



DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL ESPACIO TRIDIMENSIONAL EN MATEMÁTICA

DESIGN OF DIDACTIC MATERIALS FOR TEACHING THREE-DIMENSIONAL SPACE IN MATHEMATICS

Alejandro David Guato Valarezo

alejandro.guato@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-0222-7513>

Universidad Nacional de Chimborazo

Cristofer Sebastián Montoya Yáñez

cristofer.montoya@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-8579-821X>

Universidad Nacional de Chimborazo

Víctor Hugo Caiza Ramos

victor.caiza@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-3758-2640>

Universidad Nacional de Chimborazo

Carmen Siavil Varguillas Carmona

cvarguillas@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3834-2474>

Universidad Nacional de Chimborazo

RESUMEN

La enseñanza de conceptos tridimensionales en matemática representa un desafío en el sistema educativo ecuatoriano, debido a la abstracción inherente de estos temas y la limitada implementación de métodos innovadores en las aulas. Este estudio tuvo como objetivo diseñar materiales didácticos concretos que faciliten la comprensión del espacio tridimensional con base en un análisis documental. Para ello se utilizó un enfoque cualitativo bajo el cual se realizó un análisis bibliográfico asistido por el software ATLAS.ti. Los resultados destacaron tres modelos de materiales didácticos: uno de alto alcance, construido con madera y cuerdas elásticas para representar el sistema tridimensional cartesiano; uno de mediano alcance, diseñado con madera, varillas metálicas e hilos; y una versión compacta de bajo costo elaborada con cartón prensado y materiales reciclables. La revisión de literatura evidencia que estos modelos facilitan la visualización de conceptos del espacio, motivando a los estudiantes y mejorando su comprensión de conceptos abstractos. En conclusión, los materiales didácticos se presentan como una alternativa viable y eficiente para transformar la enseñanza de temas complejos, considerando que su éxito depende de la capacitación del profesorado, la adecuada planificación pedagógica y el acceso a recursos.

Palabras Clave:

Enseñanza de la Matemática, Aprendizaje, Material didáctico, Espacio tridimensional

ABSTRACT

The teaching of three-dimensional concepts in mathematics represents a challenge within the Ecuadorian educational system due to the inherent abstraction of these topics and the limited implementation of innovative methods in classrooms. This study aimed to design concrete didactic materials to facilitate the understanding of three-dimensional space based on a documentary analysis. To this end, a qualitative approach was adopted, through which a bibliographic analysis supported by the ATLAS.ti software was conducted. The results highlighted three models of didactic materials: a high-scope model constructed with wood and elastic cords to represent the three-dimensional Cartesian system; a medium-scope model designed with wood, metal rods, and threads; and a compact, low-cost version made from pressed cardboard and recyclable materials. The literature review shows that these models facilitate the visualization of spatial concepts, motivate students, and improve their understanding of abstract concepts. In conclusion, didactic materials emerge as a viable and efficient alternative for transforming the teaching of complex topics, considering that their success depends on teacher training, appropriate pedagogical planning, and access to resources.

Keywords:

Mathematics teaching, Learning, Teaching materials, Three-dimensional space

1. INTRODUCCIÓN

La Didáctica de la Matemática se entiende como el campo de estudio que analiza los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro de esta disciplina, orientando estrategias pedagógicas para favorecer la comprensión de los estudiantes. En este marco, el material didáctico constituye un recurso fundamental para concretar los contenidos abstractos y facilitar la construcción de conocimientos. Meza et al. (2024) señalan que estos materiales funcionan como herramientas que apoyan al docente en la mediación del aprendizaje de manera dinámica y estructurada, contribuyendo al desarrollo de destrezas y competencias matemáticas durante la formación educativa.

En el sistema educativo ecuatoriano persisten desafíos para la comprensión de ciertos contenidos matemáticos considerados complejos por los estudiantes, entre ellos la representación del espacio tridimensional. Diversas investigaciones han señalado que la matemática es percibida como una asignatura difícil debido a la carga de abstracción que exige y a la falta de estrategias pedagógicas que vinculen los conceptos con experiencias concretas (Revelo y Yáñez, 2023). En la educación tradicional, estos temas solían explicarse únicamente mediante el pizarrón y descripciones verbales, lo cual limitaba la visualización de los objetos espaciales. Actualmente, los recursos digitales ofrecen alternativas para mejorar la comprensión; sin embargo, la carencia de insumos tecnológicos en muchas instituciones educativas restringe su uso. Frente a esta realidad, el material concreto se presenta como una alternativa accesible y eficaz, siempre que sea empleado de manera planificada por los docentes. Como señala Tomalá (2022), su incorporación promueve un aprendizaje significativo, aunque todavía su presencia en el aula es escasa, a pesar de los efectos positivos que genera en el rendimiento estudiantil.

El uso de material concreto en la enseñanza de la matemática tiene varias ventajas. Facilita la comprensión de conceptos abstractos, permitiendo a los estudiantes visualizar y manipular objetos reales. Al enseñar fracciones, los profesores pueden usar bloques o piezas de diferentes tamaños para mostrar cómo se dividen y combinan las fracciones. Esto ayuda a los estudiantes a entender mejor el concepto que si solo lo vieran en un libro o una pizarra. Revelo y Yáñez (2023) mencionan que

el material concreto formaliza y potencia el conocimiento intuitivo que poseen los estudiantes dentro de su realidad de cálculo. Para su desarrollo cognitivo es importante aplicar las tres etapas: concreta o manipulativa, pictórica o representación gráfica, para luego manejar de manera apropiada la fase abstracta o simbólica (p. 70).

Además, el material concreto fomenta el aprendizaje activo y participativo. Esto no solo hace que las clases sean más interesantes y dinámicas, sino que también mejora la retención del conocimiento. Sin embargo, es responsabilidad del docente el que realice un uso adecuado y oportuno del material concreto dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Ruesta y Gejaño (2022) mencionan que el material concreto adquiere utilidad siempre y cuando se seleccione y utilice de forma pertinente y oportuna, especialmente frente al hecho de que estos materiales han sufrido grandes cambios debido a los avances tecnológicos en estos últimos tiempos.

A partir de los planteamientos anteriores, resulta pertinente revisar algunos trabajos previos que han explorado el uso de materiales concretos en la enseñanza de la Matemática. Estos estudios ofrecen un marco de referencia para comprender cómo este tipo de recursos ha contribuido al aprendizaje en distintos niveles educativos y sirven de base para sustentar la presente investigación.

Veloz (2022) exploran el uso de recursos didácticos dentro de la enseñanza de matemáticas en sexto año de Educación Básica en una unidad educativa de la ciudad de Quito. Empleando una metodología con enfoque mixto, recopilaron datos cualitativos y cuantitativos. Los resultados muestran que docentes y estudiantes reconocen la efectividad del material concreto para favorecer el aprendizaje y el desarrollo de habilidades numéricas; concluyen que el uso de materiales manipulables permiten un aprendizaje significativo, motivando y desarrollando el pensamiento lógico de estudiantes.

Vásquez (2019) en su estudio consideró material concreto, en conjunto con Tecnologías de la Información y Comunicación, para mejorar el aprendizaje de geometría a partir del modelo de Van Hiele, a partir de actividades enfocadas en conceptos como perímetro, área y volumen. Los resultados indican que el uso de bloques lógicos y software promueve un aprendizaje activo y una

mejora en la comprensión espacial; se concluye que los materiales didácticos fomentan competencias matemáticas y mejor motivación hacia la asignatura.

Cajamarca (2023) explora la relación entre el uso de material didáctico y rendimiento escolar en una unidad educativa de la ciudad de Riobamba. Mediante un enfoque cuantitativo y diseño correlacional, se evidenció una relación positiva fuerte entre el uso de material didáctico y conocimientos adquiridos. El estudio concluye que los recursos didácticos pueden mejorar significativamente el aprendizaje si se emplea en áreas complejas para el estudiante.

2. APROXIMACIÓN CONCEPTUAL DEL ESTUDIO

El material didáctico, en el presente estudio, se define como un recurso pedagógico de manera intencionada que ha sido diseñado para poder mediar el proceso de enseñanza y de aprendizaje construyendo activamente el conocimiento de modo que el estudiante interactúe directamente con representaciones de objetos concretos, de objetos visuales, y de objetos manipulables. Desde este sentido de la noción material didáctico no sólo puede considerarse un objeto auxiliar o ilustrativo, sino que representa un dispositivo cognitivo tal que se entrelaza incluso la experiencia sensorial con la propia abstracción de los conceptos matemáticos.

Los diferentes estudios más recientes concuerdan en que el material didáctico ofrece valor educativo sólo si obedece a objetivos del aprendizaje claros y existe una planificación de la enseñanza que permita el uso activo del estudiante. En este sentido, Maldonado y Bucarán (2022) plantean que todos aquellos materiales didácticos facilitan el aprendizaje significativo sólo si permiten al estudiante explorar, experimentar y reflexionar sobre los conceptos matemáticos, al contrario del uso de forma exclusiva de la exposición oral, el cual destaca por la manera de enseñanza, el modelo instructivo. Caamaño et al. (2021) comparten el criterio de que el uso de los materiales concretos refuerza los procesos cognitivos porque conviene al estudiante como el auténtico protagonista de su aprendizaje, en especial cuando la prevención de la abstracción matemática produce dificultades.

Desde el punto de vista que adopta este trabajo, el material didáctico concreto es considerado como un recurso para progresar desde lo manipulativo hasta lo abstracto y es coherente con planteamientos que comprenden el aprendizaje de la matemática desde los planteamientos constructivistas. Esta idea se sitúa en el hecho de que la comprensión de los conceptos complejos no es inmediata, sino que se genera a partir de experiencias en las que se integran la acción, la representación y la simbolización. Manosalvas y Yáñez (2023) apuntan a que el material concreto también resulta ser mediador en este proceso, ya que permite que el conocimiento intuitivo del alumno vaya pasando poco a poco a ser una estructura matemática más compleja.

De manera generada, el espacio tridimensional se considera en este trabajo como un modelo matemático que requiere comprender cómo se relacionan los puntos, las rectas, los planos y los vectores mediante un sistema de referencia tridimensional; su enseñanza requiere que se desarrollen habilidades de visualización, de orientación espacial y de razonamiento geométrico que no siempre se logran con la típica representación bidimensional que se realiza con la pizarra o el libro de texto. Al respecto, Leal (2020) y Herrera y Campana (2023), advierten que estas limitaciones didácticas dificultan la comprensión profunda del espacio tridimensional, alcanzándose sólo aprendizajes fragmentados y escasamente significativos.

Partiendo de la consideración conceptual en la que se sustenta este trabajo, el aprendizaje del espacio tridimensional se concibe como aquel que implica representaciones manipulativas y manipuladas por el estudiante para cruzar el modelo físico con el objeto de la estructura matemática abstracta, de tal forma que existe una interrelación entre ambos. Dentro de esas dimensiones, el material didáctico tridimensional tiene un papel de mediadores (puentes) entre ellos, facilitando la visualización de sistemas de coordenadas, planos cartesianos, vectores, en definitiva, facilitando una enseñanza de las matemáticas de forma integradora del espacio, al igual que apuntan Oscco et al. (2019) y Navas et al. (2024), quienes sugieren que este tipo de recursos hace que disminuya la carga cognitiva que conlleva la abstracción geométrica, dado que ayuda a establecer referencias espaciales suficientemente claras para los estudiantes.

Así, este trabajo entiende que el material didáctico

co para la enseñanza del espacio tridimensional ha de ser considerado como un material didáctico asumiendo los criterios de funcionalidad didáctica, de claridad representativa y de viabilidad contextual, muy especialmente en aulas con recursos limitados. Desde esta consideración, los materiales que contribuyen al aprendizaje no son considerados como instrumentos para evaluar el aprendizaje sino como propuestas didácticas fundamentadas teóricamente, orientadas a enriquecer las prácticas docentes actuales y las bases para estudiar futuras prácticas docentes desde una perspectiva empírica.

3. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un diseño teórico-descriptivo, orientado al diseño y fundamentación de materiales didácticos concretos para la enseñanza del espacio tridimensional en matemática. Este enfoque permitió analizar y organizar aportes conceptuales provenientes de la literatura especializada, así como traducir dichos aportes en propuestas didácticas coherentes con el contexto educativo ecuatoriano.

Desde el punto de vista epistemológico, la investigación se enmarca en un paradigma interpretativo, en tanto busca comprender y sistematizar significados, enfoques y tendencias presentes en estudios previos sobre el uso del material concreto en la enseñanza de la matemática, sin recurrir a la medición de variables ni a la intervención directa en el aula. En este sentido, el estudio no tiene carácter empírico, sino que se centra en la construcción teórica y didáctica de recursos educativos, a partir del análisis documental.

El alcance del estudio es descriptivo, ya que se orienta a caracterizar, organizar y fundamentar propuestas de material didáctico, sin pretender establecer relaciones causales ni evaluar el impacto de su aplicación en el aprendizaje del estudiantado. Los resultados se presentan como propuestas didácticas fundamentadas, susceptibles de ser implementadas y evaluadas en futuras investigaciones de carácter empírico.

El diseño de los materiales didácticos propuestos se fundamentó en criterios pedagógicos, conceptuales y contextuales derivados del análisis de la literatura especializada sobre la enseñanza del

espacio tridimensional y el uso de materiales concretos en matemática. En particular, se consideraron los siguientes criterios:

- Funcionalidad pedagógica, entendida como la capacidad del material para representar puntos, planos y vectores en un sistema tridimensional de manera clara y manipulable.
- Gradiente de accesibilidad, asociado al tiempo de elaboración, disponibilidad de materiales y costos, con el fin de proponer alternativas viables para distintos contextos educativos.
- Replicabilidad, considerando la posibilidad de que los materiales puedan ser construidos por docentes o estudiantes con recursos locales.
- Claridad representacional, orientada a favorecer la visualización espacial y la comprensión progresiva de conceptos abstractos.

A partir de estos criterios, se diseñaron tres modelos de material didáctico, diferenciados según su nivel de complejidad, recursos requeridos y tiempo de elaboración: un modelo de alto alcance, uno de alcance medio y una versión de bajo costo. Esta clasificación responde a la necesidad de ofrecer alternativas flexibles que se adapten a la diversidad de contextos institucionales y condiciones materiales presentes en el sistema educativo.

Análisis documental asistido por ATLAS.ti

Como parte del desarrollo del estudio, se realizó un análisis documental de carácter cualitativo, con el objetivo de identificar enfoques, categorías conceptuales y tendencias investigativas relacionadas con el uso de material didáctico concreto en la enseñanza del espacio tridimensional en matemática. Este análisis permitió fundamentar teóricamente el diseño de los materiales propuestos y contextualizar la discusión desde la literatura especializada.

Selección y búsqueda de fuentes

La búsqueda de información se llevó a cabo en bases de datos académicas de acceso abierto y suscripción institucional, entre las que se incluyen Scielo, Scopus, Latindex, Dialnet y Google Scholar, priorizando artículos científicos publicados entre 2019 y 2024, con énfasis en literatura reciente (2021 en adelante).

Para la recuperación de los documentos se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés, tales como: material didáctico, material concreto, enseñanza de la matemática, espacio tridimensional, geometría espacial, aprendizaje significativo y didactic materials in mathematics.

Como criterios de inclusión se consideraron:

- estudios centrados en la enseñanza de la matemática,
- investigaciones relacionadas con el uso de materiales didácticos o concretos,
- artículos que abordaran la comprensión de conceptos espaciales o geométricos.

Se excluyeron documentos de carácter divulgativo, experiencias sin respaldo académico y publicaciones duplicadas.

Corpus documental y procesamiento en ATLAS.ti

Como resultado del proceso de búsqueda y depuración, se seleccionó un corpus final de 20 artículos científicos, los cuales fueron importados al software ATLAS.ti para su análisis cualitativo. El uso de esta herramienta permitió organizar, codificar y visualizar la información de manera sistemática, fortaleciendo la rigurosidad del análisis documental.

En ATLAS.ti se emplearon principalmente las siguientes herramientas:

- Codificación abierta, para identificar conceptos recurrentes vinculados al uso del material didáctico y la enseñanza del espacio tridimensional.
- Agrupación de códigos, mediante la creación de familias y redes semánticas, lo que permitió establecer relaciones entre conceptos afines.
- Análisis de frecuencia de términos, utilizado como apoyo exploratorio para reconocer patrones y ejes temáticos predominantes en la literatura.

A partir de este proceso se construyeron categorías conceptuales, tales como aprendizaje significativo, motivación estudiantil, representación espacial y uso de recursos concretos, las cuales sirvieron como ejes de referencia para el análisis

interpretativo y la organización de los resultados.

Función del análisis documental en el estudio

El análisis documental asistido por ATLAS.ti no tuvo como finalidad evaluar el impacto del material didáctico en el aprendizaje del estudiantado, sino fundamentar teóricamente el diseño de los materiales propuestos y contextualizar su relevancia educativa a partir de la evidencia disponible en la literatura. De este modo, el software se utilizó como una herramienta de apoyo para sistematizar información, fortalecer la coherencia conceptual del estudio y orientar la discusión, en correspondencia con el carácter teórico-descriptivo de la investigación.

4. RESULTADOS

4.1 Creación del material didáctico con materiales de gran alcance

El material didáctico diseñado con un tiempo de elaboración extenso y un presupuesto ligeramente elevado consiste en una estructura cúbica de madera con cuerdas elásticas, concebida para la representación del espacio tridimensional. El modelo corresponde a un cubo de madera de 54 cm x 54 cm, en el cual cada eje se encuentra dividido en segmentos de 10 cm. En las caras internas de dichos ejes se dispusieron ganchos metálicos cerrados, ubicados a intervalos regulares de 10 cm, lo que permite una configuración precisa y estable de los elementos representativos. Entre los componentes principales se destaca una malla externa construida con cuerdas de distintos colores, las cuales representan los planos cartesianos: azul para el plano xy, rojo para el plano yz y verde para el plano xz. Asimismo, los vectores se representan mediante cuerdas elásticas que conectan el punto de intersección de los planos con los distintos ganchos del cubo, partiendo desde el origen del sistema. La finalidad de este material es representar el sistema cartesiano tridimensional y facilitar la visualización de puntos, planos y vectores en el espacio, tal como se ilustra en la Figura 1.

Figura 1. Material didáctico con materiales y tiempo de mayor peso

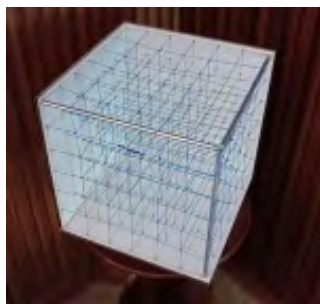


Nota. Elaboración propia.

4.2 Creación del material didáctico con materiales de mediano alcance

El material didáctico diseñado con un tiempo y presupuesto moderados corresponde a un modelo consistente en un cubo formado por cuadros de madera y varillas metálicas. Este dispositivo está compuesto por tres cuadros de madera de 30 cm de lado, unidos entre sí mediante tres varillas metálicas que configuran la estructura cúbica. Cada uno de los cuadros presenta orificios dispuestos a intervalos regulares de 5 cm, lo que permite la construcción de una malla tridimensional, tanto externa como interna, mediante el uso de hilo. Dicha malla constituye uno de los elementos principales del material, ya que facilita la representación de puntos en el espacio tridimensional. Asimismo, el modelo incorpora la representación de vectores mediante palillos que parten desde el punto de intersección de los tres cuadros —correspondiente al origen del sistema— hacia distintos puntos de la malla. La finalidad de este material es favorecer la comprensión de la relación entre los ejes y los puntos del espacio a través de un diseño sencillo, manipulable y visualmente accesible para los estudiantes (ver Figura 2).

Figura 2. Material didáctico con materiales y tiempo de peso moderado



Nota. Elaboración propia.

4.3 Creación del material didáctico con materiales de bajo alcance

El material didáctico correspondiente a una versión de bajo alcance en términos de tiempo y presupuesto consiste en un modelo compacto y económico para la representación del espacio tridimensional. Este diseño está conformado por tres cuadros de cartón prensado, ensamblados mediante tres palillos que permiten configurar una estructura cúbica liviana. Para la construcción de la malla tridimensional se utiliza hilo plástico, lo que posibilita la visualización de puntos en el espacio de manera simple y funcional. El modelo reproduce el diseño conceptual del segundo material didáctico, manteniendo los mismos principios de representación, aunque empleando materiales más accesibles y de bajo costo. Tanto los vectores como los puntos en el espacio se representan mediante palillos, conservando la lógica de construcción y manipulación del modelo original. La finalidad de este material es ofrecer una alternativa económica, ligera y fácilmente replicable para la enseñanza del espacio tridimensional, especialmente adecuada para contextos educativos con recursos limitados (ver Figura 3).

Figura 3. Material didáctico con material de fácil alcance y tiempo de elaboración reducido



Nota. Elaboración propia.

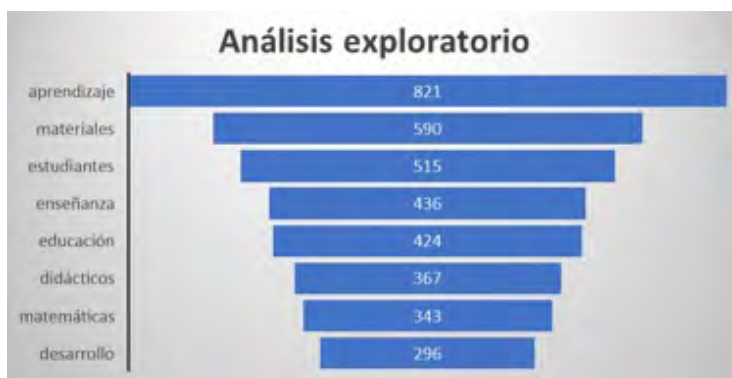
A continuación, se proporciona el enlace de acceso a algunos videos desarrollados con la finalidad de explicar la construcción y funcionamiento de los materiales didácticos:

<https://www.youtube.com/watch?v=eaHiHEYa-QKo>; https://www.youtube.com/watch?v=p_62s-Yabge8

4.4 Análisis exploratorio sobre la implicación educativa del material didáctico en la enseñanza del espacio tridimensional

Se realizó un análisis exploratorio de la literatura mediante el software ATLAS.ti, lo cual permitió identificar las categorías más recurrentes en los estudios sobre el uso de material didáctico. Estas categorías conceptuales (aprendizaje significativo, motivación estudiantil, representación espacial y uso de recursos concretos) se constituyen en ejes de referencia que orientan la construcción del marco conceptual de la investigación.

Figura 4. Análisis exploratorio de términos clave dentro de la bibliografía



Nota. Elaboración propia.

La identificación de los términos más recurrentes en la exploración bibliográfica permite reconocer los conceptos que concentran mayor atención en la literatura sobre la enseñanza del espacio tridimensional. La frecuencia de aparición de términos como aprendizaje, motivación, representación o material concreto evidencia las áreas de mayor interés investigativo y señala tendencias en el abordaje de este campo. Esta lectura preliminar constituye un insumo relevante para el análisis posterior, en el cual dichos términos se organizan en categorías conceptuales que orientan la discusión.

Figura 5. Creación de subtemas mediante las categorías planteadas en ATLAS.ti



La recurrencia de determinadas categorías en la revisión bibliográfica evidencia los principales enfoques de la investigación sobre la enseñanza del espacio tridimensional. Estas categorías, como aprendizaje significativo, motivación, representación espacial y uso de materiales concretos permiten estructurar los ejes de análisis que orientan la discusión sobre la implicación educativa de los recursos didácticos. A partir de ello, se organizan los apartados siguientes como una síntesis interpretativa de los hallazgos encontrados en la literatura.

4.4.1 Métodos comparativos de enseñanza

El análisis de la literatura sobre los métodos para enseñar el espacio tridimensional en matemáticas revela la necesidad de comparar diferentes enfoques y comprender cuál de ellos resulta más efectivo en el planteamiento de temas abstractos. De hecho, Diego-Mantecón et al. (2021) destaca que

hasta la actualidad, los docentes han hecho poco para abordar las limitaciones en la formulación de temas tridimensionales debido a los métodos convencionales, como la pizarra y los enfoques verbales y teóricos. A pesar de que no existe una cantidad significativa de estudios centrados específicamente en material concreto, los académicos afirman que este es el caso, lo que hizo que las escuelas y los docentes adoptaran el uso de este material más común.

El enfoque tradicional ha resultado limitado para la enseñanza de temas tridimensionales, en cuanto a la representación de conceptos en el espacio. Usualmente, el espacio didáctico no es lo suficientemente activo en el estudiante para la construcción del conocimiento, lo cual limita su entendimiento de conceptos complejos. “La enseñanza de la geometría, se ha visto caracterizada por un método tradicional de enseñanza: la clase magistral como principal medio didáctico; se brinda una enseñanza basada en papel y bolígrafo” (Leal Aragón, 2020, p. 187). De acuerdo con esto, el trabajo con varios métodos que contienen material concreto o con la tecnología digital es sumamente necesario para apoyar el aprendizaje orientado hacia la acción y la interactividad.

El material didáctico aumenta las posibilidades de presentar la información de manera más visual, además de que la exploración activa del material disponible durante la clase y la participación en los procesos de manipulación pueden enriquecer la experiencia de aprendizaje. En este sentido, Arcavi (2003) demuestra que las representaciones visuales combinadas con manipulación activa incrementan la comprensión conceptual, mejoran la visualización espacial y favorecen aprendizajes profundos en geometría. Además, Kale et al. (2021) sostiene que la exploración activa de representaciones enriquece la experiencia cognitiva, mejora la comprensión cuando el estudiante interactúa con el objeto de estudio y es superior a la observación pasiva.

Adicionalmente, algunos estudios mencionados en la literatura subrayan que la utilización del material concreto promueve un aprendizaje activo, en el que los estudiantes no son simplemente receptores sino activos en su propia educación. Corpus Mechato (2022) menciona que muchos estudiantes con una mala percepción de las matemáticas dejan de aprenderlas porque no se les exige o no se les buscan estrategias que les ayu-

de en su aprendizaje. En general, mediante el uso del material didáctico, los conceptos reciben una mejor explicación y los estudiantes se sienten más motivados y retienen la información.

El enfoque en la actividad del estudiante dentro de un ambiente constructivista refuerza la relevancia de los materiales didácticos para el desarrollo de habilidades y conocimientos. En este sentido, Caamaño et al. (2021) considera que “el uso de materiales didácticos constituye un elemento sustancial del proceso educativo para promover la actividad del aprendiz en un entorno constructivista de aprendizaje significativo donde el estudiante es el protagonista y máximo responsable de la construcción de sus conocimientos” (p. 320). Considerado desde el otro aspecto, es decir, comparando con el aprendizaje exclusivamente teórico, la situación es aún más clara; el material concreto mejora notablemente el pensamiento crítico y la solución de problemas, que son las habilidades necesarias en matemática.

En comparación con la enseñanza exclusivamente verbal y abstracta, los materiales concretos afectan positivamente la motivación del estudiante, un punto esencial en el estudio de asignaturas “difíciles”, como la Matemática. La oportunidad de jugar con los objetos hace que los conceptos sean considerablemente comprensibles, bastante menos intimidantes, lo que afecta a la ansiedad de las matemáticas, en particular, y afecta positivamente a la actitud de los estudiantes. “Los materiales didácticos, como herramienta, sirven para modelar la realidad de lo conocido concreto, siendo más viable el conocimiento para que busque una aplicación práctica” (Oscoco Solórzano et al., 2019, p. 4). Este enfoque centrado en el estudiante como experimentador confirma la importancia de ofrecerlo en un público en edad escolar en lugar del sistema educativo tradicional.

La literatura destaca que la integración de los métodos comparativos permite a los docentes abordar las necesidades de sus alumnos, teniendo en cuenta que no todos los estudiantes entienden y aprenden de la misma manera. Combinar el aprendizaje basado en el material concreto con el aprendizaje tradicional y digital no solo presenta la enseñanza, sino que también se asegura de que la instrucción no sea solo efectiva, sino también personalizada. La comprensión y la capacidad de aplicar conceptos tridimensionales se multiplicarán solo si el profesor se centra en cada

estudiante. “Tanto profesores como estudiantes requieren mayor interacción además del diseño e implementación de otros materiales que sirvan como reforzamiento para lograr la articulación de los saberes matemáticos” (Pliego Pastrana et al., 2022, p. 132).

4.4.2 Motivación estudiantil

En la enseñanza de contenidos abstractos, la motivación estudiantil desempeña un papel fundamental, ya que incide directamente en el interés y la disposición para aprender. Diversos estudios han señalado que el uso de materiales concretos favorece la motivación al permitir la manipulación de objetos físicos y la interacción directa con los conceptos matemáticos, lo cual despierta curiosidad y genera una experiencia de aprendizaje más significativa (Revelo y Yáñez, 2023). Asimismo, Gutiérrez Uribe (2022) destaca que la motivación también se relaciona con la actitud del docente, en tanto su entusiasmo y conocimiento sobre la asignatura influyen de manera positiva en la percepción de los estudiantes hacia las matemáticas.

El material didáctico permite que los estudiantes sean parte activa del proceso de aprendizaje, lo que, a su vez, genera una dinámica más interesante. En este sentido, a diferencia de las clases magistrales, con el empleo del material concreto transforma la lección en un espacio participativo. De forma similar a los materiales concretos, los recursos educativos con elementos visuales e interactivos han demostrado su capacidad para captar el interés de los estudiantes y promover su participación activa en el aprendizaje. En este aspecto, Real Torres (2019) menciona que

los recursos digitales surgen en las últimas décadas como un medio de expresión y creación a través de un nuevo lenguaje basado en la imagen, el sonido y la interactividad, tres elementos que refuerzan la comprensión, la creatividad y la motivación de los estudiantes (p.16).

Esto sirve como base para demostrar cómo la combinación de enfoques tradicionales y tecnológicos poseen la capacidad de dar experiencias educativas enriquecedoras, promoviendo tanto la comprensión conceptual como el desarrollo de habilidades creativas y motivacionales.

La motivación también se fortalece cuando los estudiantes pueden ver y experimentar su éxito en la resolución de problemas a través de material

concreto. De hecho, la capacidad de manipular y explorar conceptos tridimensionales reduce la ansiedad matemática, especialmente entre los estudiantes para quienes las abstracciones son inherentemente desafiantes. La experiencia directa con materiales tangibles se basa en el aprendizaje y genera una respuesta de refuerzo positiva que incita la confianza en las habilidades y, por lo tanto, una actitud más positiva hacia la materia en general. Sin embargo, se debe procurar que el material educativo sea apto para la situación a la que está destinado. Navas Franco et al. (2024) menciona que si el material no es personalizado para la necesidad de los estudiantes, esto puede generar una menor motivación, rendimiento académico desigual y una falta de desarrollo de competencias.

Además, el material de enseñanza concreto también tiene un impacto positivo en la percepción del estudiante de la relevancia del contenido en cuestión, lo que es crucial para la motivación. Dado que se alega que el material de enseñanza relacionado con los conceptos matemáticos y físicos se relaciona con la experiencia, los estudiantes pueden entender su uso y comprobar, en efecto, los conceptos específicos en la práctica. El docente también tiene el rol de guiar al estudiante hacia esta concepción, tal como los factores que debe cubrir el material concreto según Enrique Duarte et al. (2022): “autoaprendizaje, el desarrollo de competencias cognitivas, el aumento de la motivación, así como la retroalimentación de conceptos que presentan dificultad para ser comprendidos” (p.167).

Finalmente, la motivación estudiantil se ve reforzada en ambientes que combinan métodos didácticos tradicionales y concretos. Dado que los estudiantes tengan acceso a diferentes formas de abordar un mismo concepto, pueden elegir el enfoque que mejor se adapte a su estilo de aprendizaje. En última instancia, este enfoque conduce a una mayor autonomía y autoeficacia. Es decir, los estudiantes creen más en su capacidad para abordar y superar los desafíos académicos que se les presentan.

4.4.3 Eficacia del material concreto

La eficacia del material concreto en la enseñanza del espacio tridimensional ha sido destacada en diversos estudios que evidencian mejoras en la comprensión y aplicación de los conceptos

matemáticos. Dichos materiales facilitan que los estudiantes visualicen y experimenten ideas abstractas, lo que favorece su asimilación en comparación con métodos exclusivamente teóricos (Oscoco Solórzano et al., 2019). Los modelos de material diseñados en este estudio, estructuras cúbicas con cuerdas, versiones en madera y alternativas económicas en cartón, también mostraron ser útiles para vincular la teoría con la práctica, al posibilitar la representación tangible de puntos, planos y vectores. En esta misma línea, Herrera Román y Campana Concha (2023) sostienen que cuantos más materiales manipulables disponga el estudiante, mayores serán sus posibilidades para representar información y llegar a soluciones.

Además, la eficacia del material concreto se refleja no solo en la comprensión conceptual, sino también en la retención a largo plazo del conocimiento adquirido. Al involucrar múltiples sentidos en el proceso de aprendizaje (visión, tacto, etc.), los estudiantes son capaces de recordar con mayor claridad los conceptos discutidos en clase, especialmente en la infancia de los niños, ya que Ramírez et al. (2019) considera que el material didáctico proporciona a la infancia la posibilidad de experimentar y desarrollar los sentidos de acuerdo con su interés. Este aspecto multisensorial del material concreto se ha señalado como uno de sus mayores beneficios, ya que fortalece la memoria del estudiante y mejora su capacidad para aplicar el conocimiento en diferentes contextos académicos.

Otra dimensión de la eficacia del material concreto es su versatilidad en función de los estilos de aprendizaje. Lo que alude a que en la literatura algunos estudiantes prefieren el kinestésico, pues requieren manipular y experimentar para realmente entender algo. El material concreto hace justicia a esta necesidad brindándoles este espacio, en vez de depender exclusivamente del apoyo visual y auditivo. Por lo tanto, es más inclusivo y abarca los diferentes modos de procesar la información. Yaqueno Ortega et al. (2018) menciona “las estrategias de enseñanza y aprendizaje con materiales didácticos facilitan procesamientos más profundos de la información, promueven la adquisición del conocimiento, permiten recordar y afianzar habilidades, solucionar problemas y comparar el nuevo conocimiento con los previos” (p. 22). Con esto, se puede afirmar que el material didáctico permite el refuerzo y adquisición de todo tipo de habilidades por parte de las personas.

Finalmente, la eficacia del material concreto se mide términos de versatilidad que se obtiene con el uso de los materiales. Con el concreto, un maestro puede adaptar fácilmente su uso para todos los niveles de complejidad desde los simples materiales representacionales hasta los modelos más complicados, que desafiarán a los estudiantes de nivel superior. La posibilidad de ajustar los enfoques a nivel de clase a la capacidad del estudiante es una gran ventaja. Con respecto a esto, Navas Franco et al. (2024) menciona “A través de la personalización, se intenta que cada estudiante reciba una educación que se ajuste a su manera única de aprender, fomentando así un mayor compromiso y mejores resultados académicos” (p. 808). En general, a la luz del aprendizaje tridimensional, el concreto es una excelente manera de mejorar la comprensión y el rendimiento de los estudiantes y, por lo tanto, es superior a la enseñanza tradicional en los campos mencionado.

4.4.4 Limitaciones del material concreto

Aunque el material concreto ha demostrado ser eficaz en la enseñanza del espacio tridimensional, la literatura revisada también señala varias limitaciones asociadas con su uso en el aula. Una de las principales limitaciones es la disponibilidad de recursos. No todas las instituciones educativas cuentan con materiales concretos suficientes o de calidad adecuada, lo que puede limitar su uso regular en el proceso de enseñanza. La falta de recursos económicos o apoyo institucional para adquirir y mantener estos materiales puede hacer que los docentes recurran a métodos tradicionales, pese a conocer las ventajas pedagógicas del material concreto. “Los argumentos han persistido, sin embargo, en cuanto a si las herramientas comunes de la vida diaria podrían ser mejores que los materiales educativos, y si, en realidad, todos los materiales de este tipo podrían hacer más daño que bien” (Maldonado Pincay y Bucaran Intriago, 2022). Este planteamiento invita a reflexionar sobre la necesidad de equilibrar la funcionalidad de los materiales didácticos con su contextualización en la realidad cotidiana de los estudiantes, evitando que su uso se convierta en una barrera en lugar de una herramienta facilitadora del aprendizaje.

Una limitación adicional importante que destaca la literatura es la falta de formación y capacitación docente en el uso efectivo de material concreto. Muchos docentes no reciben la formación nece-

saría para prepararse adecuadamente y efectuar el material en sus actividades diarias, lo que reduce las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes. Sin la capacitación adecuada, el uso de material concreto puede volverse superficial o abusivo, perdiendo su función didáctica. “Los docentes conocen la importancia del material didáctico; sin embargo, carecen de elementos para llevarlo a la práctica y el uso de material didáctico es fundamental en el proceso de aprendizaje significativo de los niños” (Manrique Orozco y Gallego Henao, 2013, p. 101). Además, la resistencia al cambio hacia los métodos de enseñanza más innovadores es a veces un factor en la enseñanza tradicional; los docentes se sienten más cómodos con los métodos tradicionales debido a la facilidad de aplicación y la familiaridad.

Un desafío adicional del material concreto son cuestiones relacionadas con el tiempo y la planificación. La preparación de actividades con material conlleva una planificación mucho más extensa para actividades conlleva una planificación mucho más extensa que una clase normal. “La naturaleza, los usos y la cantidad de información presente en las representaciones visuales son fuertes condicionantes en la apropiación del conocimiento científico y deben ser considerados como elementos de absoluta relevancia en el entorno de aprendizaje” (Idoyaga et al., 2020, p. 204). El uso que se le dé a una materia didáctica debe ser óptimo, de forma que la información y el conocimiento que se busque entregar al estudiante mediante su uso sea la adecuada dependiendo de su nivel de progreso, siendo responsabilidad total del docente que este aspecto se cumpla.

Asimismo, la literatura identifica una limitación relacionada con la adaptabilidad del material concreto a diferentes conceptos y niveles educativos. Aunque es excelente para representar conceptos básicos y tangibles, puede resultar insuficiente para explicar temas más abstractos o avanzados que no tienen una representación física clara. “La sencillez del material se traduce en una desventaja, especialmente en cuanto a la precisión de los datos que se recolectan; además, en ocasiones el montaje experimental y la toma de datos son dispendiosos” (Niño Vega y Fernández Morales, 2019). En estos casos, es necesario complementar el material concreto con otros métodos, como simulaciones digitales o enfoques teóricos, para cubrir adecuadamente el espectro completo del contenido.

El uso de material didáctico enfrenta desafíos no solo en su implementación, sino también en la falta de evaluación rigurosa que permita determinar su verdadero impacto en el aprendizaje. En este tema, Bellatti y Sabido Codina (2021) mencionan que

la superproducción de materiales, y la escasez de conocimiento sobre su eficacia, funcionalidad y viabilidad, reflejan la realidad de dispersión informativa que estamos viviendo y a la cual nos estamos acostumbrado sin ser del todo conscientes de que un nuevo espacio cultural, o, mejor dicho, hipercultural, se ha constituido a nuestro pesar (p. 89).

Esta situación subraya la necesidad de un enfoque sistemático que priorice tanto la calidad como la adaptabilidad de los materiales al contexto educativo específico.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió diseñar y fundamentar teóricamente tres propuestas de material didáctico concreto orientadas a la enseñanza del espacio tridimensional en matemática, a partir de un análisis documental de la literatura especializada. Desde un enfoque teórico-descriptivo, los resultados evidencian que la construcción de modelos tridimensionales manipulables constituye una estrategia didáctica pertinente para apoyar la visualización de conceptos abstractos como puntos, planos y vectores en el espacio.

El análisis de la literatura revisada pone de manifiesto que los materiales didácticos concretos son recurrentemente asociados con procesos de aprendizaje significativo, motivación estudiantil y desarrollo de la representación espacial, lo cual respalda conceptualmente la relevancia de las propuestas diseñadas en este estudio. En este sentido, los materiales presentados no se conciben como instrumentos de evaluación del aprendizaje, sino como recursos pedagógicos fundamentados, alineados con enfoques constructivistas y con las necesidades de la enseñanza de la geometría espacial.

Como se mencionó, estos factores son especialmente clave en la enseñanza de materias que se consideran difíciles y abstractas. Por lo tanto, según los resultados de la investigación, los materiales de enseñanza son una herramienta multifacé-

tica adecuada para varios estilos de aprendizaje con un impacto sobresaliente en los estudiantes de orientación cinética. Además, tal implementación puede aumentar la retención a largo plazo del conocimiento y mejorar las capacidades relacionadas como el razonamiento lógico y la solución de problemas.

A pesar de ello, la eficacia de los materiales concretos dependerá de una planificación adecuada y del nivel de compromiso del profesor en el proceso. No obstante, a pesar de sus beneficios, el estudio apunta a varias limitaciones significativas, como la falta de recursos financieros, el acceso desigual a los materiales concretos o la falta de capacitación en servicio de los docentes. En consecuencia, no es fácil implementar las estrategias innovadoras en las aulas, lo que, a su vez, destaca la necesidad de las políticas educativas que apuntan a la inversión en los recursos didácticos y programas de capacitación docente.

Por lo tanto, para abordar todos los desafíos anteriores, se debe utilizar una variedad de métodos y tecnologías. Por lo tanto, en nuestra opinión, el material didáctico concreto en matemática es un paso clave hacia una enseñanza más efectiva y de apoyo de materias abstractas. Y, al igual que cualquier innovación, su éxito depende solo de la voluntad y la responsabilidad de las partes que toman decisiones. Los enfoques con una visión holística y sistemática de las posibilidades de nuevos enfoques pueden cambiar completamente nuestra percepción de las disciplinas antedichas, lo que refleja el nivel de estrés y maximiza las notas de los estudiantes actuales.

6. REFERENCIAS

- Andrea Ramírez, P., Cabezas Guzmán, V., Rodríguez, A., y Acero, M. (2019). El material didáctico potencia la enseñanza de los docentes en formación participantes de la estrategia itinerante Aula Móvil. *Centro Sur*, 3(2). <https://portal.amelica.org/ameli/journal/384/3841575005/html/>
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 215–241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Veloz Hidalgo, P. (2022). Material concreto en la enseñanza de la Matemática. [Tesis de Maestría]. Universidad Tecnológica Indoamérica. <https://hdl.handle.net/20.500.14809/2798>
- Bellatti, I., y Sabido, J. (2021). Materiales didácticos para la formación ciudadana en aulas de educación secundaria obligatoria. *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, 39, 87-102. <https://doi.org/10.7179/PSRI.2021.39.06>
- Caamaño, R. M., Cuenca, D. T., Romero, A. S., y Aguilar, N. L. (2021). Uso de materiales didácticos en la escuela “Galo Plaza Lasso” de Machala: estudio de caso. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(2), 318-329. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000200318&lng=es&tlng=es
- Cajamarca, R. (2023). Material didáctico y logros de aprendizajes en matemática de los estudiantes de una unidad educativa de Riobamba. [Tesis de maestría]. Universidad César Vallejo, Piura. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106916>
- Corpus, M. (2022). Uso de material concreto para la enseñanza - aprendizaje de la matemática en el nivel de educación secundaria. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional del Santa.
- Diego-Mantecón, J., Haro, E., Blanco, T. F., y Romo-Vázquez, A. (2021). The chimera of the competency-based approach to teaching mathematics: a study of carpentry purchases for home projects. *Educ Stud Math*, 107, 339–357. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10032-5>
- Enrique Duarte, J., Niño Vega, J. A., y Fernández Morales, F. H. (2022). Simulando y resolviendo la teoría voy comprendiendo: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la física. *Revista Redipe*, 11(1), 158-173. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i1.1634>
- Gutiérrez Uribe, J. E. (2022). Modelo didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con materiales didácticos manipulables. *Revista Redipe*, 11(3), 182-194. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i3.1715>

- Herrera Román, I. L., y Campana Concha, A. R. (2023). Uso de Materiales Concretos y Resolución de Problemas Aditivos de Cambio en Estudiantes del 1er Grado de una Institución Educativa Primaria, Ugel 04 – Lima. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 3344-3353. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8921
- Idoyaga, I., Moya, N., Maeyoshimoto, J., y Lorenzo, G. (2020). Una propuesta metodológica para el estudio de las representaciones visuales en los materiales didácticos de física. *Revista De Enseñanza De La Física*, 32, 199-205. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/30994>
- Kale, A., Kay, M., y Hullman, J. (2021). Visual Reasoning Strategies for Effect Size Judgments and Decisions. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 27(2), 272-282. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.3030335>
- Leal Aragón, L. (2020). Producción de recursos didácticos para el aula de matemáticas de Secundaria con realidad aumentada. *Innovación Educativa* (30), 185-198. <https://doi.org/10.15304/ie.30.6905>
- Maldonado Pincay, K. A., y Bucaran Intriago, C. T. (2022). Estrategia para el uso de materiales didácticos en el aprendizaje de las matemáticas en la educación. *Polo del conocimiento*, 7(10), 1955-1973. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4823>
- Manrique Orozco, A. M., y Gallego Henao, A. M. (2013). El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 4(1), 101-108.
- Meza Mendoza, M. A., Loo Lino, B., y Vega Intriago, J. O. (2024). Los materiales didácticos innovadores en el desarrollo de las destrezas en la asignatura de Lengua y Literatura. *Revista Científica Arbitrada De Investigación En Comunicación, Marketing Y Empresa REICOMUNICAR*, 8(13), 16-39. <https://reicomunicar.org/index.php/reicomunicar/article/view/199>
- Navas Franco, L., Ortiz Carrasco, W., Cabrera Urbina, E., y Orna Quintanilla, K. (2024). Efectividad de los Materiales Educativos en la Personalización del Aprendizaje. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(5), 805-817. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.5.2688>
- Niño Vega, J. A., y Fernández Morales, F. (2019). Una mirada a la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos a través del material didáctico utilizado. *Revista Espacios*, 40(15). <https://www.revistaespacios.com/a19v40n15/a19v40n15p04.pdf>
- Oscoco Solórzano, R., Salome Villarreal, N., Vilca Llun-go, W., y Olivares Zegarra, S. (2019). Los materiales didácticos y el aprendizaje de la matemática. *Educa UMCH. Revista sobre Educación y Sociedad*, 14(1), 5-22. <https://doi.org/10.35756/educaumch.v0i14.104>
- Pliego Pastrana, P., Rondero Guerrero, C., Tetlalmatzi Montiel, M., y Castillo Gálvez, A. M. (2022). Articulación de saberes matemáticos en el álgebra: Transición de lo concreto a lo abstracto. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 10(Especial), 127-133. <https://doi.org/10.29057/icbi.v10iEspecial.8324>
- Real Torres, C. (2019). Materiales Didácticos Digitales: un recurso innovador en la docencia. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 8(2), 12-27. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2019.82.12-27>
- Revelo, S. L., y Yáñez, N. (2023). Material concreto y su importancia en el fortalecimiento de la matemática: una revisión documental. *MENTOR. Revista de Investigación Educativa y Deportiva*, 2(4), 69-87. <https://doi.org/10.56200/mried.v2i4.5304>
- Ruesta Quiroz, R. G., y Gejaño Ramos, C. V. (2022). Importancia del material concreto en el aprendizaje. *Revista Franz Tamayo*, 4(9), 94-108. <https://www.re-dalyc.org/pdf/7605/760579086006.pdf>
- Tomalá Pozo, G. Á. (2022). Material didáctico concreto en el aprendizaje significativo de geometría en estudiantes de tercer grado. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 10(2), 23-31. <https://doi.org/10.26423/rcpi.v10i2.610>
- Vásquez Escudero, P. (2019). Material didáctico, facilitador en el desarrollo de competencias básicas en el área de Matemáticas. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75654>
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., y Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- Yaqueno Ortega, A. R., Luna Cabrera, G. C., y Ferney Leonel, H. (2018). Eficacia del material didáctico 'agroforestería' para agricultores de tres zonas del departamento de Nariño. *Luna Azul* (47), 21-35. <https://doi.org/10.17151/luaz.2019.47.2>