MAESTRO y SOCIEDAD e-ISSN 1815-4867

Volumen 23 Número 2 Año 2026
Artículo original

Enseñanza-aprendizaje de funciones polinómicas con apoyo del GeoGebra y la Inteligencia Artificial

Teaching-learning of polynomial functions with the support of GeoGebra and Artificial Intelligence

Ensino-aprendizagem de funções polinomiais com apoio do GeoGebra e da Inteligência Artificial

M.Sc. Edison Marcelo Guachamboza García *[1], https://orcid.org/0009-0007-6358-7389
M.Sc. Ofelia Marlid Guano Castro [2], https://orcid.org/0009-0001-6014-7990
Ph.D. Carlos Manuel Hernández Hechavarría [3], https://orcid.org/0000-0003-1016-6357

[1] Unidad Educativa Camilo Gallegos Domínguez, Ecuador

[2] Unidad Educativa Francisco de Orellana, Ecuador

[3] Universidad de Oriente, Cuba

*Autor para correspondencia. email edmarcgg@gmail.com

Para citar este artículo: Guachamboza García, E. M., Guano Castro, O. M. y Hernández Hechavarría, C. M. (2026). Enseñanza – aprendizaje de funciones polinómicas con apoyo del GeoGebra y la Inteligencia Artificial. *Maestro y Sociedad*, 23(2), 1547-1554. https://maestroysociedad.uo.edu.cu

RESUMEN

Introducción: La enseñanza-aprendizaje de funciones polinómicas evidencia un escaso aprovechamiento de herramientas digitales como GeoGebra e Inteligencia Artificial (IA). Materiales y métodos: Con una muestra de 11 estudiantes y mediante observación directa y entrevistas, se analizó el desempeño en la resolución de un ejercicio utilizando siete posibles vías: tradicional, GeoGebra, IA e híbridas. Resultados y discusión: Los resultados muestran que un porciento muy alto de los estudiantes usó solo IA de forma mecánica, sin dominio conceptual; ninguno empleó combinaciones avanzadas (GeoGebra+IA); y se detectaron cinco dificultades principales, como el enfoque en el resultado más que en el pensamiento matemático y la falta de integración didáctica de las tecnologías. Conclusiones: Se concluye la necesidad urgente de estrategias metodológicas que promuevan el uso reflexivo y combinado de GeoGebra e IA, así como estudios más amplios que aborden la integración efectiva de estas herramientas para el perfeccionamiento de la enseñanza matemática.

Palabras clave: Enseñanza – aprendizaje, funciones polinómicas, GeoGebra, Inteligencia Artificial.

ABSTRACT

Introduction: The teaching-learning of polynomial functions shows a limited use of digital tools such as GeoGebra and Artificial Intelligence (AI). Materials and methods: With a sample of 11 students and through direct observation and interviews, performance in solving an exercise was analyzed using seven possible approaches: traditional, GeoGebra, AI, and hybrid. Results and discussion: The results show that a very high percentage of students used AI only mechanically, without conceptual mastery; none used advanced combinations (GeoGebra+AI); and five main difficulties were detected, such as the focus on the result rather than on mathematical thinking and the lack of didactic integration of technologies. Conclusions: It is concluded that there is an urgent need for methodological strategies that promote the reflective and combined use of GeoGebra and AI, as well as broader studies that address the effective integration of these tools for the improvement of mathematics teaching.

Keywords: Teaching – learning, polynomial functions, Gebra, Artificial Intelligence

RESUMO

Introdução: O ensino-aprendizagem de funções polinomiais evidencia um aproveitamento limitado de ferramentas digitais como GeoGebra e Inteligência Artificial (IA). Materiais e métodos: Com uma amostra de 11 estudantes e mediante

Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

observação direta e entrevistas, analisou-se o desempenho na resolução de um exercício utilizando sete possíveis vias: tradicional, GeoGebra, IA e híbridas. Resultados e discussão: Os resultados mostram que uma porcentagem muito alta de estudantes usou apenas IA de forma mecânica, sem domínio conceitual; nenhum empregou combinações avançadas (GeoGebra+IA); e foram detectadas cinco dificuldades principais, como o foco no resultado mais do que no pensamento matemático e a falta de integração didática das tecnologias. Conclusões: Conclui-se a necessidade urgente de estratégias metodológicas que promovam o uso reflexivo e combinado do GeoGebra e da IA, assim como estudos mais amplos que abordem a integração efetiva dessas ferramentas para o aprimoramento do ensino de matemática.
Palavras-chave: Ensino – aprendizagem, funções polinomiais, GeoGebra, Inteligência Artificial.

Recibido: 5/2/2026 Aprobado: 28/3/2026

Introducción

Diversos estudios y análisis sobre la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, y de las funciones polinómicas en particular, revelan dificultades, criterios sobre el uso de nuevas tecnologías y alternativas que requieren contextualización, ajustes o enriquecimiento acorde con el contexto, pues existen diferencias sustanciales no solo entre áreas geográficas, países, regiones e instituciones educativas, sino también dentro de los grupos de estudiantes, atendiendo a la preparación de docentes y estudiantes, la disponibilidad de medios, la conectividad a internet y otros factores.

Entre los estudios que señalan dificultades y criterios para el mejor uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas en Ecuador está el de Zamora-Cusme et al. (2025), quienes identifican como factor crítico la formación docente insuficiente y descontextualizada para integrar tecnología en la didáctica de las matemáticas y proponen avanzar hacia políticas que combinen infraestructura, formación docente, desarrollo de recursos pertinentes y un principio rector de equidad, para convertir a la tecnología en una verdadera herramienta de inclusión y desarrollo del pensamiento matemático.

Dentro de este orden de ideas, Huamán-Intiquilla (2025) destaca el impulso que ha dado la integración de tecnologías digitales a nuevas estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, así como la consolidación de GeoGebra en este contexto como una herramienta didáctica en la Educación Básica. Asimismo, Li (2025) considera el equilibrio entre el uso de herramientas computacionales y los métodos tradicionales para fomentar una comprensión integral de los principios matemáticos y la aplicación de funciones polinómicas específicamente. En consecuencia, estos autores dejan ver la importancia de la integración de tecnologías digitales para modificar métodos tradicionales.

Las funciones polinómicas es uno de los temas fundamentales de los programas de matemática de la educación básica de Ecuador, Cuba y otros países; por lo tanto, se desarrollan diversos estudios con vistas al perfeccionamiento de su enseñanza-aprendizaje de manera general y de otros temas estrechamente vinculados o implícitos en el estudio de dichas funciones; por ejemplo, Farto- González (2025) aborda los métodos para obtener raíces de polinomios con coeficientes enteros.

El estudio didáctico de los textos Matemática. Décimo grado (Rodríguez Meneses et al., 2023), Matemática 3. Bachillerato General (Ministerio de Educación de la República del Ecuador, 2024) y otros, así como observaciones de la práctica escolar, indican que se requiere una mayor profundización en la enseñanza de las funciones polinómicas con la utilización de nuevas herramientas digitales, entre las que se destacan las de inteligencia artificial y GeoGebra. En esta dirección, convendría profundizar en estudios de casos para precisar dificultades que permitan diseñar y utilizar materiales didácticos desde la perspectiva que plantean Hernández-Hechavarría, Arteaga-Valdés y del Sol-Martínez (2021).

Con respecto a la utilización de GeoGebra en la enseñanza de la matemática, existen criterios didácticos en múltiples aportaciones que evidencian potencialidades de este software para aplicarse o extenderse creativamente a la enseñanza de las funciones polinómicas, entre otros los planteados por Hernández-Hechavarría, Ramos-Morales y Martínez-Sánchez (2022), Hernández-Hechavarría (2018), Hernández-Hechavarría (2017) y, de manera especial, los referidos al uso de GeoGebra en ecuaciones, inecuaciones, sistemas y funciones (Hernández-Hechavarría, 2013), pues integra de manera congruente contenidos que generalmente se tratan sin una adecuada integración.

GeoGebra también ha demostrado efectividad en distintos contenidos y grados de la Educación Básica; por ejemplo, Abril-Barbecho et al. (2025) sobre polígonos, y Campuzano-Castro et al. (2025) y Puglla-Cabrera et al.

(2025) en cuarto grado, lo que corrobora el reconocimiento y las potencialidades del software de matemática para dicho nivel educativo.

La utilización de GeoGebra y la inteligencia artificial, así como su integración en la enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos, es uno de los temas importantes estudiados y que requiere mayor estudio; por ejemplo, Parra et al. (2025) comparan adecuadamente respuestas generadas por IAG y las dadas por un profesor en la resolución de un problema geométrico. Además, destaca la importancia de ChatGPT en el uso de GeoGebra y la necesidad de otras investigaciones que involucren a estudiantes para obtener una comprensión más profunda de la integración de ChatGPT en las lecciones de matemáticas (Yunianto et al., 2024).

Mediante la revisión de la literatura científica, observaciones y experiencias docentes, se ha constatado que existen dificultades en la enseñanza-aprendizaje de funciones polinómicas, y en este objeto de investigación se precisa como problema el desconocimiento de insuficiencias sobre la utilización de GeoGebra y la inteligencia artificial en el aprendizaje de dichas funciones, atendiendo a tipología de ejercicios y vías de solución.

Para contribuir a la solución de este problema, se aportan criterios sobre tipología de ejercicios y vías de solución, así como un estudio con procedimientos factibles en próximos estudios más extensos o profundos.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo el estudio se usaron diferentes métodos y técnicas. Se tomaron en cuenta las exigencias de documentos importantes para la enseñanza de la matemática, los criterios de la comunidad científica, y las experiencias de los docentes e investigadores. A partir de esto, se elaboraron criterios sobre el tipo de ejercicios matemáticos, las formas de resolverlos y las relaciones clave entre los componentes didácticos.

En concordancia con los criterios establecidos, se elaboraron tres problemas, con diferentes niveles de exigencias, y mediante reflexiones didácticas fue seleccionado el más sencillo porque sus características permitían un mejor acercamiento al estudio del desempeño de estudiantes con diferentes conocimientos y habilidades matemáticas, dominio del GeoGebra y de herramientas de IA.

Para la selección de estudiantes a los que se les propondría el ejercicio, se establecieron los siguientes criterios:

1. Disposición para resolver el ejercicio y entrevista con los investigadores.

2. Disponibilidad de computadora, celular o tablet con acceso a internet para aprovechar la posibilidad de utilizar el GeoGebra y herramientas de IA.

3. Incluir estudiantes con conocimientos previos que les permitieran resolver el ejercicio por alguna de las vías consideradas.

4. Incluir estudiantes sin conocimientos previos sobre funciones polinómicas, para valorar actividad investigativa de los estudiantes y la utilización de herramientas de IA.

Teniendo en cuenta estos criterios, fueron preseleccionados 23 estudiantes, y luego de un intercambio individual con cada uno, en el que fueron informados con mayor profundidad sobre el objetivo del estudio con fines solamente investigativos para la mejora educativa, confidencialidad de los resultados personales y de su rol en este, se precisó una muestra relativamente pequeña de 11 estudiantes, considerando su voluntad y compromiso para participar en el estudio, permitiendo la observación y registro de su desempeño en la resolución del ejercicio, ser entrevistados y mantener una comunicación apropiada con los investigadores con vista a profundizar en alguna observación. Si bien la muestra es relativamente pequeña, fue considerada apropiada teniendo en cuenta las exigencias de las acciones investigativas.

Se creó una guía de observación para el análisis y observación del rendimiento de los estudiantes en la resolución: antiguas sin la utilización de tecnologías emergentes, o con la ayuda de mediadores pedagógicos como GeoGebra y diversas herramientas de Inteligencia Artificial. Aunque no fue propósito esencial, de este estudio, profundizar en vías específicas, estas se tuvieron en cuenta para enriquecer las valoraciones generales.

Con vista a un enriquecimiento de la valoración del estudio, los resultados fueron entrevistados siete docentes, seis máster en educación y un doctor en Ciencias de la Educación.

Resultados

En la enseñanza – aprendizaje de la matemática, los tipos de ejercicios y alternativas de solución ocupan un lugar importante, atendiendo a los objetivos, conocimientos previos, necesidades-potencialidades de los estudiantes y los medios de enseñanza. En este sentido, se muestra, mediante un ejemplo, un acercamiento importante a la enseñanza – aprendizaje de funciones polinómicas con apoyo del GeoGebra y la inteligencia artificial. En la figura 1 se representan dichos componentes didácticos esenciales y relaciones que, de manera explícita o implícita, son apreciadas.

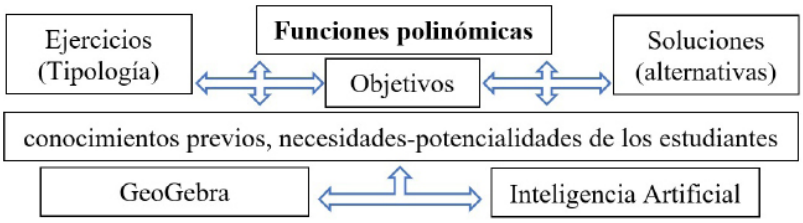


Figura 1 Componentes didácticos esenciales considerados en la enseñanza- aprendizaje de funciones polinómicas

Para el establecimiento de la tipología de ejercicios matemáticos pueden utilizarse múltiples criterios, entre otros los medios de enseñanza – aprendizaje que utilizan o periten utilizar (tradicionales o actuales como mediadores didácticos), nivel de complejidad y exigencias sobre las soluciones.

La selección y utilización correcta de los ejercicios tiene que responder a los conocimientos previos, necesidades y potencialidades de los estudiantes, procurando que constituyan problemas favorecedores del pensamiento matemático y creatividad de los estudiantes. Teniendo en cuenta estos criterios un mismo ejercicio puede constituir un problema para algunos y no para otros, promover o no su creatividad, por esa razón el nivel de complejidad que se declara tiene un carácter relativo.

Para la solución de ejercicios y problemas existen múltiples vías y variantes, generalmente atendiendo a estrategias y fases o pasos lógicos, pero en este estudio se centra la atención en tres tipos de vías, que aluden a aspectos generales como las soluciones tradicionales sin el empleo de nuevas tecnologías y la utilización de mediadores didácticos actuales como el GeoGebra y herramientas de Inteligencia Artificial, sin profundizar en vías específicas de dichas vías generales.

Vías de solución consideradas.

1. Tradicional (V-T). La que utiliza medios y procedimientos tradicionales (lápiz, papel, instrumentos de dibujo).
2. GeoGebra (V-GG). Utiliza solamente el GeoGebra.
3. Inteligencia Artificial (V-IA). Utiliza solamente herramientas de IA.
4. Hibrida tipo 1 (V-T-GG). Combina vía tradicional con el GeoGebra.
5. Hibrida tipo 2 (V-T-IA). Combina vía tradicional con herramientas de IA.
6. Hibrida tipo 3 (V-T-GG+IA). Combina vía tradicional con GeoGebra y herramientas de IA.
7. Hibrida tipo 4 (V-GG+IA). Combina GeoGebra con herramientas de IA

A continuación, se presenta el ejercicio seleccionado para el estudio, sus características y la tabla 1 con el resumen de observaciones generales sobre las vías de solución dadas por los estudiantes.

Ejercicio 1. Encuentra una función polinómica que intercepte al eje X en 2,-3 y 1. Puede utilizar el GeoGebra y herramientas de IA.

Características esenciales del ejercicio:

1. Aunque su elaboración no requiere del GeoGebra o herramientas de IA, desde su formulación permite su utilización.
2. El nivel de complejidad es bajo, no obstante, puede resultar complejo en algunos contextos, pues en los textos escolares no abundan en ejercicios de búsqueda de funciones, se enfocan principalmente en la búsqueda de ceros, representación y propiedades de una función dada.
3. No tiene exigencias sobre las vías de solución.
4. Estimula la utilización del GeoGebra y herramientas de IA como mediadores, en especial para los que

no dominan el contenido matemático.

Tabla 1 Resumen de observaciones generales sobre las vías de solución por los estudiantes

VÍA	CE	CFP	CGG	CIA	OBSERVACIONES
1.(V-T)	2 (18,18%)	2	2	1	Dos estudiantes utilizaron vías tradicionales, uno de con la creencia de que resulta más interesante y podía demostrar habilidades sin necesidad de herramientas de IA, aunque supiera hacerlo con ellas. El otro estudiante utilizó la vía tradicional pensando que obtendría mayor puntuación.
2.(V-GG)	1 (9,09%)	1	1	1	El estudiante utiliza el GG, encuentra forma factorizada f(x)=(x-2)(x+3)(x-1) y gráfica, pero considera que no es válida, trata de llevarla a la expresión polinómica general f(x)=ax3+bx2+cx+d con el GG pero no pudo, evidenciando escasas habilidades investigativas para encontrarla con el software
3.(V-IA)	6 (54,55%)	3	2	6	Seis estudiantes resuelven el ejercicio con una herramienta digital (Qwen, DeepSeek, Copilot y otras), pero solo uno mostró dominio de conceptos claves de las funciones polinómicas, y posteriormente, por solicitud de los investigadores lo resolviera por una vía tradicional.
4.(V-T-GG)	1 (9,09%)	1	1	1	El estudiante inició el proceso de solución por vía tradicional y al no poder avanzar pasó a resolverlo con el GG, aunque requirió ayuda para la utilización del software.
5.(V-T-IA)	1 (9,09%)	1		1	El estudiante inició el proceso de solución por vía tradicional y al no poder avanzar pasó a resolverlo con IA.
6.(V-T-GG-IA)	0				
7.(GG+IA)	0				

Nota: Las columnas se identifican como: VÍA: Vía utilizada para resolver el ejercicio, CE: Cantidad de estudiantes que utilizaron la vía, CFP: Conocimientos previos sobre funciones polinómicas, CGG: Conocimientos básicos del GeoGebra, CIA: Conocimientos básicos de Inteligencia Artificial y, OBSERVACIONES: Observaciones generales sobre las soluciones por los estudiantes y entrevistas no estructuradas para precisar elementos no apreciados en el proceso de solución del ejercicio o la respuesta dada.

La Tabla 1 muestra datos y observaciones generales sobre las vías de solución aportadas por los estudiantes que merecen reflexión de los docentes. Los dos estudiantes que utilizaron vías tradicionales, uno mediante productos que conducían a la función, y el otro por evaluación de una función polinomial de grado 3 que conduce a un sistema de ecuaciones cuyas soluciones son los coeficientes de la función buscada f(x)=ax3+bx2+cx+d ; revelaron creencias y criterios que apuntan a darle mayor valor a las vías tradicionales, sin embargo, al ser entrevistados se pudo apreciar que tenían como fundamento personal la posibilidad de que cualquier estudiante sin muchos conocimientos y creatividad pudieran dar una respuesta correcta tomada, sin ningún esfuerzo considerable, de alguna herramienta digital. Además, uno de ellos planteó, que frecuentemente los docentes no tienen en cuenta estos elementos y otorgan máxima puntuación a los estudiantes y no era justo.

El estudiante que utilizó el GeoGebra encontró con relativa facilidad la forma factorizada, pues dominaba conceptos clave; sin embargo, no mostró habilidades investigativas para encontrarla con el software la forma polinómica general f(x)=ax3+bx2+cx+d, como quería expresarla en su respuesta, lo que constituye un indicador de la necesidad de promover en mayor medida la actividad investigativa con la asistencia del software; por ejemplo, en este caso una sencilla búsqueda pudo llevarlo a encontrar la opción g(x) = Polinomio(f(x)).

Llama la atención que de los seis estudiantes que utilizaron una herramienta digital (Qwen, DeepSeek, Copilot y otras), solo uno mostró dominio de conceptos claves de las funciones polinómicas y, posteriormente, por solicitud de los investigadores, resolviera el ejercicio por una de las vías tradicionales distinta a la que encontró utilizando una herramienta digital, además de responder de forma tradicional una variante más exigente del problema planteado, lo que indica que aprovechó acertadamente una de las opciones más sencillas que permite el ejercicio: utilizar herramientas de IA.

El hecho de que dos estudiantes iniciaran la solución del ejercicio por una vía tradicional y, al no poder avanzar, utilizaran el software o herramienta de IA fue acertado, aunque el que pasó a utilizar la IA solo la utilizó para dar respuesta a los docentes, no para estudiarla y apropiarse de contenidos esenciales sobre las funciones polinómicas; es decir, no se utilizó como una herramienta de investigación en función del aprendizaje.

Con el propósito de profundizar en el desempeño de los estudiantes, fueron entrevistados teniendo en cuenta las vías utilizadas y dificultades apreciadas; además, se les dieron distintos impulsos e indicaciones, de manera diferenciada, acorde a las observaciones realizadas, para identificar y valorar la utilización e integración

de herramientas de IA y el GeoGebra. Un ejemplo de estos impulsos e indicaciones fue: con apoyo de la Figura 2, comentarle la definición de función polinomial y fragmentos del gráfico de una de las posibles funciones; posteriormente, se le pidió que encontrara un procedimiento para solucionar el ejercicio propuesto.

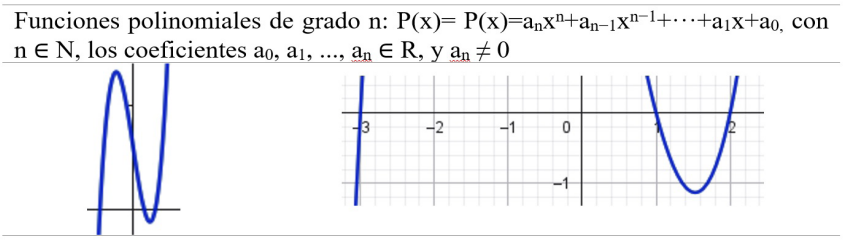


Figura 2 Definición de función polinomial y gráfico dado al estudiante

Discusión

Los elementos expuestos y análisis efectuados evidencian dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Matemática y de las funciones polinómicas en particular, tales como:

1. Utilización mecánica, no razonada, de herramientas de Inteligencia Artificial.
2. Falta de dominio y utilización del GeoGebra en la solución de ejercicios y problemas.
3. Centrar la atención en los resultados y no en el desarrollo del pensamiento de los estudiantes.
4. Falta de claridad conceptual y procedimental para la utilización o integración de distintas vías de manera conveniente, en la solución de ejercicios
5. Desconocimiento y no aprovechamiento de la utilización combinada de herramientas de IA con el GeoGebra.

Para un enriquecimiento de la valoración del estudio, los resultados fueron entrevistados 7 docentes, 6 máster en educación y un doctor en Ciencias de la Educación; los criterios fundamentales fueron:

1. Revela una situación crítica en la utilización de software de matemática dinámica y herramientas de IA, así como su integración de manera provechosa.
2. Apremian investigaciones con alcances nacionales, territoriales e institucionales para solucionar las dificultades reveladas y otras que no fueron objeto del estudio.
3. Los criterios planteados sobre la tipología de ejercicios y vías de solución, abren el camino para nuevas clasificaciones e indicadores de estudio didáctico integrador de vías tradicionales y con nuevas tecnologías y formas de comunicación.

El presente estudio, limitado a una muestra pequeña y contexto específico, así como las dificultades encontradas, sugieren un estudio más extenso y profundo sobre la integración tecnológica del GeoGebra con IA que permitan avances sustanciales en la enseñanza de la matemática mediante la integración efectiva GeoGebra-IA y el establecimiento de criterios para las relaciones entre los distintos componentes didácticos. Además, hace pensar en direcciones investigativas motivantes como “ecosistemas cognitivo-tecnológicos” y “pedagogías de co-razonamiento humano-IA”

Conclusiones

Se evidencia un escaso aprovechamiento de lo que brindan la IA y el GeoGebra como mediadores didácticos, de intencionalidad didáctica en el planteamiento, tratamiento y evaluación de ejercicios y problemas matemáticos. Los estudiantes muestran un escaso dominio y utilización de herramientas digitales en función de su aprendizaje; plantean que generalmente son conocidas de manera informal, no por orientación docente, y que muchas veces las utilizan de manera mecánica para obtener una evaluación máxima, aunque no dominen el contenido.

Las dificultades expuestas demandan nuevos estudios sobre la utilización e integración didáctica de herramientas de IA con software de matemática dinámica, así como propuestas que permitan solucionarlas. En este sentido, urgen estrategias, metodologías y acciones a corto, mediano y largo plazos enfocadas en

una o varias de ellas, pues el desarrollo tecnológico, actual y continuo de estas, plantea retos y cambios trascendentales para el perfeccionamiento didáctico.

Referencias bibliográficas

Abril-Barbecho, M. F., Carranza-Moreira, M. A., Vázquez-Álvarez, A., & Hernández-Hechavarría, C. M. (2025). Estrategia para la enseñanza-aprendizaje de los polígonos con asistencia de GeoGebra en séptimo año de la Educación General Básica. Sinergia Académica, 8(3), 297–320. https://sinergiaacademica.com/index.php/sa/article/view/569/1193

Campuzano-Castro, D. J., Vargas-Mata, K. C., Ortiz-Aguilar, W., & 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

Farto-González, S. (2025). Revisión de métodos utilizados en educación secundaria para obtener raíces de polinomios [Trabajo final de máster de Profesor en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Especialidad de Matemáticas. Universidad de Valladolid]. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/78851

Hernández-Hechavarría, C. M. (2013). Consideraciones para el uso del GeoGebra en ecuaciones, inecuaciones, sistemas y funciones. Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas, 82, 115–129. http://funes.uniandes.edu.co/3646/1/Hern%C3%A1ndez2013ConsideracionesNumeros82.pdf

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. (2018). Problemas a partir de un problema de Olimpiada Internacional de Matemática: Propósitos y consideraciones didácticas. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 5(2), Artículo 14. https://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/56/452

Hernández-Hechavarría, C. M., Arteaga-Valdés, E., & del Sol-Martínez, J. L. (2021). Utilización de los materiales didácticos digitales con el GeoGebra en la enseñanza de la matemática. Revista Conrado, 17(79), 7–14. https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1689

Hernández-Hechavarría, C. M., Ramos-Morales, M. A., & Martínez-Sánchez, F. (2022). Curso de enseñanza de la matemática con asistencia del GeoGebra: Incidencia en un alumno. EduSol, 1–12.

Huamán-Intiquilla, R. (2025). GeoGebra en el entorno educacional básica: Una revisión sistemática. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 9(39), 3194–3210. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i39.1112

Li, Y. (2025). Enhancing polynomial function education in secondary mathematics through Python-based computational tools: A dual approach to theoretical learning and practical application. Pinnacle Academic Press Proceedings Series, 1, 66–71. https://pinnaclepubs.com/index.php/PAPPS/article/view/30

Ministerio de Educación de la República del Ecuador. (2024). Matemática 3. Bachillerato general: Texto del estudiante para la transición curricular (1.ª ed.). [dato faltante]. https://librosministerioecuador.com/matematica-3bgu/?amp=1

Parra, V., Corica, A., Sureda, P., Godoy, D., & Schiaffino, S. (2025). Comparación de respuestas generadas por IAG y un profesor en la resolución de un problema geométrico con GeoGebra. Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM), 5(2), e202505. https://doi.org/10.54541/reviem.v5i2.144

Puglla-Cabrera, C. N., Guato-Andaluz, N. Y., Vázquez-Álvarez, A., & 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/index.php/MyS/article/view/7103/9387

Rodríguez Meneses, F. E., et al. (2023). Matemática. Décimo grado. Editorial Pueblo y Educación. https://biblioteca.cubaeduca.cu/s/biblioteca-cubaeduca/page/decimo-grado

Yunianto, W., Lavicza, Z., Kastner-Hauler, O., & Houghton, T. (2024). Investigating the use of ChatGPT to solve a GeoGebra-based mathematics + computational thinking task in a geometry topic. Journal on Mathematics Education, 15(3), 1027–1052. https://doi.org/10.22342/jme.v15i3.pp1027-1052

Zamora-Cusme, R. A., Pihuave-Calderon, L. F., García-Vélez, W. C., & Gorozabel-Intriago, G. G. (2025). Uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas en el Ecuador. Santiago, 166, 677–681. https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/28956

Conflicto 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 responsable 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.

Edison Marcelo Guachamboza García, Ofelia Marlid Guano Castro y Carlos Manuel Hernández Hechavarría contribuyeron de manera coordinada en la conceptualización, redacción del borrador original, su revisión y edición.