

ESTRATEGIA PARA EL PERFECCIONAMIENTO DE LA UTILIZACIÓN DEL GEOGEBRA EN EL CUARTO GRADO DE LA UNIDAD EDUCATIVA “20 DE SEPTIEMBRE”

Strategy for improving the use of GeoGebra in the fourth grade of the Educational Unit “September 20”

Estratégia para melhorar o uso do GeoGebra no quarto ano da Unidade Educativa "20 de setembro"

Debbie Janina Campuzano Castro ^{*1}, <https://orcid.org/0009-0005-4450-2680>

Katty Cecibel Vargas Mata ², <https://orcid.org/0009-0006-6862-1825>

PhD. Wilber Ortiz Aguilar ³, <https://orcid.org/0000-0002-7323-6589>

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

¹⁻³ Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador.

⁴ Universidad de Oriente, Cuba

*Autor para correspondencia. email debbiecc1984@gmail.com

Para citar este artículo: 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>

RESUMEN

Introducción: La mejora de la enseñanza-aprendizaje de la matemática, y de la utilización de software dinámicos como el GeoGebra, se revelan como una necesidad en el cuarto grado de la unidad educativa “20 de septiembre”, pues los resultados cuantitativos y cualitativos en el aprendizaje no son los deseados. Materiales y métodos: En este sentido se desarrolló una investigación que transitó por tres etapas generales: diagnóstico, modelación de la estrategia y su validación, en las cuales se aplicaron diversos métodos, técnicas e instrumentos, con una muestra apropiada de estudiantes y docentes. Resultados: Para el diagnóstico y evaluación integral del aprendizaje de los estudiantes se elaboró un registro de información, que considera técnicas e instrumentos de obtención de información en fuentes orales, visuales y escritas. Discusión: Se presenta una estrategia para el perfeccionamiento de la utilización del GeoGebra en el cuarto grado, considerando aportaciones teóricas y prácticas de los documentos oficiales del Ministerio de Educación del Ecuador y de diferentes autores, a los que se les realizaron innovaciones respecto a la integración didáctica de contenidos y la utilización del GeoGebra. Conclusiones: Se constata su impacto en el aprendizaje de los estudiantes, y los criterios emitidos por docentes con preparación suficiente y experiencia en el grado avalan su utilidad.

Palabras clave: GeoGebra, indagación, educación básica.

ABSTRACT

Introduction: Improving the teaching and learning of mathematics and the use of dynamic software such as GeoGebra are revealed as a necessity in the fourth grade of the “20 de septiembre” educational unit, since the quantitative and qualitative results in learning are not as desired. Materials and methods: In this sense, a research was developed that went through three general stages: diagnosis, strategy modeling and validation, in which various methods, techniques and instruments were applied, with an appropriate sample of students and teachers. Results: For the diagnosis and comprehensive evaluation of student learning, a data record was prepared, which considers techniques and instruments for obtaining information from oral, visual and written sources. Discussion: A strategy for improving the use of GeoGebra in fourth grade is presented, considering theoretical and practical contributions from official documents of the Ministry of Education of Ecuador and from different authors, to which innovations were made regarding the didactic integration of contents and the use of GeoGebra. Conclusions: Its impact on student learning is evident, and the opinions issued by teachers with sufficient training and experience in the grade level support its usefulness.

Keywords: GeoGebra, inquiry, elementary education.

RESUMO

Introdução: Aprimorar o ensino e a aprendizagem da matemática e o uso de softwares dinâmicos como o GeoGebra se revelam uma necessidade no quarto ano da unidade curricular "20 de setembro", visto que os resultados quantitativos e qualitativos na aprendizagem não são os desejados. Materiais e métodos: Nesse sentido, desenvolveu-se uma pesquisa que passou por três etapas gerais: diagnóstico, modelagem da estratégia e validação, na qual foram aplicados diversos métodos, técnicas e instrumentos, com uma amostra adequada de alunos e professores. Resultados: Para o diagnóstico e a avaliação integral da aprendizagem dos alunos, foi elaborada uma ficha de dados que considera técnicas e instrumentos para a obtenção de informações de fontes orais, visuais e escritas. Discussão: Apresenta-se uma estratégia para aprimorar o uso do GeoGebra no quarto ano, considerando as contribuições teóricas e práticas de documentos oficiais do Ministério da Educação do Equador e de diferentes autores, aos quais foram introduzidas inovações quanto à integração didática dos conteúdos e ao uso do GeoGebra. Conclusões: Seu impacto na aprendizagem dos alunos é evidente, e as opiniões emitidas por professores com formação e experiência suficientes no nível de ensino corroboram sua utilidade.

Palavras-chave: GeoGebra, investigação, educação elementar.

Recibido: 21/1/2025 Aprobado: 28/3/2025

INTRODUCCIÓN

El perfeccionamiento de la enseñanza-aprendizaje de la matemática, y de la utilización de software dinámicos como el GeoGebra, se revelan como una necesidad en el cuarto grado de la unidad educativa "20 de septiembre", pues los resultados cuantitativos y cualitativos en el aprendizaje no son los deseados.

Con vistas a transformar esta situación, se cuenta con importantes referentes de documentos rectores del proceso de enseñanza – aprendizaje como la Guía del docente. Matemática 4 (Ministerio de Educación, 2016), del Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales (Ministerio de Educación, 2021), y diversas propuestas de solución a problemas de la enseñanza – aprendizaje de la matemática.

Sin embargo, persisten insuficiencias que requieren profundización en determinados elementos, por ejemplo, en el Texto del estudiante Matemática 4. (Ministerio de Educación, 2020), en la sesión Conoce tu libro, aparece el apartado "Compruebo mis aprendizajes", que indica la importancia que se le concede a la inclusión de la coevaluación y autoevaluación de los estudiantes, pero aun así se requieren pautas sobre vías y fuentes de información para poder desarrollarlas.

También se cuenta con referentes de distintas obras sobre el GeoGebra y su utilización, entre otras, la de Fuertes-Rosero et al. (2024), que aporta una guía didáctica para la enseñanza de la geometría mediante el GeoGebra, la de Apolinario-Parrales et al. (2024) que presenta una estrategia para el mejoramiento de la solución de problemas matemáticos por estudiantes de cuarto grado, y la de Quintuña-Crespo et al. (2024) pues destaca y ejemplifica ventajas del GeoGebra.

Para la utilización didáctica del GeoGebra en el cuarto grado también pueden ajustarse múltiples consideraciones expuestas, por ejemplo, sobre ejercicios geométricos con exigencias de orden, movilidad y construcción (Hernandez-Hechavarría, 2017) señala que las exigencias de orden de construcción dan la posibilidad de aumentar o disminuir el nivel de dificultad del ejercicio, y explica como las indicaciones de orden constructivo pueden utilizarse para disminuir o aumentar exigencias acorde a necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Otros aspectos esenciales de la enseñanza de la Matemática con asistencia del GeoGebra que refieren Hernández-Hechavarría et al (2022), que merecen atención y acomodos para el cuarto grado son:

- Tendencias constructivas de figuras.
- Determinación de vías y procedimientos de solución de ejercicios y problemas.
- Fundamentos matemáticos.
- Integración coherente de contenidos.
- Visualización geométrica.
- Dificultades diagnosticadas en docentes para la transformación de ejercicios y problemas.

- Transformación de ejercicios y problemas. Análisis de variantes de ejercicios, vías de solución y tratamiento didáctico.

Otros autores también destacan la importancia didáctica del GeoGebra en distintas áreas de las matemáticas, por ejemplo, Moreira dos Santos, y Vieira-Alves (2023) para Geometría en la Educación Básica, y Molina-Moreira y Rivadeneira-Loor (2023) para la resolución y representación gráfica de problemas matemáticos; Jelatu, Sariyasa & Made Ardana (2018) para la mejora de la comprensión conceptual de los conceptos de geometría, Mokotjo & Mokhele (2021) destacan que el GeoGebra es uno de los programas de matemáticas preferidos.

Mediante un diagnóstico la unidad educativa “20 de septiembre” se revelaron insuficiencias en el dominio y utilización del GeoGebra por docentes y estudiantes en el proceso de enseñanza – aprendizaje, entre otras: deficiente identificación de dificultades y potencialidades de los estudiantes para integrar contenidos de los ejes temáticos en la solución de problemas; dificultades de los docentes en la selección, elaboración y utilización de ejemplos y ejercicios integradores de contenidos en unidades temáticas que promuevan la actividad indagativa y la profundización, así como que los docentes no promueven la coevaluación y autoevaluación de manera apropiada ni la tienen en cuenta en el aprendizaje de los estudiantes.

Los fundamentos y dificultades revelados en el diagnóstico permitieron precisar el problema científico: cómo perfeccionar la utilización del GeoGebra en el cuarto grado de la unidad educativa “20 de septiembre”, el objeto de la investigación se enmarca en la enseñanza – aprendizaje de la Matemática en el cuarto grado con asistencia del GeoGebra, y se asume como objetivo general: elaborar una estrategia para perfeccionar la utilización del GeoGebra en el cuarto grado de la unidad educativa “20 de septiembre” que propicie la integración de contenidos de ejes temáticos y el aprendizaje de los estudiantes.

Se plantea como idea a defender, de tipo causal: si se elabora una estrategia para la enseñanza – aprendizaje en cuarto grado en la que, partiendo un adecuado diagnóstico de dificultades y potencialidades de los estudiantes en los ejes temáticos, se seleccionen, elaboren y utilicen ejercicios integradores de sus contenidos, los cuales promuevan con la asistencia del GeoGebra la actividad indagativa y la profundización, y que en la evaluación del aprendizaje se incluya la coevaluación y autoevaluación de los estudiantes, entonces se perfeccionará la utilización del GeoGebra y su incidencia en el aprendizaje de los estudiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta el propósito y alcance de la investigación fueron utilizados diversos métodos, técnica e instrumentos de investigación, empleando una metodología que transitó por tres etapas generales: diagnóstico, modelación de la estrategia y su validación. Para el diagnóstico o evaluación integral del aprendizaje de los estudiantes se elaboró un novedoso registro de información, que contiene ejemplos de técnicas e instrumentos de obtención de información en distintas fuentes orales, visuales y escritas.

La población objeto de investigación en la unidad educativa “20 de septiembre” quedó determinada por los 54 estudiantes de cuarto grado de dos paralelos, de ellos se tomaron como muestra los 27 del paralelo “B” teniendo en cuenta que su rendimiento académico era similar a los del otro paralelo y que la cantidad era suficiente para valorar la incidencia de la estrategia en ellos. Con respecto a los docentes, se tomó como muestra fundamental al docente del paralelo B por ser el encargado de desarrollar la estrategia de manera correcta.

Con vistas a obtener otros criterios que enriquecieran el diagnóstico o permitieran realizar valoraciones sobre la estrategia, se consideró al docente que impartía clase en el paralelo no seleccionado como muestra y a otros seis docentes con experiencia de trabajo en el grado y preparación suficiente para ser entrevistados sobre el tema de investigación, y por tanto se justificó su participación en una entrevista inicial sobre el empleo del GeoGebra en el cuarto grado de la unidad educativa “20 de septiembre”. En total se entrevistaron a ocho docentes.

En la segunda etapa, se elaboró la estrategia para el perfeccionamiento de la utilización del GeoGebra en el cuarto grado, empleando como método fundamental el de la modelación, y considerando aportaciones teóricas y prácticas de los documentos oficiales del Ministerio de Educación del Ecuador y de diferentes autores, pero se realizaron innovaciones respecto a la integración didáctica de contenidos y la utilización del GeoGebra. Además, se abunda y ejemplifican acciones que por su naturaleza podrían generar alguna duda en los docentes.

En la tercera etapa, se realiza un análisis del impacto de la estrategia en el aprendizaje de los estudiantes a partir de las evaluaciones realizadas, antes y después de la utilización de esta. Además, se realiza una entrevista final a los docentes que participaron en la inicial, y a otros con preparación adecuada y experiencia para

conocer y considerar sus criterios sobre la misma.

RESULTADOS

ESTRATEGIA PARA EL PERFECCIONAMIENTO DE LA UTILIZACIÓN DEL GEOGEBRA EN EL CUARTO GRADO

Esta estrategia tiene en cuenta valiosas aportaciones teóricas y prácticas de documentos oficiales del Ministerio de Educación del Ecuador y de diferentes autores, pero se distingue de otras por ponderar el perfeccionamiento de la utilización del GeoGebra atendiendo a los ejes temáticos, a la selección, elaboración y utilización de ejercicios integradores de sus contenidos, que promueven la actividad indagativa y profundización, y a la evaluación del aprendizaje, incluyendo la coevaluación y autoevaluación de los estudiantes. Se estructura de manera lógica en cuatro etapas, cada una con un objetivo específico y las acciones que permiten lograrlo. Aunque las acciones son precisas, para facilitar la comprensión de algunas que pudieran generar dudas, se explican y ejemplifican. Lo anterior se refleja en la Figura 1.

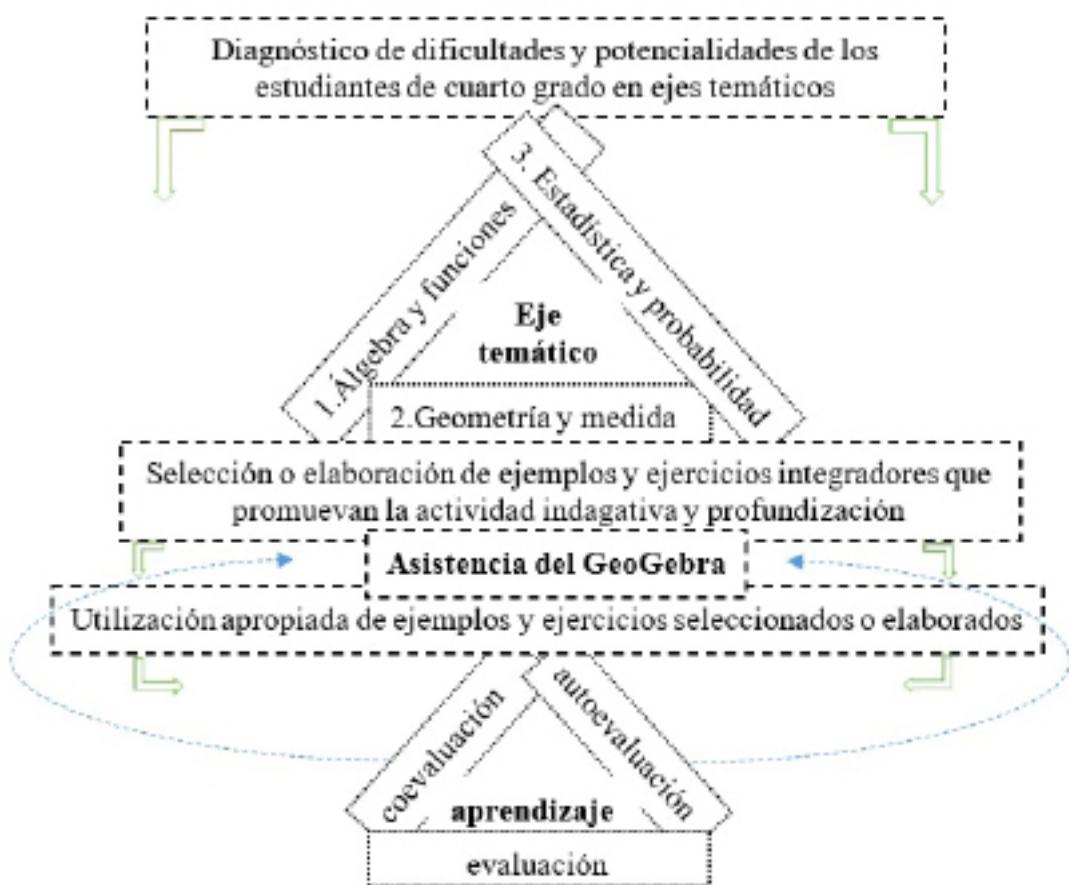


Figura 1. Componentes esenciales de la estrategia

Etapa I. Diagnóstico de las dificultades y potencialidades de los estudiantes de cuarto grado en los ejes temáticos y el dominio del GeoGebra

Objetivo: Diagnosticar dificultades y potencialidades de los estudiantes de cuarto grado respecto a los ejes temáticos y el dominio del GeoGebra.

Acciones

- I.1 Determinación de contenidos esenciales de cada eje temático a diagnosticar.
- I.2 Análisis de relaciones entre los contenidos de los ejes temáticos.
- I.3 Estudio de opciones que ofrece el GeoGebra para relacionar contenidos de los ejes temáticos.
- I.4 Elaboración de instrumentos para el diagnóstico, considerando fuentes de información escritas, orales y visuales.
- I.5 Aplicación de los instrumentos de diagnóstico.

I.6 Triangulación de la información obtenida en distintas fuentes

I.7 Identificación de dificultades y potencialidades de los estudiantes en los ejes temáticos

I.8 Identificación de dificultades y potencialidades de los estudiantes para la utilización del GeoGebra.

Etapa II Selección o elaboración de ejemplos y ejercicios integradores, con asistencia del GeoGebra, que promuevan la actividad indagativa y la profundización en los contenidos

Objetivo: Seleccionar o elaborar ejemplos y ejercicios integradores, con asistencia del GeoGebra, que promuevan la actividad indagativa y profundización atendiendo al diagnóstico.

Acciones

II.1 Identificación y selección de ejemplos y ejercicios integradores de los ejes temáticos que promuevan la actividad indagativa y la profundización con asistencia del GeoGebra.

II.2 Elaboración de ejercicios integradores de los ejes temáticos que, atendiendo al diagnóstico, promuevan la actividad indagativa y profundización con asistencia del GeoGebra

II.3 Determinación de posibles errores que pudieran cometer los estudiantes en la realización de los ejercicios integradores.

II.4 Preparación de impulsos o ayudas a los estudiantes atendiendo a posibles errores

Etapa III. Utilización apropiada de ejemplos y ejercicios seleccionados o elaborados

Objetivo: Utilizar de manera adecuada los ejemplos y ejercicios integradores, así como los impulsos o ayudas planificadas.

Acciones

III.1 Planteamiento de ejercicios integradores según la planificación.

III.2 Utilización de ejemplos, ejercicios y materiales didácticos preparados digitalmente, según la planificación y necesidades, antes, durante o después de la solución de los ejercicios integradores y teniendo en cuenta las necesidades.

III.3 Ofrecer impulsos o ayudas planificadas o generadas, de manera diferenciada, atendiendo a los errores de los estudiantes o a situaciones no previstas.

Etapa IV. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Objetivo: Realizar la evaluación del aprendizaje incluyendo la coevaluación y autoevaluación de los estudiantes

Acciones

IV.1 Proporcionales pautas a los estudiantes para su autoevaluación cualitativa, acorde a sus particularidades y conocimientos previos

IV.2 Proporcionales pautas a los estudiantes para la coevaluación cualitativa, acorde a sus particularidades y conocimientos previos

IV.3 Evaluación por el docente atendiendo a la escala establecida y estimulando, a la vez, los avances individuales y grupales acorde a las condiciones, conocimientos y habilidades previas.

Precisiones y ejemplificaciones de algunas acciones de la estrategia

Teniendo en cuenta la naturaleza de algunas acciones de la estrategia, observaciones realizadas durante su introducción y recomendaciones de docentes entrevistados sobre esta, se precisan y ejemplifican algunos detalles para su mejor comprensión y aplicación.

En la primera etapa cabe precisar la acción I.4, teniendo en cuenta que el diagnóstico no se limita a la evaluación diagnóstica que tradicionalmente se realiza con ejercicios matemáticos: este incluye todas las fuentes de información escritas, visuales y orales que resulten necesarias para profundizar en determinados elementos.

En la Tabla 1 se muestra un registro de información para el diagnóstico o evaluación integral del aprendizaje de los estudiantes, que contiene ejemplos de técnicas e instrumentos para la extracción de información de distintas fuentes. La obtención de información de distintas fuentes y mediante distintas técnicas e instrumentos permite complementar y correlacionar datos, por ejemplo, el análisis de la solución de un ejercicio por un

estudiante no permite conocer el estado psicológico de este en el momento de realizar la evaluación escrita y, por tanto, no toma en cuenta una causa importante del resultado.

Tabla 1. Registro de información para el diagnóstico o evaluación integral del aprendizaje

Estudiante	Fuentes escritas	Fuentes orales	Fuentes visuales	Evaluación integral del aprendizaje
1. Evaluación diagnóstica: 1.1 con lápiz y papel 1.2 con asistencia del GeoGebra 2. Ejercicios realizados en libretas. 3. Ficheros GeoGebra elaborados o modificados	1. Entrevistas a estudiantes para profundizar en elementos no revelados en otras fuentes.	1. Observación del desempeño en la solución de ejercicios: 1.1 con asistencia del GeoGebra, 1.2 en la integración de contenidos de ejes temáticos	1. Autoevaluación 2. Coevaluación 3. Evaluación diagnóstica de contenidos, con una escala cualitativa	

Respecto a la segunda etapa, hay que aclarar que la acción II.2 Elaboración de ejercicios integradores resulta necesaria cuando en la anterior no se logra la identificación y selección de ejemplos apropiados y ejercicios, ni se satisfacen las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Con respecto a la cuarta acción, los impulsos o ayudas a los estudiantes tienen que concebirse, para situaciones estrictamente necesarias con vistas a que puedan continuar avanzando en la solución sin detrimento de su mayor independencia posible y creatividad.

En la tercera etapa se destaca la necesidad de que el maestro no se limite a la ejecución de las acciones planificadas atendiendo a un diagnóstico precedente, pues durante la solución de los problemas integradores pueden identificarse otras dificultades que merezcan atención inmediata.

En la cuarta etapa le corresponde al docente valorar con profundidad los criterios de autoevaluación y coevaluación de los estudiantes, considerando el punto de vista de ellos y esclareciéndoles cuidadosamente valoraciones incorrectas. El docente debe procurar que los estudiantes realicen su autoevaluación y coevaluación con los términos propios de su vocabulario y conocimientos, no imponerle la utilización de escalas y procedimientos que no puedan realizarlos correctamente.

Ejemplo de actividad de indagación y profundización por los estudiantes de cuarto grado

Para la exemplificación de la actividad indagativa y profundización con asistencia del GeoGebra, se toma del Tema 1. Multiplicación: modelos lineal y grupal, la representación de la multiplicación en la semirrecta numérica, lo que se conoce como modelo lineal. En el Texto del estudiante 4.º EGB (Ministerio de Educación, 2020), se ilustra desde una figura estática la multiplicación de 6×4 y destaca “Recuerda siempre: La multiplicación es una suma abreviada de sumandos iguales”. (p.80)

Si bien la mencionada representación es factible y se utiliza por los docentes para explicar dicho contenido, la estrategia pondera la actividad indagativa por los estudiantes y la profundización con la asistencia del GeoGebra, con vistas a plantear exigencias a los estudiantes que propicien un mayor desarrollo de su pensamiento y dominio del contenido. De acuerdo con este propósito, el docente, puede seleccionar o elaborar diferentes actividades indagativas y de profundización con la asistencia del GeoGebra.

Como ejemplo de dichas elaboraciones, en la Figura 2, se muestra un fichero GeoGebra que permite visualizar, de manera dinámica y apropiada, la multiplicación de dos números, “a” y “b”, comprendidos entre cero y 10, de manera muy sencilla, pues basta seleccionar a “a” o a “b”, y deslizarlos para observar de manera dinámica los cambios en las longitudes de los segmentos y reflexionar sobre la relación entre ellas. En la semirrecta numérica se representa el segmento OA, con longitud “a” y el segmento OB, con longitud “a x b”, además se representan estos segmentos, sin superposición, debajo de la semirrecta numérica para propiciar una mejor visualización y comprensión.

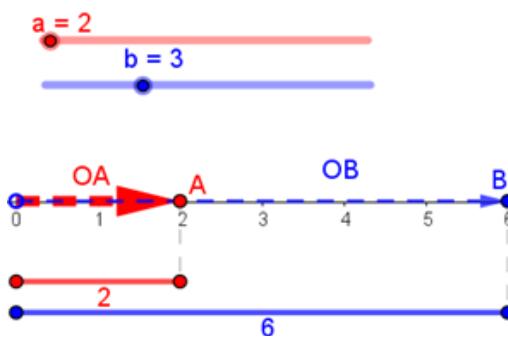


Figura 2. Vista para valores de $a = 2$ y $b = 3$

Cabe destacar que la colocación de saetas en los extremos derecho de los segmentos OA y OB obedeció a la conveniencia de resaltar la posición de dicho extremo en la recta numérica, aspecto que se puede lograr con una sencilla construcción con el GeoGebra, cuyo protocolo se muestra en la Tabla 1. La representación de los segmentos debajo de la semirrecta numérica es igualmente sencilla.

Tabla 2. Protocolo de construcción

nº	Nombre	Descripción	Valor
1	Número a		$a = 2$
2	Punto O	Intersección de EjeX, EjeY	$O = (0, 0)$
3	Punto A	$(a, 0)$	$A = (2, 0)$
4	Número b		$b = 3$
5	Vector OA	Vector(O, A)	$OA = (2, 0)$
6	Número c	$a b$	$c = 6$
7	Punto B	$(c, 0)$	$B = (6, 0)$
8	Vector OB	Vector(O, B)	$OB = (6, 0)$

Adicionalmente el docente, teniendo en cuenta las necesidades y potencialidades de los estudiantes puede incorporar o eliminar determinados elementos visuales o exigencias para propiciar vínculos convenientes entre los contenidos de los ejes temáticos, es decir, transformarlos en ejercicios más integradores que promuevan la actividad indagativa y profundización. Por ejemplo, a esta construcción con el GeoGebra se le podría incorporar exigencias relacionadas con perímetros y áreas de cuadrados, tomando los extremos de los segmentos como vértices de los cuadrados.

Otra posibilidad, entre muchas otras, sería elaborar ficheros GeoGebra sencillos con deslizadores para que los estudiantes desarrollen actividades exploratorias e investigativas con vistas a redescubrir relaciones geométricas, por ejemplo, entre el incremento de la longitud de los lados de un cuadrado y el incremento de su área, en la siguiente figura se muestran las vistas para dos valores distintos de “b” que determina la longitud de los lados de uno de los cuadrados y las posiciones de sus vértices.

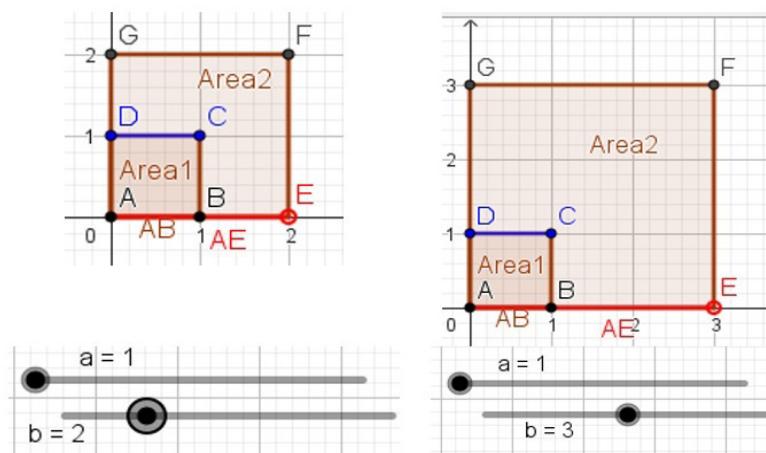


Figura 3. Vista para valores de $a = 1$, $b = 2$ y $b = 3$

DISCUSIÓN

Entrevista inicial a docentes sobre la utilización del GeoGebra en el cuarto grado

Con el propósito de obtener información sobre la utilización del GeoGebra en la integración de los contenidos de distintos ejes temáticos se realizó una entrevista a ocho docentes de la unidad educativa “20 de septiembre”, dos de los cuales laboraban en el cuarto grado y seis en la preparación y experiencia laboral en el grado. A continuación, se exponen las interrogantes que sirvieron de guía, y una síntesis de los resultados más importantes obtenidos, en los que coincidió más del 90 % de los entrevistados.

1. ¿Cuáles son las principales dificultades que existen en la enseñanza-aprendizaje de la matemática en cuarto grado?
2. ¿Cuáles dificultades existen en la integración de contenidos de las unidades temáticas?
3. ¿Utiliza el GeoGebra en la integración de contenidos de distintos temas? Explique o ejemplifique de qué

manera.

El análisis de las respuestas a estas interrogantes reveló como principales dificultades en el proceso de enseñanza- aprendizaje, a los efectos de esta investigación, las siguientes:

- Limitaciones en el diagnóstico de dificultades y potencialidades de los estudiantes de cuarto grado en ejes temáticos y el GeoGebra. No tener en cuenta la autoevaluación y coevaluación de los estudiantes.
- Escasa integración de los contenidos de los distintos temas
- Pobre utilización de métodos y medios de enseñanza – aprendizaje de matemática dinámica.
- Falta de preparación de los docentes para la utilización didáctica del GeoGebra

Evaluación integral del aprendizaje: antes y después de la implementación de la estrategia

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la evaluación integral del aprendizaje utilizando el registro presentado y una escala cualitativa con cuatro niveles de logro: muy bajo, bajo, medio y alto.

Tabla 2. Evaluación integral del aprendizaje: antes y después de la implementación de la estrategia

ESCALA CUALITATIVA	INICIAL		FINAL		DIF
	CANT	%	CANT	%	
ALTO	1	3.7	8	29.6	25.9
MEDIO	4	14.8	9	33.3	18.5
BAJO	10	37.0	8	29.6	-7.4
MUY BAJO	12	44.4	2	7.4	-37.0
TOTAL	27	100.0	27	100.0	0.0

Aunque en la evaluación final quedaron dos estudiantes en nivel muy bajo y ocho en bajo, las diferencias porcentuales entre los resultados finales e iniciales evidencian un impacto muy favorable en estos niveles pues entre ambos disminuye en más de 40 %, y el porcentaje de estudiantes en nivel alto se incrementa en más de la cuarta parte. Además del saldo positivo en la evaluación integral del aprendizaje, también cabe destacar desde lo cualitativo la importancia de la autoevaluación y coevaluación de los estudiantes, pues sirvieron de impulso para un mejor desempeño de estos en la solución de problemas integradores.

Entrevista final a docentes sobre la estrategia para la utilización del GeoGebra en el cuarto grado

Como parte de la validación de la estrategia para la utilización del GeoGebra en el cuarto grado fueron entrevistados 12 docentes, los ocho docentes de la unidad educativa “20 de septiembre” que participaron en la entrevista inicial y cuatro de otras instituciones con suficiente preparación académica para realizar valoraciones al respecto. Primeramente, se les explicó la estrategia, luego se les pidió que expusieran sus consideraciones sobre la misma y finalmente que valoraran el nivel de logros y de posibles impactos empleando la escala cualitativa de cuatro niveles: muy bajo, bajo, medio y alto.

Los resultados cualitativos fueron muy positivos, 11 (91,7 %) le otorgaron nivel alto y uno medio, no obstante, llamó la atención que más del 50 % de los entrevistados señaló las siguientes barreras para su introducción:

- Preparación de los docentes para la utilización del GeoGebra
- Preparación de los docentes para integrar de manera conveniente contenidos de distintos ejes temáticos.
- Preparación de los docentes para realizar una evaluación integral del aprendizaje de los estudiantes.
- Escasa disponibilidad de medios informáticos para la utilización del GeoGebra.

Si bien estas observaciones no le restan mérito a la estrategia indican la necesidad de preparar a los docentes atendiendo a los señalamientos expuestos. También sería conveniente realizar nuevos estudios para continuar profundizando en las relaciones que pueden establecerse entre contenidos de los ejes temáticos y las distintas opciones que tiene el GeoGebra.

CONCLUSIONES

El diagnóstico realizado evidenció importantes dificultades en la integración de contenidos de los ejes temáticos a partir de dificultades de los estudiantes, así como la utilización del GeoGebra con este propósito.

Los resultados de la evaluación integral del aprendizaje, utilizando el registro presentado con escala cualitativa, evidenció un impacto positivo de la estrategia en los estudiantes. Los criterios emitidos por los docentes con preparación y experiencia suficiente avalan la estrategia para la utilización del GeoGebra en el cuarto grado y aportan valiosos criterios para continuar favoreciendo su introducción en la práctica escolar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apolinario-Parrales, M. R., Zamora-Vinces, M. J., Ortiz-Aguilar, W. y Hernández-Hechavarría, C. M. (2024). Estrategia para el mejoramiento de la solución de problemas matemáticos por estudiantes de cuarto grado de la Escuela Nuestra Señora de Fátima. *Maestro y Sociedad*, 21(1), 22-28. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6337/6909>
- 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. (2017). Ejercicios geométricos con exigencias de orden, movilidad y construcción con asistencia del GeoGebra: ejemplos y observaciones didácticas. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(3), 1-32. <https://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/34>
- Hernández-Hechavarría, C. M., Ramos-Morales, M. A., & Martínez-Sánchez, F. (2022). 1. Curso de enseñanza de la Matemática con asistencia del GeoGebra: incidencia en un alumno. *EduSol*, 1–12. file:///C:/Users/Carlos%20Hernandez/Downloads/1-Carlos+M.+Hern%C3%A1ndez+Hechavarr%C3%ADA-1.pdf
- Jelatu, S., Sariyasa & Made Ardana, I. (2018). Effect of GeoGebra-aided REACT strategy on an understanding of geometry concepts. *International Journal of Instruction*, 11(4), 325-336. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11421a>
- Ministerio de Educación. (2016). Matemática 4. Guía del docente. Educación General Básica. Subnivel elemental. Maya Ediciones Cía. Ltda. Ecuador. <https://www.matematicasinclusivas.com>
- Ministerio de Educación. (2020). Matemática 4. Texto del estudiante. Educación General Básica. Subnivel elemental. Maya Ediciones. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/curriculo/Matematica/Matematica4.pdf>
- Ministerio de Educación. (2021). Curriculo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales. Educación General Básica, subnivel elemental. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/Curriculo-priorizado-con-enfasis-en-CC-CM-CD-CS_Elemental.pdf
- Mokotjo, L. G., & Mokhele, M. (2021). Challenges of integrating GeoGebra in the teaching of mathematics in South African high schools. *Universal Journal of Educational Research*, 9(5), 963-973. <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090509>
- Molina-Moreira, A.G. & 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., & 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>

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.

Debbie Janina Campuzano Castro, Katty Cecibel Vargas Mata, PhD. Wilber Ortiz Aguilar y PhD. Carlos Manuel Hernández Hechavarría: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.