

ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE FIGURAS Y CUERPOS GEOMÉTRICOS EN CUARTO GRADO DE LA EGB CON EL GEOGEBRA Y SU VÍNCULO CON LA VIDA

Teaching and learning geometric figures and solids in fourth grade of EGB with GeoGebra and its connection to life

Ensino e aprendizagem de figuras geométricas e sólidos na quarta série do EGB com GeoGebra e sua conexão com a vida

Carmen Noemi Puglla Cabrera ^{1*}, <https://orcid.org/0009-0001-2205-2384>

Nancy Yolanda Guato Andaluz ², <https://orcid.org/0009-0004-6982-227X>

Arián Vázquez Álvarez ³, <https://orcid.org/0009-0001-8605-491X>

Carlos Manuel Hernández Hechavarría ⁴, <https://orcid.org/0000-0003-1016-6357>

¹ Unidad Educativa Jaime Roldós Aguilera, Ecuador

² Unidad Educativa Domingo Faustino Sarmiento, Ecuador

³ Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador

⁴ Universidad de Oriente, Cuba

*Autor para correspondencia. email canoemi1305@gmail.com

Para citar este artículo: Puglla Cabrera, C. N., Guato Andaluz, N. Y., Vázquez Álvarez, A. y Hernández Hechavarría, C. M. (2025). Enseñanza-aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos en cuarto grado de la EGB con el GeoGebra y su vínculo con la vida. *Maestro y Sociedad*, 22(3), 2133-2145. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu>

RESUMEN

Introducción: La enseñanza-aprendizaje de la geometría en la Educación General Básica enfrenta diversos desafíos por seguir métodos tradicionales, sin el empleo de las nuevas tecnologías y aportaciones de la comunidad científica. El GeoGebra ofrece opciones y un entorno dinámico que no se aprovecha convenientemente y tampoco se integra de manera coherente con la vida cotidiana, lo que podría mejorar los resultados de su utilización. El objetivo es elaborar y validar una estrategia didáctica para perfeccionar la enseñanza-aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos en cuarto grado de la EGB, integrando relaciones curriculares, actividades investigativas y el uso del GeoGebra. **Materiales y métodos:** En esta dirección se realizó un estudio mixto. Para el diagnóstico inicial se entrevistaron a 12 docentes de cuarto grado. La estrategia se implementó en 36 estudiantes de un paralelo de la Unidad Educativa “Domingo Faustino Sarmiento”. Su eficacia se midió comparando en el tiempo los resultados de las evaluaciones cuantitativas iniciales y finales, así como las valoraciones cualitativas de estudiantes y docentes. **Resultados:** La validación externa se realizó a partir del criterio de siete expertos con experiencia docente, científica y en el uso del GeoGebra. Se aplicó el análisis de contenido para los datos cualitativos; mientras que, para los cuantitativos, se empleó la estadística descriptiva en lo relativo a los porcentajes de rendimiento. **Discusión:** Tras la aplicación, el porcentaje de estudiantes en niveles de rendimiento alto (A+ y C+) aumentó en 50 % aproximadamente, mientras los niveles más bajos (D-, E+ y E-) se redujeron casi a cero. Los expertos otorgaron puntajes medios superiores a 4,5/5 para cada etapa de la estrategia y 4,9/5 en la valoración global. **Conclusiones:** Se concluye que la estrategia mejoró notablemente los resultados de la enseñanza-aprendizaje, facilitó la integración curricular y las prácticas docentes con GeoGebra. Se recomienda su adaptación y profundización con la integración de otras herramientas digitales complementarias.

Palabras clave: figuras, cuerpos geométricos, GeoGebra, enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT

Introduction: The teaching and learning of geometry in Basic General Education faces various challenges due to the lack of traditional methods, the lack of use of new technologies, and the lack of contributions from the scientific community.

GeoGebra offers options and a dynamic environment that are not adequately utilized and are not consistently integrated into everyday life, which could improve the results of its use. The objective is to develop and validate a teaching strategy to improve the teaching and learning of geometric figures and solids in fourth grade of EGB, integrating curricular relationships, research activities, and the use of GeoGebra. Materials and methods: A mixed-method study was conducted. For the initial diagnosis, 12 fourth-grade teachers were interviewed. The strategy was implemented with 36 students from a parallel school at the Domingo Faustino Sarmiento Educational Unit. Its effectiveness was measured by comparing the results of the initial and final quantitative evaluations, as well as the qualitative assessments of students and teachers. Results: External validation was conducted using the criteria of seven experts with experience in teaching, science, and the use of GeoGebra. Content analysis was applied to qualitative data; descriptive statistics were used for quantitative data regarding performance percentages. Discussion: After implementation, the percentage of students at high performance levels (A+ and C+) increased by approximately 50%, while the lowest levels (D-, E+, and E-) decreased to almost zero. The experts awarded average scores above 4.5/5 for each stage of the strategy and 4.9/5 for the overall assessment. Conclusions: It is concluded that the strategy significantly improved teaching-learning outcomes and facilitated curricular integration and teaching practices with GeoGebra. Its adaptation and further development with the integration of other complementary digital tools is recommended.

Keywords: figures, geometric solids, GeoGebra, teaching-learning.

RESUMO

Introdução: O ensino e a aprendizagem de geometria na Educação Geral Básica enfrentam vários desafios devido à falta de métodos tradicionais, à falta de uso de novas tecnologias e à falta de contribuições da comunidade científica. O GeoGebra oferece opções e um ambiente dinâmico que não são adequadamente utilizados e não são consistentemente integrados à vida cotidiana, o que poderia melhorar os resultados de seu uso. O objetivo é desenvolver e validar uma estratégia de ensino para melhorar o ensino e a aprendizagem de figuras geométricas e sólidos na quarta série do EGB, integrando relações curriculares, atividades de pesquisa e o uso do GeoGebra. Materiais e métodos: Foi realizado um estudo de método misto. Para o diagnóstico inicial, 12 professores da quarta série foram entrevistados. A estratégia foi implementada com 36 alunos de uma escola paralela na Unidade Educacional Domingo Faustino Sarmiento. Sua eficácia foi medida comparando os resultados das avaliações quantitativas iniciais e finais, bem como as avaliações qualitativas de alunos e professores. Resultados: A validação externa foi realizada usando os critérios de sete especialistas com experiência em ensino, ciências e uso do GeoGebra. A análise de conteúdo foi aplicada aos dados qualitativos; Estatísticas descritivas foram utilizadas para dados quantitativos referentes às porcentagens de desempenho. Discussão: Após a implementação, a porcentagem de alunos com níveis de alto desempenho (A+ e C+) aumentou em aproximadamente 50%, enquanto os níveis mais baixos (D-, E+ e E-) caíram para quase zero. Os especialistas atribuíram notas médias acima de 4,5/5 para cada etapa da estratégia e 4,9/5 para a avaliação geral. Conclusões: Conclui-se que a estratégia melhorou significativamente os resultados de ensino-aprendizagem e facilitou a integração curricular e as práticas de ensino com o GeoGebra. Recomenda-se sua adaptação e desenvolvimento com a integração de outras ferramentas digitais complementares.

Palavras-chave: figuras, sólidos geométricos, GeoGebra, ensino-aprendizagem.

Recibido: 15/4/2025 Aprobado: 2/7/2025

INTRODUCCIÓN

La comunidad científica reconoce que la geometría ocupa un lugar relevante ya que incide en otras áreas del conocimiento matemático, la solución de múltiples problemas vinculados con la vida y otras razones; sin embargo, es una de las áreas donde se presentan las mayores dificultades en su enseñanza-aprendizaje y, por tanto, requiere de su perfeccionamiento sistemático en todas las educaciones, aprovechando diversos medios y aportaciones precedentes. El tratamiento y perfeccionamiento de la enseñanza de las figuras geométricas inicia desde la educación prescolar con distintos medios de enseñanza, por ejemplo, Calle y Rodríguez (2024) reportan la mejoría significativa de los niños en el reconocimiento de figuras geométricas con el uso de la pizarra digital interactiva.

Entre los medios más destacados se encuentra el GeoGebra, por su positiva incidencia en la enseñanza de la matemática y de la geometría en todos los niveles educativos, por ejemplo, Martínez et al. (2024) resaltan la necesidad de enriquecer la enseñanza de geometría en los niveles intermedios mediante herramientas tecnológicas como el GeoGebra. En la educación básica es notorio el auge de la utilización del GeoGebra, en este sentido Fuertes-Rosero et al. (2023) proponen una Guía didáctica para la enseñanza de la geometría; Molina-Moreira et al. (2023), una estrategia para la resolución y representación gráfica de problemas matemáticos,

Moreira dos Santos et al. (2023) como herramienta para el aprendizaje de Geometría y Melguizo-Ovejero (2023) refiere una intervención sobre las figuras planas con asistencia del GeoGebra y la teoría Van Hiele.

En esta investigación se asume que la utilización de enfoques integradores que vinculen la enseñanza de la geometría con la vida y la utilización de nuevas tecnologías y software es de suma importancia. En esta dirección cabe destacar la propuesta de Quintuña-Crespo (2024) por el aprovechamiento de ventajas del GeoGebra y su utilización con enfoque investigativo en el octavo grado, partiendo de múltiples aportaciones de Hernández-Hechavarría et al., entre 2015 y 2023.

Dichas aportaciones tienen aplicabilidad en el cuarto grado de la Educación General Básica (EGB) con ciertas acotaciones en cuanto al alcance y profundidad, teniendo en cuenta los conocimientos matemáticos, dominio del GeoGebra y otras particularidades, razón por la que los docentes son los encargados de realizar una buena parte de las construcciones geométricas con asistencia del GeoGebra para el planteamiento de actividades investigativas a los estudiantes sobre figuras y cuerpos geométricos.

Por lo antes planteado, las consideraciones de Hernández-Hechavarría et al. (2021a), se flexibilizan en el sentido, por ejemplo, de que el orden constructivo de las figuras o cuerpos por los docentes no sea necesariamente el mismo en todos los casos, sino que depende del propósito de la construcción y las particularidades de los estudiantes. Otras consideraciones importantes que se asumen son:

- Construcción de dos o más figuras relacionadas por la ubicación de puntos de una en la otra, por la relación entre lados u otros elementos que tengan un dinamismo independiente (al mover una la otra se mantiene fija, manteniendo las relaciones esenciales entre ellas) a partir de puntos u otros elementos que no necesariamente pertenecen a alguna de las figuras.
- Ubicación de vértices, lados y otros elementos en el plano.
- Determinación de longitudes de lados, amplitudes de ángulos y/o áreas.
- Visualización estática o dinámica de elementos de una o varias figuras.
- Elaboración de hipótesis a partir de visualizaciones dinámicas.
- Encontrar y explicar diferentes vías o variantes de solución que se consideren interesantes.
- Carácter abierto (parcial o total) del problema: no tiene solución única.

Las consideraciones anteriores se complementan con las planteadas por Hernández-Hechavarría, Arteaga-Valdés y Del Sol-Martínez (2021b) sobre materiales didácticos digitales y su clasificación de acuerdo con su propósito: si están dirigidos a facilitar la exposición por parte del docente, para la manipulación por los escolares durante una actividad investigativa en función de su aprendizaje; o para ser utilizado en igual medida por docentes y escolares. Se subraya la importancia de la estructuración de las actividades atendiendo al dominio del GeoGebra, los conocimientos matemáticos y las potencialidades de estos.

De igual manera se asumen las actividades investigativas estudiantiles, como las diligencias, indagaciones, sondeos, tanteos o exploraciones que hacen los estudiantes, a partir de la asunción de un problema, para descubrir o apropiarse de un conocimiento determinado, que sea nuevo y útil para ellos; dirigidas a satisfacer necesidades intelectuales o de aprendizaje, que pueden estar dadas por falta de conocimientos, habilidades, o por grandes motivaciones, posibilidades e intereses en un determinado contenido (Hernández-Hechavarría et al., 2015), y las fases para su estructuración: Introducción y encuadre general- Planteamiento de la orden o problema- Formación de equipos pequeños- Atención al trabajo de los equipos- Presentación y discusión de los resultados de las investigaciones- Autoevaluación y evaluación.

El estudio del texto de matemática del estudiante de cuarto grado para la transición curricular (Ministerio de Educación , 2024), organizado por secciones que agrupan temas, ha puesto de manifiesto que, aunque las figuras y cuerpos geométricos se declaran en el primer tema de la sección 4, están estrechamente relacionados con otros temas de la misma sección y contenidos de otras secciones, por ejemplo, el tema 2 de esta sección 4, y el tema 4 de la sección 1 trata sobre los ángulos y, el primer tema de la sección 2 “figuras geométricas”, por tanto, las relaciones entre secciones, temas y contenidos constituye un importante elemento de análisis didáctico en la elaboración de propuestas que integren de manera coherente los contenidos matemáticos.

Cabe destacar la coherencia de la sección 4, ya que en sus objetivos está la identificación de conceptos matemáticos, elementos y propiedades de cuerpos y figuras geométricas en objetos del entorno, el apartado

“Historia de las figuras planas” plantea los estrechos vínculos entre figuras planas y las formas tridimensionales, con un lenguaje apropiado para los estudiantes: “Las figuras planas y las formas tridimensionales se hicieron muy buenos amigos. Jugaban todos los días, y se divertían...” (p. 104), reflejándose en su primera actividad (p. 105), que indica relacionar figuras geométricas con objetos y, posteriormente, en la décima (p. 112), cuerpos con los mismos objetos. También la actividad 11 (p. 113), que indica colorear cuerpos geométricos que conforman un robot.

Otro aspecto distintivo de este texto del estudiante es que plantea y responde a dos interrogantes esenciales que orientan, de manera general, el proceso de enseñanza-aprendizaje: ¿qué voy a aprender? y ¿cómo lo voy a aprender?, en la primera se buscan conocimientos, habilidades y actitudes, y la segunda busca las vías para desarrollar actividades que permitan implementar lo aprendido de manera práctica y evidenciar su importancia en la vida cotidiana.

Si bien estos aspectos son de suma importancia para el perfeccionamiento de la enseñanza-aprendizaje de la matemática y de las figuras y cuerpos geométricos en particular, no orientan suficientemente desde la didáctica dicho proceso, por tanto, se evidencia la necesidad de precisar sustentos y alternativas que integren de manera adecuada contenidos de secciones y temas, promoviendo el enriquecimiento del currículo, rendimiento y creatividad de los estudiantes.

El GeoGebra es uno de los softwares actuales más efectivos, pues ofrece múltiples alternativas matemáticas y didácticas para perfeccionar actividades tradicionales que aparecen en textos escolares, por lo que estimula la actividad investigativa y creativa de los estudiantes. Además de su carácter dinámico, tiene opciones para fijar elementos de figuras y cuerpos con determinados objetivos, es decir, que también permite el trabajo con figuras estáticas por conveniencias didácticas atendiendo a los conocimientos, habilidades y actitudes que poseen los estudiantes o que se quieren desarrollar en ellos mediante su trabajo autónomo o guiado por el docente.

Entre los referentes que se tienen en cuenta en esta investigación se destaca la estrategia para el perfeccionamiento de la utilización del GeoGebra en el cuarto grado en una unidad educativa (Campuzano-Castro et al., 2025), ya que contiene innovaciones respecto a la integración didáctica de contenidos de los ejes temáticos del grado con la utilización del software para promover la actividad indagativa de los estudiantes; que además señala la necesidad de nuevos estudios para profundizar en las relaciones que pueden establecerse entre los contenidos de los ejes temáticos y las distintas opciones que brida el GeoGebra.

En esta dirección, surge la necesidad de profundizar en la singularización y profundización en las relaciones entre secciones y temas, y su vínculo con la vida, en el aprovechamiento de opciones matemáticas y didácticas que brinda el software para hacer inserciones, representaciones y modelaciones vinculadas con la vida, por ejemplo, para la inserción de figuras en el área gráfica, situar e identificar en ellas puntos y elementos claves para analizar posiciones y movimientos.

Teniendo en cuenta los elementos antes expuestos, se precisan como problema, objeto y objetivo de investigación los siguientes. Problema: cómo perfeccionar la enseñanza-aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos en el cuarto grado de la EGB; objeto: enseñanza-aprendizaje en el cuarto grado; y objetivo: elaborar una estrategia para perfeccionar la enseñanza-aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos en el cuarto grado de la EGB.

Se defiende la idea, de tipo causal: si se elabora una estrategia para la enseñanza-aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos en cuarto grado que aproveche las relaciones entre secciones y temas en estrecho vínculo con la vida, la utilización del GeoGebra y el desarrollo de actividades investigativas de los estudiantes, entonces se favorecen los resultados de la enseñanza-aprendizaje de la temática.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación fueron utilizados diversos materiales y métodos, instrumentos y técnicas, que permitieron obtener, procesar y valorar la información con un enfoque mixto e integrador, atendiendo a la naturaleza de los datos. Se tomó como metodología general el tránsito por las etapas de diagnóstico, modelación de una estrategia y su validación. En la primera se realizó el estudio y análisis de las aportaciones de la comunidad científica sobre el objeto de investigación para asumir categorías, fundamentos e indicadores esenciales.

Con vistas al diagnóstico de dificultades en la enseñanza-aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos fueron preseleccionados 20 docentes, y de estos seleccionados 12 para una entrevista, quienes tenían dos o

más años de experiencia docente en cuarto grado. La guía para la entrevista consistió en cinco interrogantes básicas, semiabiertas y relacionadas, sobre indicadores esenciales: 1. Dominio del GeoGebra, 2. Utilización didáctica del GeoGebra 3. Vínculo con la vida y 4. Necesidad de una estrategia apropiada. Atendiendo a las respuestas, se realizaron otras preguntas para esclarecer planteamientos, también aprovechadas para solicitar y valorar documentos escritos que posibilitaran complementar y triangular informaciones.

En la modelación de la estrategia, se tuvo en cuenta el resultado del diagnóstico y los fundamentos asumidos de investigaciones precedentes sobre el objeto de investigación. La estrategia se estructuró en cinco etapas, cada una con objetivos, acciones y consideraciones didácticas pertinentes que, en su integración, posibilitan el cumplimiento del objetivo general.

Para la introducción y valoración de la estrategia se escogió la Unidad Educativa “Domingo Faustino Sarmiento”, con una población de 72 estudiantes en dos paralelos, de los cuales se tomó uno, considerando que ambos tenían rendimientos académicos y condiciones similares. Particular atención se le prestó a la creación de ficheros GeoGebra tomando en consideración los niveles de exigencia según el conocimiento previo de los estudiantes y la posible ayuda de los docentes.

Para la validación de la estrategia fueron preseleccionados 30 docentes, de estos fueron seleccionados siete atendiendo a los siguientes indicadores: 1. Grado académico, 2. Experiencia docente, 3. Dominio del GeoGebra, 4. Publicaciones, 5. Ponencias en eventos científicos y 6. Disposición para valorar en profundidad la estrategia. Teniendo en cuenta el equilibrio entre estos indicadores fueron seleccionados siete, todos con disposición para valorar en profundidad la estrategia, cinco (71,4 %) con grado académico de máster en educación básica que tienen publicaciones, presentaciones en eventos científicos y conocimientos del GeoGebra, uno en proceso de culminación de maestría y otro con alto dominio del GeoGebra.

Las interrogantes se dirigieron a obtener criterios esenciales sobre cada una de las etapas de la estrategia, considerados indicadores esenciales para valorar la estrategia en sentido general, señalando elementos positivos, negativos o en los cuales se requiere profundizar y perfeccionar.

Otro elemento importante para la validación de la estrategia fue su incidencia en los resultados evaluativos de los estudiantes conjugando aspectos cuantitativos y cualitativos.

RESULTADOS

Diagnóstico de las dificultades existentes en la enseñanza-aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos en el cuarto grado de la EGB

Para el diagnóstico fueron entrevistados 12 docentes con preparación y experiencia en el grado, tomando como instrumento la siguiente guía:

1. ¿Cuáles son las principales dificultades que aprecia en la enseñanza-aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos?
2. ¿Cuáles considera que son las principales causas de dichas dificultades?
3. ¿Considera que se utiliza adecuadamente el GeoGebra y el vínculo con la vida en la enseñanza-aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos?
4. ¿Pudiera facilitar algún documento o evidencia de la utilización del GeoGebra y el vínculo con la vida que promueva la actividad investigativa de los estudiantes en la enseñanza-aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos?
5. ¿Considera necesaria la elaboración de una estrategia para el perfeccionamiento enseñanza-aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos? Justifique.

Los resultados obtenidos reflejan que existen diversas dificultades entre las que destacan:

- Insuficiente dominio de opciones del GeoGebra para construcciones geométricas (92 %).
- Deficiente utilización del GeoGebra para representar figuras y cuerpos de la vida, con carácter dinámico (100 %).
- Falta de preparación para la orientación y el desarrollo de actividades investigativas por los estudiantes con asistencia del GeoGebra y su/el vínculo con la vida (100 %).
- Carencia de una estrategia didáctica o una metodología que oriente adecuadamente a los docentes (92 %).

Estrategia para la enseñanza-aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos en cuarto grado con asistencia del GeoGebra y su vínculo con la vida

La estrategia integra componentes y actividades esenciales del proceso de enseñanza-aprendizaje, estructurada en un objetivo general y cinco etapas, cada una con un objetivo específico y las acciones para lograrlo, al final de las cuales se plantean consideraciones didácticas básicas. En la siguiente figura se muestran componentes y relaciones esenciales que orientan la conformación de la estrategia.

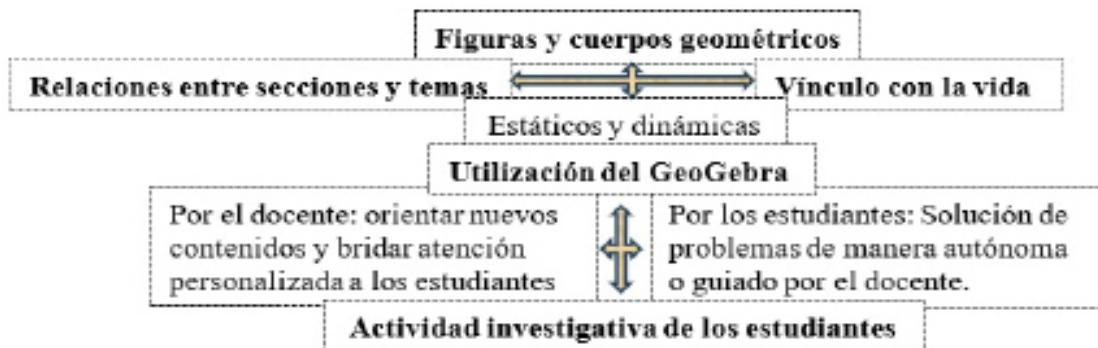


Figura 1. Componentes y relaciones esenciales que orientan la conformación de la estrategia

Etapa I. Diagnóstico de dificultades en la enseñanza-aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos

Objetivo: Diagnosticar dificultades en la enseñanza-aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos y sus posibles causas.

Acciones:

- I.1 Determinación de dificultades en la enseñanza de figuras y cuerpos geométricos.
 - I.2 Determinación de dificultades en el aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos.
 - I.3 Determinación de las posibles causas de las dificultades diagnosticadas.

Consideraciones básicas: Para la determinación de las dificultades se utilizarán fuentes orales, visuales y escritas, entre las orales tienen particular importancia las conversaciones y entrevistas con los estudiantes, que utilizan un vocabulario ajustado a su edad y desarrollo personal. Entre las visuales, se destacan las observaciones sistemáticas de los docentes sobre el desempeño de los estudiantes en la solución de ejercicios, problemas y actividades investigativas sobre figuras y cuerpos geométricos, y en las escritas, las evaluaciones que se les plantean a los estudiantes.

El análisis de la información revelada en las referidas fuentes y su triangulación permite una valoración integral de las dificultades existentes en la enseñanza-aprendizaje, lo que generalmente no puede realizarse desde una de las fuentes, es decir que las informaciones obtenidas de distintas fuentes se complementan, para un mejor diagnóstico, por ejemplo, una entrevista no permite valorar debidamente el desempeño de los estudiantes en la resolución de un problema, pero una entrevista puede ayudar a esclarecer las causas por las cuales el estudiante no lo resolvió. Lo antes dicho no niega el valor que tiene por separado cada fuente e instrumento, por ejemplo, las distintas evaluaciones de dominio de contenido.

Finalmente cabe destacar la necesidad de analizar la relación entre las dificultades diagnosticadas y sus causas, y de manera particular, la incidencia de dificultades de la enseñanza en el aprendizaje, entre otras: no tener en cuenta el conocimiento previo de los estudiantes ni la atención diferenciada, la no utilización y orientación de medios de enseñanza apropiados, el inadecuado vínculo de la enseñanza con la vida, el no establecimiento de adecuados vínculos entre contenidos de distintas secciones y temas.

Etapa II Identificación de relaciones entre contenidos esenciales de figuras y cuerpos geométricos en las secciones y temas del texto de los estudiantes, así como sus vínculos con la vida

Objetivo: Identificar relaciones entre contenidos esenciales de figuras y cuerpos geométricos en las secciones y temas del texto de los estudiantes, así como sus vínculos con la vida.

Acciones:

- II.1 Identificación de relaciones entre contenidos esenciales de figuras y cuerpos geométricos de los diferentes temas de cada sección.

II.2 Identificación de relaciones entre contenidos esenciales de figuras y cuerpos geométricos de las distintas secciones.

II.3 Identificación de vínculos de los contenidos de figuras y cuerpos geométricos con la vida.

Consideraciones básicas: La primera acción centra la atención en los contenidos de figuras y cuerpos geométricos de cada sección, respetando la lógica y objetivos de cada una, en correspondencia con los temas de estas. La segunda acción centra la atención en dichas relaciones, pero entre las distintas secciones, con vistas al logro de vínculos con un mayor alcance y nivel de integración, que posibilite la sistematización y profundización en distintos momentos del desarrollo de la asignatura. La tercera acción corresponde a la identificación de vínculos entre los contenidos de figuras y cuerpos geométricos con la vida, que aparecen en el texto del estudiante u otros que puedan resultar atractivos para este.

Etapa III. Preparación de actividades investigativas para los estudiantes con asistencia del GeoGebra

Objetivo: Preparar actividades investigativas para los estudiantes con asistencia del GeoGebra teniendo en cuenta las etapas anteriores, de diagnóstico e identificación de relaciones entre contenidos esenciales de figuras y cuerpos geométricos, así como sus vínculos con la vida.

Acciones:

III.1 Precisión de los objetivos de la actividad investigativa teniendo en cuenta el diagnóstico, las relaciones entre contenidos de figuras y cuerpos geométricos, así como sus vínculos con la vida.

III.2 Elaboración de ficheros GeoGebra que se utilizarán en las órdenes y problemas que generarán las actividades investigativas de los estudiantes.

III.3 Análisis de exigencias de los ejercicios y problemas elaborados atendiendo a conocimientos, habilidades y actitudes que poseen o se quieren desarrollar en los estudiantes, y opciones que brinda el GeoGebra.

Consideraciones básicas: Esta etapa integra de manera lógica tres acciones importantes, la precisión de objetivos, la elaboración de ficheros GeoGebra y el análisis de los ejercicios y problemas elaborados. La última acción no solo permite valorar el ajuste a los ejercicios y problemas a los objetivos de aprendizaje previstos, sino también tenerlo en cuenta en próximas etapas de la estrategia, de orientación, desarrollo y evaluación.

Etapa IV. Orientación y desarrollo de las actividades investigativas con asistencia del GeoGebra

Objetivo: Orientar y desarrollar con flexibilidad las actividades investigativas con asistencia del GeoGebra, a partir del diagnóstico y actividades preparadas.

Acciones:

IV.1 Orientación de la actividad investigativa por el docente.

IV.2 Desarrollo de la actividad investigativa por los estudiantes y atención por el docente.

IV.3 Presentación de los resultados investigativos de los estudiantes.

Consideraciones básicas: Esta etapa transita por cuatro acciones claramente definidas, desde la orientación que hace el docente hasta la presentación de los resultados por los estudiantes.

Etapa V. Valoración de los resultados de la enseñanza-aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos

Acciones:

V.1 Valoración de los resultados por los estudiantes.

V.2 Valoración de los resultados por el docente.

Consideraciones básicas: Esta etapa incluye dos acciones importantes, la valoración cualitativa de los resultados por los estudiantes y por los docentes. En el caso de los docentes también es posible la realización de valoraciones cuantitativas atendiendo al rendimiento académico y otros indicadores de interés, es decir, la estrategia es flexible, puede enriquecerse mediante innovaciones didácticas. Es importante que esta valoración considere la autoevaluación y coevaluación de los estudiantes.

Introducción de la estrategia en la práctica escolar. Consideraciones didácticas

Si bien las etapas y acciones de la estrategia permiten la orientación lógica y didáctica de los docentes, su carácter flexible y abierto propicia innovaciones atendiendo al contexto y desarrollo del proceso de enseñanza–

aprendizaje. En este sentido se muestran, de manera sintética, fragmentos de su utilización creativa por un docente, con el apoyo de figuras que representan el tránsito por distintas acciones y elaboraciones con asistencia del GeoGebra.

En la siguiente figura se muestran acciones concretas de suma importancia en la utilización del GeoGebra, en las que generalmente se aprecian dificultades que incluyen, entre otras, la inserción de fotos, representaciones de seres vivos, objetos y elementos del entorno en la vista gráfica del GeoGebra, la ubicación e identificación de elementos matemáticos claves, la adecuada visualización de elementos matemáticos, su análisis y orientación por los docentes, hasta culminar con una adecuada orientación metacognitiva que haga reflexionar a los estudiantes.

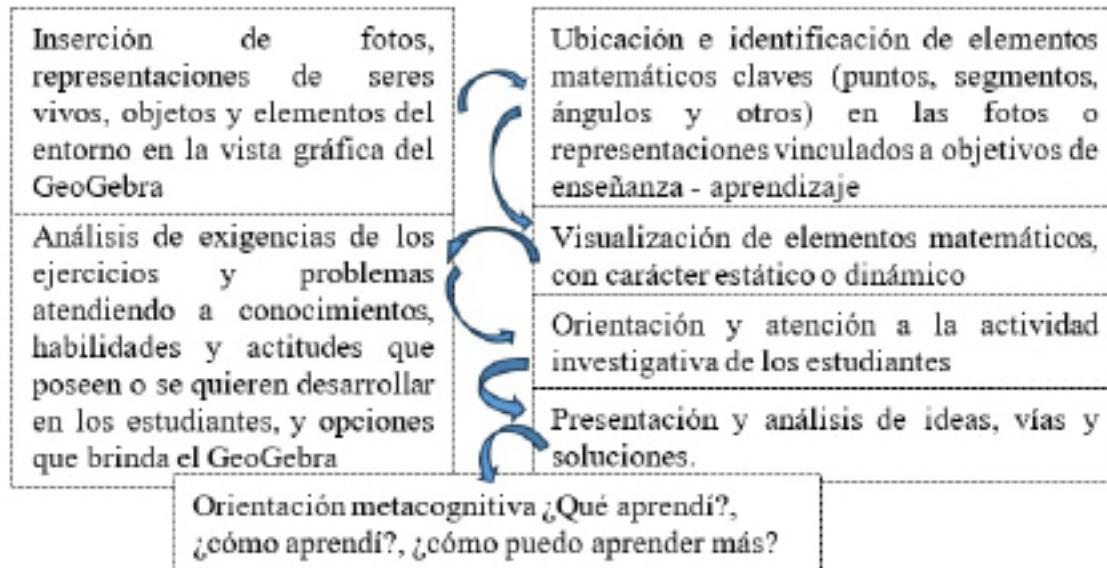
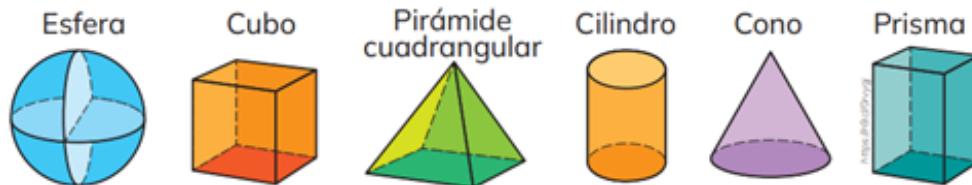


Figura 2. Acciones de importancia en la utilización del GeoGebra

A continuación, se presentan sintéticamente dos ejemplos, en correspondencia con los fundamentos expuestos, el primero enfatizando en cuerpos geométricos y el segundo, en el vínculo con la vida.

Ejemplo 1. Modificación de problemas del texto con asistencia del GeoGebra

El problema de 17 del libro de texto del estudiante plantea “Creo un dibujo que tenga los cuerpos geométricos indicados”.



Atendiendo a la preparación matemática de los estudiantes, el dominio del GeoGebra y otros elementos, el docente puede modificar el problema, cambiando exigencias con vistas a una adecuada estimulación del aprendizaje y la creatividad de los estudiantes, es decir, de manera diferenciada y en la mayor medida posible. En esta dirección, pudiera enriquecer el enunciado, preparar ficheros GeoGebra que permitan realizar distintas composiciones con los cuerpos geométricos, con distintos grados de dificultad.

Ejemplos de modificación del problema anterior son:

P17.1 Dibuja un prisma compuesto por un cubo y un prisma que tenga una cara común con el cubo. El nuevo prisma debe tener tres veces el volumen del cubo.

P17.2 Une tres cuerpos para formar uno que tenga 9 caras.

P17.3 Representa un vaso con dos bolas de helado.

P17.4 Crea un dibujo que tenga un cono y represente algo que conozcas o te guste.

En la siguiente figura se muestran posibles dibujos (construcciones) con asistencia.

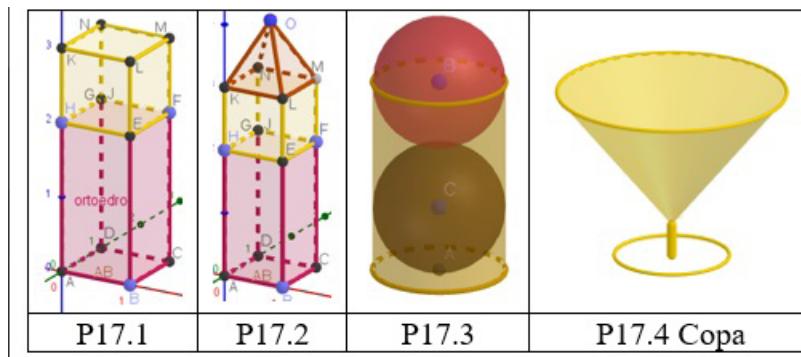


Figura 3. Posibles dibujos con asistencia del GeoGebra

A estos problemas se les pueden incluir otras preguntas o exigencias sobre figuras planas, elementos matemáticos y relaciones entre ellos. También es muy beneficioso proponer actividades investigativas en la que los estudiantes tengan la libertad de utilizar los cuerpos y figuras que deseen.

Ejemplo 2. Aproximaciones a relaciones del cuerpo humano con figuras y cuerpos geométricos, ángulos y otros contenidos matemáticos

Para promover el aprendizaje y la creatividad de los estudiantes mediante su actividad investigativa, resulta necesaria una introducción que motive a los estudiantes, por ejemplo, el texto de 4to grado (Ministerio de Educación, 2024) destaca acertadamente el vínculo de la matemática con la vida mediante el arte, una pintura, la danza y otras manifestaciones (p. 39). Tomando la figura de la bailarina (p. 38) pueden integrarse distintos contenidos matemáticos, sobre ángulos, figuras y cuerpos geométricos, haciendo reflexionar a los estudiantes sobre aproximaciones entre partes del cuerpo humano con las figuras y cuerpos geométricos definidos en matemática, a partir de puntos clave y distintas posiciones.

Para la representación de figuras con el GeoGebra es necesario determinar elementos claves de la figura o cuerpo, que generarán el dinamismo, el planteamiento y solución de problemas. Un posible procedimiento es insertar la figura en el área gráfica del software, situar puntos, segmentos y otros elementos clave sobre la figura, para la determinación de ángulos, longitudes, figuras y cuerpos geométricos.

De la bailarina representada, se realizan representaciones matemáticas apropiadas, que permitan la visualización y explicaciones del vínculo de la matemática con la vida mediante el software, en este particular se puede trasladar el ángulo que muestra la figura, cambiar los colores de los segmentos que lo conforman, en este caso se muestran en la figura con los colores rojo y azul.

En la introducción del software les llamó la atención a los estudiantes el hecho de que no fue necesario medir el ángulo solicitado sobre la representación de la posición de la bailarina, sino sobre una translación de ella. En este caso se explicó la vía y la necesidad situar adecuadamente los puntos clave en la representación, pues de lo contrario conllevaría a inexactitud en cálculo de la amplitud del ángulo y otros.

En la siguiente figura se ejemplifica la utilización del GeoGebra, señalando puntos, ángulos, segmentos, un triángulo y una construcción dinámica que permite generar distintas posiciones de la bailarina por la rotación de su pierna; por ejemplo, "F" es el punto de contacto de un pie de la bailarina con el piso, "C'" y "C2" dos puntos clave, situado en el otro pie, implicado en la determinación de ángulos y representación de la rotación de la pierna de la bailarina, conjuntamente con otros puntos. La figura muestra una circunferencia con puntos discontinuos por donde se mueve el punto B, que representa a la rodilla.

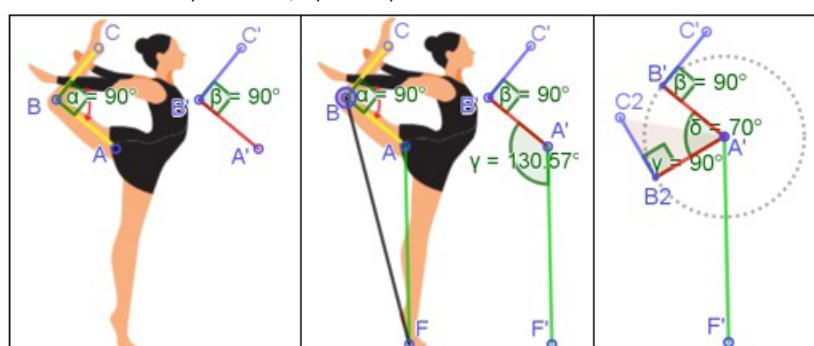


Figura 4 Puntos, ángulos, segmentos, triángulo y una construcción dinámica

Luego de la introducción es posible plantar interrogantes que generen la actividad investigativa de los estudiantes con asistencia del GeoGebra, por ejemplo:

Actividad 1. En el fichero GeoGebra puedes observar la representación de la bailarina y distintas posiciones. Describe el movimiento realizado por la bailarina, identifica puntos clave y dibuja figuras geométricas que se forman con ellos.

La atención a la actividad investigativa de los estudiantes por parte del docente tiene que ser sistemática, brindándoles los apoyos necesarios. La presentación y evaluación de dichas actividades requiere un enfoque integrador atendiendo a los conocimientos previos de los estudiantes, dominio del software, ayudas que reciben, los resultados del aprendizaje y la creatividad.

Errores importantes en la preparación y desarrollo de actividades investigativas. Consideraciones didácticas

- Realizar construcciones dinámicas inadecuadas, descontextualizadas o que no respondan a la realidad, por ejemplo, que en la representación de la bailarina al mover uno de los puntos clave se alargue indefinidamente la pierna. Esta situación generaría cuestionamientos e incertidumbre en los estudiantes. Esto no significa que, de manera intencional, el docente no elabore construcciones con estas características para promover reflexiones y nuevos aprendizajes.
- Preparar actividades sin tener en cuenta los conocimientos matemáticos previos y el dominio del GeoGebra por los estudiantes.
- No atender de manera diferenciada las nuevas dificultades que se identifiquen en el desarrollo de las actividades investigativas por los estudiantes, es decir, limitarse a las identificadas con anterioridad. Esto es posible, pues en las actividades que se propongan, aunque tengan en cuenta el diagnóstico, pueden contener exigencias diferentes.
- No ocultar construcciones auxiliares en ficheros GeoGebra que desvíen la atención a elementos no relevantes o que las alejen de los objetivos previstos. Esto no significa que, de manera intencional, no se presenten dichas construcciones o elementos para que los estudiantes deban seleccionar, dentro un conjunto, los elementos necesarios o suficientes para la solución de un problema. El no ocultar determinadas construcciones auxiliares puede estar dirigido a disminuir o incrementar el nivel de dificultad de la actividad investigativa de los estudiantes, atendiendo a sus conocimientos previos y el desarrollo de su creatividad.

DISCUSIÓN

Para la valoración de la estrategia y su incidencia en los resultados de la enseñanza – aprendizaje, se conjugaron informaciones de fuentes orales, visuales y escritas. A continuación, se presenta una tabla y una figura que muestra los resultados evaluativos de los 36 estudiantes, del paralelo donde se aplicó la estrategia, en dos momentos trascendentales, el inicial antes del desarrollo de la estrategia y el final, luego de su desarrollo.

Tabla 1. Resultados evaluativos de los estudiantes

Cualitativa	Cuantitativa	E.Inicial	% INICIAL	E.Final	% FINAL	Dif % F-I
A+	9.50-10	2	0.00	10	27.78	22.22
A-	8.50-9.49	2	5.56	3	8.33	2.78
B+	7.50-8.49	3	8.33	7	19.44	11.11
B-	6.50-7.49	1	2.78	3	8.33	5.56
C+	5.50-6.49	3	8.33	10	27.78	19.44
C-	4.50-5.49	4	11.11	1	2.78	-8.33
D+	3.50-4.49	4	11.11	1	2.78	-8.33
D-	2.50-3.49	5	13.89	0	0.00	-13.89
E+	1.50-2.49	6	16.67	1	2.78	-13.89
E-	0.50-1.49	6	16.67	0	0.00	-16.67

La tabla muestra las escalas cualitativa y cuantitativa utilizadas, la cantidad de estudiantes y los porcentajes correspondientes en cada nivel; en la última columna se muestra la diferencia porcentual con respecto a la cantidad de estudiantes en cada nivel, dejando ver que los resultados son significativamente positivos. En la siguiente figura se muestran las poligonales de los porcentajes correspondientes a ambas evaluaciones, que

evidencian claramente la superioridad de los resultados de la evaluación final sobre la inicial, pues la poligonal que la representa está por encima en los valores más altos y por debajo en los más bajos.

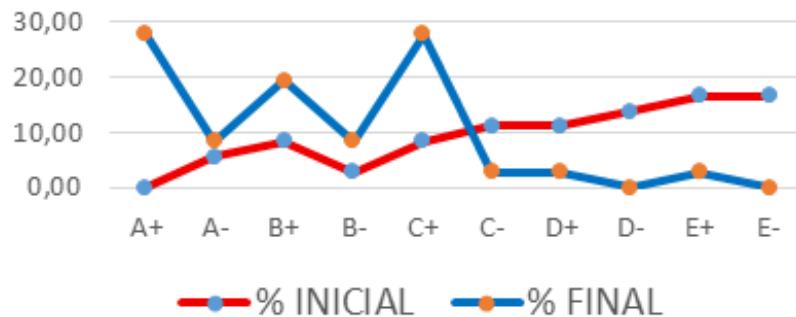


Figura 5. Porcientos de resultados evaluativos de los estudiantes

Entrevista a docentes con alta preparación y experiencia sobre la estrategia

Como parte de la validación de la estrategia para la enseñanza-aprendizaje de figuras y cuerpos geométricos fueron entrevistados siete docentes con alta preparación, a los que se les solicitó que emitieran criterios esenciales sobre cada una de las etapas de la estrategia y, posteriormente sobre esta, en sentido general, señalando elementos positivos, negativos o en los cuales se requiere profundizar y perfeccionar. Además, se les pidió que le otorgaran a cada etapa de la estrategia y a la estrategia en general, un valor de logro, entre uno y cinco. Los valores de logro se muestran en la tabla 2 y figura 6.

Tabla 2. Valor de logro de cada etapa de la estrategia y la estrategia en general

Etapa de la Estrategia	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
I. Diagnóstico de dificultades	5	5	5	5	5	5	5	5.0
II. Identificación de relaciones entre contenidos esenciales	5	5	5	5	5	5	5	5.0
III. Preparación de actividades investigativas	5	5	3	3	4	5	5	4.3
IV. Orientación y desarrollo de las actividades	5	5	3	4	5	5	5	4.6
V. Valoración de los resultados	5	5	5	5	5	5	5	5.0
Estrategia en General	5	5	4	5	5	5	5	4.9

Los siete expertos asignaron una puntuación media de 4.9/5 en la valoración global, lo cual indica un alto reconocimiento de la misma. Dos expertos no les otorgaron máximo logro a las etapas II y III, pero en los criterios emitidos subrayaron que dicho valor otorgado está relacionado con la insuficiente preparación de docentes y, por tanto, con la necesidad de explicitar aún más algunos elementos o de considerar como parte de la estrategia la capacitación docente.

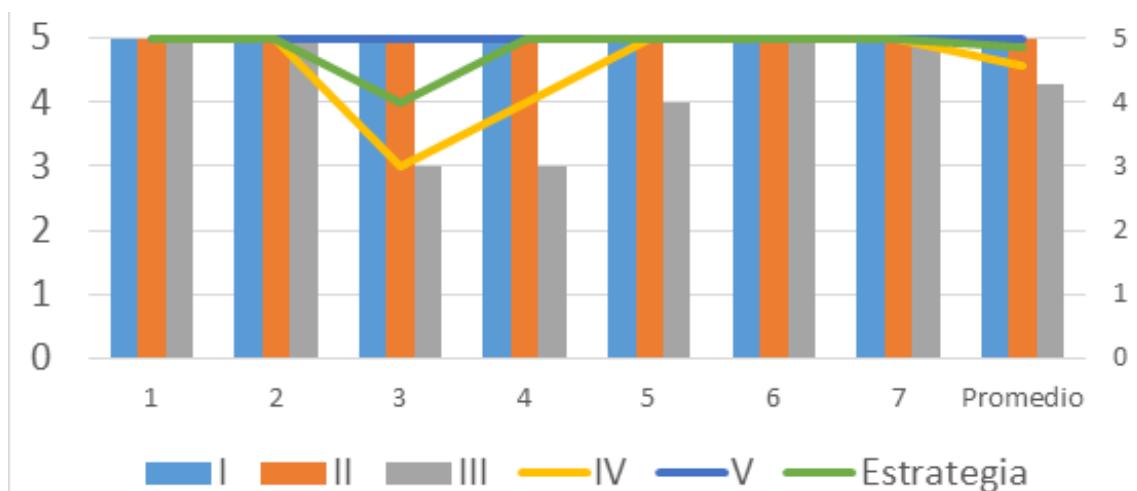


Figura 6. Valores de logro otorgado por los entrevistados

Ejemplos de criterios y valoraciones cualitativas de los entrevistados fueron: “Qué propuesta tan hermosa y creativa!, de la bailarina... vincular la geometría con el arte del movimiento, es una forma poderosa de hacer que los estudiantes comprendan las formas desde su propio cuerpo y entorno”, “se les podría pedir que creen una coreografía sencilla donde cada movimiento represente una figura geométrica”, “...en un escenario, se pueden reconocer prismas rectangulares, cilindros (columnas, decoraciones) y otros cuerpos geométricos, que sería muy interesante modelar con el GeoGebra, pero se necesita mayor preparación de los docentes...”

Otros ejemplos son: “las actividades se alinean con los estándares del currículo de cuarto grado de la EGB”, “las construcciones geométricas propuestas aprovechan opciones estáticas y dinámicas del software”, “se basa en fundamentos actuales de didáctica de la geometría”

Finalmente, se reconoce que para la mejor aplicación de la estrategia es necesario que el docente tenga dominio del GeoGebra y que es recomendable el desarrollo de otras investigaciones que profundicen en su utilización en ambientes digitales, sin limitarse a este software en particular, lo que se alinea con el criterio de que las habilidades digitales del docente son fundamentales para mejorar las prácticas pedagógicas y generar aprendizajes motivadores y efectivos en los estudiantes.

CONCLUSIONES

La estrategia incrementó notablemente el rendimiento académico de los estudiantes en figuras y cuerpos geométricos, especialmente en niveles altos, y redujo las dificultades más críticas. La combinación de actividades investigativas, relaciones curriculares y el uso del GeoGebra resultó novedosa e incidió positivamente en el perfeccionamiento de la enseñanza-aprendizaje. La validación por expertos evidenció la solidez didáctica de cada etapa, con valoración global de 4,9/5. El enfoque mixto y la flexibilidad de la estrategia permitieron adaptaciones contextuales manteniendo la coherencia de metodológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se recomiendan estudios complementarios con la estrategia involucrando otras herramientas digitales, así como la preparación de los docentes para introducirla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Chávez, F. A. (2025). Desarrollo de la competencia digital docente en educación básica: una revisión sistemática. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 9(38), 1948–1962. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i38.1028>
- Calle, J. P. & Rodríguez, M. C. (2024). Pizarra digital interactiva para la enseñanza aprendizaje de las figuras geométricas con niños de preescolar. *Espacios*, 45(1), 18-33. <https://ve.scielo.org/pdf/espacios/v45n1/0798-1015-espacios-45-01-18.pdf>
- Campuzano-Castro, D. J., Vargas-Mata, K. C., Ortiz-Aguilar, W. y Hernández-Hechavarría, C. M. (2025). Estrategia para el perfeccionamiento de la utilización del GeoGebra en el cuarto grado de la Unidad Educativa “20 de Septiembre”. *Maestro y Sociedad*, 22(2), 1139-1147. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6907/8619>
- Fuertes-Rosero, M. N., Guerra-Tana, H. R., Vázquez Álvarez, A., y Ortiz Aguilar, W. (2024). Guía didáctica para la enseñanza de la geometría mediante GeoGebra, destinada a estudiantes de educación básica. *Sinergia Académica*, 7(3), 413-440. <https://doi.org/10.51736/sa.v7i3.345>
- Hernández-Hechavarría, C. M. y González-Vidal, O. L. (2015). Actividad investigativa escolar y ejercicios en matemáticas: el papalote. *UNIÓN*, 11(42). <https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/632>
- Hernández-Hechavarría, C. M., & Yero-Ricardo, F. (2021a). Construcción de un octógono con sus vértices en los lados de un cuadrado: ejemplos y consideraciones didácticas. *Transformación*, 17(3), 428-439. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/transformacion/article/view/e3634>
- Hernández-Hechavarría, C. M., Arteaga-Valdés, E. y Del Sol-Martínez, J. L. (2021b). Utilización de los materiales didácticos digitales con el GeoGebra en la Enseñanza de la Matemática. *Revista Conrado*, 17(79), 7-14.
- Martínez-Zapata, M. E., Perez-Urruchi, A. E., Robles Medina, G. B. & Apolinario Arzube, O. O. (2024). Exploring geometry with GeoGebra: Strategies to reinforce learning in intermediate students. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 28(122), 62-72. <https://doi.org/10.47460/uct.v28i122.766>
- Melguizo-Ovejero, D. (2023). El uso de GeoGebra en 5º de Educación Primaria. [Trabajo fin de grado. Universidad de Valladolid].
- Ministerio de Educación. República del Ecuador. (2024). 4.º EGB. Texto del estudiante para la transición curricular. www.educacion.gob.ec
- Molina-Moreira, A. G. y Rivadeneira-Loor, F. Y. (2023). Estrategia para el uso de GeoGebra en la resolución y representación gráfica de problemas matemáticos en estudiantes de educación básica superior. *Dominio De Las Ciencias*, 9(Esp), 45–54. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3183>
- Moreira dos Santos, M. G. y Vieira-Alves, F. R. (2023). El uso del software GeoGebra como herramienta para el aprendizaje de Geometría en la Educación Básica: una revisión sistemática de la literatura. *UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 19(68). <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/784>

Quintuña-Crespo, Z. M., Robalino-Guevara, J. E., Ortiz-Aguilar, W. y Hernández-Hechavarría, C. M. (2024). Mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje de la geometría en el octavo grado de la educación general básica en la Unidad Educativa Fiscal Vicente Rocafuerte. *Maestro y Sociedad*, 21(2), 866-875. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6452/7236>

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de responsabilidad de autoría

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsables de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

Carmen Noemí Puglla Cabrera, Nancy Yolanda Guato Andaluz, Arián Vázquez Álvarez y Carlos Manuel Hernández Hechavarría: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.