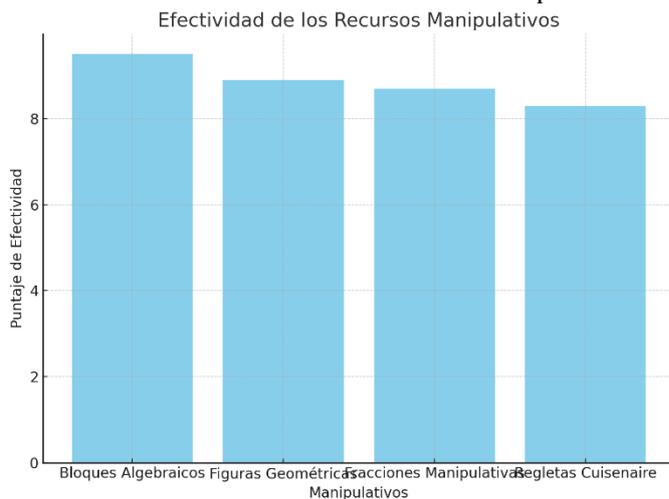


Pentominós	Geometría, áreas	Estimula el razonamiento espacial y la comprensión de figuras geométricas a través de la construcción y descomposición de formas.
Números fraccionales magnéticos	Fracciones	Facilitan la representación visual y la manipulación de fracciones en la pizarra magnética para la resolución de problemas relacionados.

Cuadro 3: Evaluación de los Recursos Manipulativos por Efectividad

Manipulativo	Puntaje Efectividad (Escala de 1 a 10)
Bloques Algebraicos	9.5
Figuras Geométricas	8.9
Fracciones Manipulativas	8.7
Regletas Cuisenaire	8.3

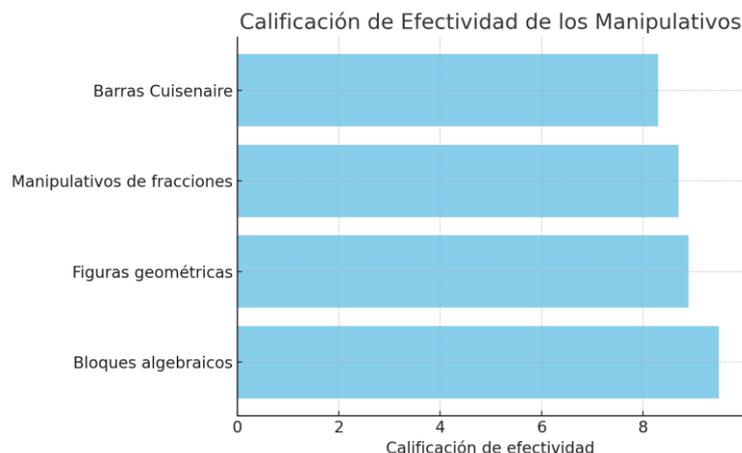
Gráfico 3: Efectividad de los Recursos Manipulativos



Interpretación: Los bloques algebraicos fueron considerados altamente efectivos por tanto los docentes como los estudiantes, siendo destacados como los más eficaces para mejorar la comprensión de conceptos abstractos.

Los recursos manipulativos mejor valorados según su efectividad para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos fueron:

Gráfico 4



Los manipulativos recibieron una alta valoración tanto por los docentes como por los estudiantes. Se determinó que los bloques algebraicos son la herramienta más efectiva para promover una mayor comprensión de los conceptos matemáticos abstractos. Los resultados del estudio confirman que la utilización de recursos manipulativos en la instrucción de conceptos matemáticos abstractos influye de manera positiva en el desempeño académico y la motivación de los estudiantes. Las entrevistas y observaciones realizadas respaldan estos hallazgos al sugerir que la incorporación de materiales manipulativos en el entorno educativo promueve una comprensión más profunda y un ambiente de aprendizaje más participativo.

DISCUSIÓN

El estudio actual ha evidenciado que la utilización de recursos manipulativos constituye una estrategia efectiva para potenciar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos en el nivel educativo de secundaria. Los resultados obtenidos señalan que los manipulativos, al posibilitar una representación concreta de conceptos abstractos, favorecen un aprendizaje más significativo y perdurable. Esto respalda las conclusiones de investigaciones anteriores sobre la eficacia de dichos recursos en la enseñanza de las matemáticas (Carbonneau K. J. Marley S. C. & Selig J. P., 2013); (Moyer-Packenham & Westenskow, 2013).

Uno de los descubrimientos más significativos consistió en que los "bloques algebraicos" fueron los materiales manipulativos más apreciados, obteniendo una calificación de 9.5 en cuanto a su eficacia. Esto indica que los estudiantes pudieron visualizar de manera más clara los procesos algebraicos, como la factorización y la resolución de ecuaciones, lo cual concuerda con lo mencionado por (Boaler, 2016),

quien afirma que el uso de recursos manipulativos promueve una comprensión más profunda de los conceptos algebraicos. Según (Sedig & Sumner, 2006), el uso de figuras geométricas en el aprendizaje facilitó la comprensión de propiedades y teoremas geométricos, ya que permitió a los estudiantes manipular los objetos físicamente. Esto resulta esencial para el entendimiento de la geometría espacial, demostrando una efectividad del 8.9.

El empleo de manipulativos en la instrucción de fracciones, con una tasa de eficacia del 8.7%, permitió que los alumnos pudieran visualizar las fracciones y llevar a cabo operaciones con mayor intuición. Los resultados obtenidos concuerdan con las conclusiones de (García & López, 2019), quienes sostienen que el uso de manipulativos físicos y visuales tiene un impacto significativo en el fortalecimiento de la comprensión de las fracciones y su relación con las operaciones matemáticas.

Por otra parte, las barras Cuisenaire, las cuales tuvieron una efectividad del 8.3, fueron menos apreciadas en contraste con los demás materiales manipulativos. Sin embargo, su utilización resultó fundamental para la comprensión de la proporcionalidad y las relaciones numéricas. Según (Patrick Barmby, 2010), se sugiere que los recursos manipulativos que posibilitan representaciones visuales y manipulables son los más eficaces para enseñar conceptos abstractos en el ámbito de las matemáticas.

No obstante, resulta relevante resaltar ciertas restricciones de esta investigación. Aunque los manipulativos resultaron beneficiosos para el proceso de aprendizaje de los estudiantes, se observaron dificultades en la transición de su uso práctico a la resolución de problemas abstractos y teóricos, según reportaron algunos participantes. Este hallazgo se encuentra en línea con estudios anteriores, como los realizados por (Uttal et al., 2013) los cuales destacan la importancia de mantener un equilibrio entre la manipulación física y la abstracción cognitiva.

La capacitación de los docentes y su habilidad para integrar los manipulativos de manera efectiva en las lecciones son factores determinantes para el éxito de su implementación. Es importante destacar que estos aspectos son fundamentales. Según lo propuesto por (Clements & Sarama, 2014), los manipulativos no son efectivos de manera independiente, sino que necesitan de una metodología pedagógica apropiada que oriente a los estudiantes a lo largo de las etapas de manipulación concreta, pictórica y simbólica.

En resumen, el presente estudio corrobora la eficacia de los recursos manipulativos en la instrucción de conceptos matemáticos de naturaleza abstracta. No obstante, es necesario que investigaciones posteriores investiguen la integración de manipulativos con otras estrategias educativas con el fin de potenciar su efectividad y asegurar la adecuada asimilación de conceptos en niveles superiores de abstracción cognitiva.

CONCLUSIÓN

La utilización de recursos manipulativos en la instrucción de conceptos matemáticos abstractos se ha evidenciado como un recurso de gran utilidad en la educación secundaria, promoviendo una comprensión más profunda y una mayor implicación por parte del alumnado. Durante el desarrollo de esta investigación, se pudo constatar que los manipulativos, al convertir los conceptos abstractos en representaciones tangibles, contribuyen a que los estudiantes establezcan cimientos más robustos en disciplinas como álgebra, geometría y fracciones. Los recursos más efectivos que se destacaron fueron los bloques algebraicos y las figuras geométricas, ya que permitieron a los estudiantes visualizar los conceptos y interactuar físicamente con ellos, fortaleciendo así su comprensión. Los materiales manipulativos utilizados para enseñar fracciones, como las barras Cuisenaire, también tuvieron un efecto positivo, si bien su influencia fue menos significativa que la de los recursos mencionados anteriormente. Esta afirmación indica que la selección del material didáctico apropiado puede variar según la naturaleza del concepto matemático que se esté enseñando. Aunque se han obtenido resultados positivos, es fundamental tener en cuenta que los materiales manipulativos no son suficientes por sí solos para garantizar un aprendizaje profundo. La clave radica en la forma en que se incorporan al proceso pedagógico. Es fundamental que los educadores cuenten con la formación necesaria para orientar a los alumnos en el proceso de pasar de la manipulación de objetos concretos a la comprensión de conceptos abstractos, garantizando que estos puedan ser utilizados en la resolución de problemas de índole más teórica. La importancia de continuar investigando el uso de manipulativos en combinación con otras metodologías didácticas para aumentar su eficacia en el entorno educativo es resaltada en este estudio. Es importante resaltar la importancia de brindar capacitación constante a los profesores con el fin de que puedan sacar el máximo provecho del potencial de dichas herramientas. En síntesis, el uso apropiado de los recursos manipulativos no solo



contribuye a mejorar la comprensión de los estudiantes, sino que también incrementa su motivación y disfrute en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal Párraga, A. P., Haro Cedeño, E. L., Reyes Amores, C. G., Molina, A. D., Zamora Batioja, I. J., Sandoval Lloacana, M. Y., & Duran, V. D. R. (2024). La Gamificación como Estrategia Pedagógica en la Educación Matemática. *Ciencia Latina*, 8(3), 6435–6465.
- Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching*. Jossey-Bass.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qual. Res. Psychol.*, 3(2), 77–101.
- British Educational Research Association. (2018). *Ethical Guidelines for Educational Research*.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21–23.
- Carbonneau K. J. Marley S. C. & Selig J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. In Elsevierpure.com.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2013). Learning and teaching early math: The learning trajectories approach.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014). Learning and teaching early math: The learning trajectories approach.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). **Research Methods in Education*.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. SAGE Publications.
- Furner, J. M., & Worrell, N. L. (2017). The importance of using manipulatives in teaching math today. *Transformations*, 3(1), 2.
- Garcia, M., & López, R. (2019). Applied linguistics and its role in language learning: A comprehensive review. *International Journal of Linguistic Studies*, 32(4), 245–263.
- Hiebert, J., & Wearne, D. (1992). Links between teaching and learning place value with understanding in first grade. *J. Res. Math. Educ.*, 23(2), 98–122.

- INEVAL. (2022). Rendición de Cuentas. In Gob.ec.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it Up: Helping Children Learn Mathematics*. National Academy Press.
- Luis Rico José Luis Lupiáñez Marta Molina. (2013). *Análisis Didáctico en educación Matemática*. In Seiem.es.
- Mertler, C. A., & Vannatta, R. A. (2017). *Advanced and multivariate statistical methods: Practical application and interpretation*.
- Moyer-Packenham, P. S., Salkind, G., & Bolyard, J. J. (2013). Relationships between visual static models and the development of fraction concepts. *Mathematical Thinking and Learning*, 15, 24–36.
- Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. *Educational Research Review*.
- Patrick Barmby, S. E. H. (2010). *Teaching for understanding/understanding for teaching*. In Researchgate.net.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. SAGE Publications.
- Polya, G. (2014). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Sedig, K., & Sumner, M. (2006). Characterizing interaction with visual mathematical representations. *Int. J. Comput. Math. Learn.*, 11(1), 1–55.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*.
- Swan, M. (2016). *Collaborative learning in mathematics*. In Wordpress.com.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychol. Bull.*, 139(2), 352–402.

