

Tipo de artículo: Artículo original

# Propuesta metodológica para el uso de Geogebra en la enseñanza de funciones Polinómicas

## *Methodological proposal for the use of Geogebra in the teaching of Polynomial functions*

Carmen Cecilia Mera Mieles<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-4167-7160>

Oswaldo Fosado Tellez<sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-2245-2943>

<sup>1</sup> Unidad Educativa Fiscal Pedro Balda Cucalon. Universidad Técnica de Manabí. Estudiante de la Maestría en Pedagogía mención de los entornos digitales, Ecuador. [carmitamemi\\_1970@hotmail.com](mailto:carmitamemi_1970@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. [osvaldo.fosado@utm.edu.ec](mailto:osvaldo.fosado@utm.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [carmitamemi\\_1970@hotmail.com](mailto:carmitamemi_1970@hotmail.com)

### Resumen

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha impactado la práctica académica del docente de matemática en Ecuador, por lo que ha tenido que recurrir al uso de ambientes virtuales, en situación de pandemia, llevándolo a innovar con propuestas metodológicas que le han facilitado el desarrollo de capacidades lógico matemáticas en sus estudiantes, tal es el caso del uso de la GeoGebra, como herramienta versátil para el manejo de los diversos contenidos de esta disciplina académica. Se fundamenta en las Teoría Cognitiva del Aprendizaje de Piaget y la Teoría Socio-Cultural de Vygotsky, además su uso fortalece el perfil de salida de los bachilleres ecuatorianos (justicia, innovación y solidaridad). La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental donde se trabajó con dos grupos control no equivalente, de 30 estudiantes cada uno, se realizó un pretest y un postest donde se manipuló a la variable “estrategia de enseñanza de las matemáticas” para medir el efecto sobre la variable “el aprendizaje de las funciones polinómicas”. Se aplicó una prueba inicial para determinar los conocimientos de entrada, posteriormente se aplicaron las estrategias didácticas (Geogebra y Exposición del docente) para enseñar funciones polinómicas y evaluación los conocimientos de salida. Se calcularon estadísticas descriptivas, correlaciones y student's t-test con el uso del software SPSS 23.0. Los resultados en el aprendizaje de los estudiantes mejoraron de manera significativa, según las evaluaciones realizadas al final del proceso pedagógico, por lo que se demostró que los estudiantes optimaron su desempeño en matemática a partir del uso de la GeoGebra en sus procesos de aprendizaje en funciones.

**Palabras clave:** GeoGebra; enseñanza de matemáticas; funciones polinómicas; desempeño estudiantil.

### Abstract

*Information and Communication Technologies (ICT) have impacted the academic practice of mathematics teachers in Ecuador, for which they have had to resort to the use of virtual environments, in a pandemic situation, leading them to innovate with methodological proposals that have facilitated the development of logical mathematical abilities in their students, such is the case of the use of GeoGebra, as a versatile tool for managing the various contents of this academic discipline. It is based on Piaget's Cognitive Theory of Learning and Vygotsky's Socio-Cultural Theory, and its use strengthens the exit profile of Ecuadorian high school graduates (justice, innovation and solidarity). The research was developed under a quantitative approach with a quasi-experimental design where two non-equivalent control groups of 30 students each were worked on, a pre-test and a post-test were carried out where the variable "mathematics teaching strategy" was manipulated to measure the effect on the variable "learning polynomial functions". An initial test was applied to determine the input knowledge, then the didactic strategies (Geogebra and*



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

*Teacher's Exposition) were applied to teach polynomial functions and evaluation of the output knowledge. Descriptive statistics, correlations and Student's t-test were calculated using SPSS 23.0 software. The results in the students' learning improved significantly, according to the evaluations carried out at the end of the pedagogical process, so it was shown that the students optimized their performance in mathematics from the use of GeoGebra in their learning processes in functions.*

**Keywords:** *GeoGebra; mathematics teaching; polynomial functions; student performance.*

**Recibido:** 18/12/2021  
**Aceptado:** 30/04/2022

## Introducción

Las Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC), han jugado un papel fundamental en las nuevas tendencias educativas, sobre todo a finales del siglo XX y en estas dos primeras décadas del siglo XXI, por cuanto la praxis del docente se han orientado a promover un tipo de aprendizaje en los estudiantes, a partir del manejo de herramientas relacionadas con distintas propuestas tecnológicas y nuevas formas de comunicación, para lograr el desarrollo de los contenidos programáticos y lograr que los estudiantes alcancen los objetivos propuestos en las distintas áreas del saber haciendo uso de los ambientes e-learning, ambientes virtuales y otros tipos de herramientas que puedan ser utilizadas en las actividades pedagógicas (Ingavelez-Guerra et al., 2022).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2015), viene promoviendo lineamientos educativos en La Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, el Objetivo N 4°, relacionado con la inserción social para “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y de promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos los estudiantes”.

Estos lineamientos suministran el Marco de competencias de los docentes en materia de TIC, a partir de un conjunto de directrices a los Estados miembros, para garantizar la formación de sus estudiantes en los niveles de educación básica, media y diversificada en materia de innovación educativa y para empoderar a los estudiantes en La Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 (UNESCO, 2015), al versar en el Objetivo N 4°, la inclusión de esos elementos sociales porque reconoce que se debe “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y de promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos los estudiantes”, lo que compromete a los encargados de promover las políticas públicas educativa en cada uno de los países y a los docentes, quienes tienen la responsabilidad de orientar a



sus estudiantes, para que desarrollen su práctica educativa en estos niveles del sistema educativo utilizando las TIC con igualdad y calidad en el proceso de enseñanza.

El uso de las TIC en la práctica docente va a suministrar los medios necesarios para llevar a cabo experiencias de enseñanza aplicando diferentes herramientas didácticas que hacen que los estudiantes puedan tener aprendizajes significativos (Rave Ospina, 2008). El docente debe llevar a cabo un conjunto de destrezas pedagógicas alineadas con las nuevas tendencias del aprendizaje de forma innovadora sustentándose en las herramientas tecnológicas que pueden ser utilizadas para lograr formación en sus estudiantes.

Estas nuevas orientaciones educativas producto de la adaptación de la tecnología a los procesos educativos han dado espacio para la promoción de un conjunto de recursos y procesos propios de la administración curricular. Tales son los casos de los softwares educativos, creados con la finalidad de ser utilizados para facilitar los procesos de enseñanza y favorecer el aprendizaje, con algunas características particulares tales como: la facilidad de uso, la interactividad y la posibilidad de personalización de la velocidad de los aprendizajes (Narváez Tuirá, 2015). Estos softwares educativos, muchas veces denominados asistentes matemáticos, ofrecen una gran diversidad de alternativas a los docentes, y especialmente a los que se desempeñan en la enseñanza de las matemáticas.

Con el uso de los softwares educativos, el docente de matemática puede lograr que sus estudiantes puedan desarrollar capacidades en asignaturas, por demás complejas, como son: Estadística, Algebra Computacional, Geometría Dinámica y Calculo Numérico. (Rodríguez, Pérez, Quero, & Rodríguez, 2021). Las enseñanzas de los contenidos de estas asignaturas pueden ser apoyadas con el uso de la tecnología que suministran los programas computarizados, que vienen funcionando como herramientas útiles para innovar dentro de los escenarios de aprendizajes y fomentar nuevos estilos de enseñar, y aprender funciones polinómicas, de tal manera que el estudiante pueda desarrollar sus capacidades académicas de una forma más atractiva y fácil los procesos propios de las matemáticas.

Según De la Osa (2016), “las matemáticas son fundamentales para el desarrollo intelectual de las personas”, por cuanto las lleva a desarrollar capacidades lógicas-matemática, también orienta a razonar ordenadamente y les prepara para el pensamiento, la crítica y la abstracción (Becerra-Quiñonez et al., 2018), pero si estos procesos son apoyados con herramientas tecnológicas se logra interacción del estudiante con situaciones de aprendizaje que lo encaminen a



construir conocimientos significativos, a tener una visión global de la importancia que tiene el desarrollo de capacidades en el área de las matemáticas.

La innovación tecnológica ha puesto a disposición herramientas para enseñar Matemáticas apoyado en el uso de las TIC. Tales como: Math Cilenia (Minijuegos para practicar las operaciones básicas) Math Jump para Android e iOS (para resolver problemas), Calculadoras matemáticas (hacer operaciones de forma rápida y sencilla), Ábaco online (aprender a sumar), Descartes (para trabajar con algebra, estadística o funciones), GeoGebra (es una multiplataforma para realizar simulaciones del algebra con la geometría), Geometría Dinámica (realizar geometría de forma interactiva), Dièdrom (trabajar con 3D, volumen), Math Papa (resolver ecuaciones), Wiris (resolver expresiones algebraicas), Demos (estudios de funciones de forma gráfica), también existen videos para la enseñanza de las matemáticas, juegos y actividades interactivas, matemática práctica, entre otros software (Aulaplaneta, 2015).

El GeoGebra es una herramienta digital utilizada por los docentes para enseñar a los estudiantes a graficar, realizar figuras geométricas, trabajar con pizarras interactivas, utilizados con aplicaciones de Geometría, Álgebra y Álgebra computacional. Es una potente herramienta que armoniza con una interfaz intuitiva y ágil, y funciona como una herramienta de autoría para crear recursos de aprendizaje interactivos, se encuentra disponible en una gran cantidad de idiomas para usuarios del mundo, además de ser un software de código abierto libre y disponible para usos no comerciales. Por otro lado, facilita la creación de páginas web, dinámica e interactiva; admite compartir innovaciones con los wikis, se utiliza con la plataforma de Java (para ser utilizado con sistema de Windows, Linux, Solaris o MacOS X.).

Este software es muy versátil porque de manera sencilla facilita que el manejo de la aritmética (variables complejas, números naturales, equivalencias, matemáticas), la geometría (intersecciones de planos, fases lunares, cambio de sistema de referencia, proyecciones cartográficas), la trigonometría (triángulos caprichosos, clasificaciones, círculo unitario, funciones), los polinomios, cálculo (área limitada, área entre dos curvas), probabilidades (rompecabezas, fractales, juegos simulaciones), algebra (intersecciones de planos, sistemas de referencias, proyecciones cartográficas, Mercator), funciones (variables complejas, funciones crecientes, área limitada, gráficas) y estadísticas (juegos como el ahorcado, puntos y rectas, conjuntos).



Con GeoGebra los docentes pueden aplicar estrategia didácticas orientadas al desarrollo de actividades matemáticas, dependiendo de las edades de los estudiantes, tales como: para estudiantes entre 6 -10 años promueven actividades relacionadas con las fases lunares, la Educación Básica, círculos y circunferencia, conjuntos; para estudiantes entre 11-14 años, parametrización curvas, redes y grafos, producto de polinomio, matemática; para los de 15-18 años para enseñarles modelos, proyecciones cartográficas, isometrías. Para los estudiantes universitarios, GeoGebra puede ser utilizado para la enseñanza del análisis cinemático, variables complejas y cambios de sistema de referencia.

Como puede notarse, es una herramienta computacional que puede ser aprovechada con un enfoque didáctico, para estructurar y promover el desarrollo de la habilidad de comprender, visualizar y comunicar las matemáticas. Es utilizada como una forma de integrar diferentes materiales de apoyo a partir de la implementación de los instrumentos semióticos que se articulan en los procesos de enseñanza y aprendizaje; así desarrollan la habilidad de transferencia entre los registros de representación de los conceptos y con ello la capacidad de comunicar y representar ideas matemáticas (López, Alanís, & Pérez, 2005).

También es utilizado para intensificar el aprendizaje de funciones poligonales, utilizando las técnicas de representación de imágenes dinámicas, que facilitan la visualización de los conceptos y requiere un proceso de razonamiento de los alumnos. Al ser utilizado para promover experiencias de aprendizaje donde se observen representaciones visuales relacionadas a las teorías matemáticas, que sirva para complementar los conceptos, por lo que se requeriría el uso de un material didáctico manipulable, para facilitar la ejercitación de las capacidades de visualización de los estudiantes.

El uso de GeoGebra para trabajar con expresión algebraica, como lo es el polinomio, para realizar operaciones ordenadas de números finitos o monomios, este software es muy amigable, porque facilita la suma de dos polinomios se suman los coeficientes de los términos del mismo grado, ordenarlos, agruparlos según el grado, sumar monomios semejantes, multiplicar o dividir número por un polinomio, entre otras operaciones (GeoGebra, 2002).

En el entendido de que la enseñanza de la matemática es uno de los pilares de la educación obligatoria, implica el producto que se obtenga con el uso de esta herramienta, una vez aprobado el proyecto y llevar a cabo la investigación, resultará ser un aporte importante para fortalecer el perfil de salida de los bachilleres ecuatorianos (justicia, innovación y solidaridad), y que en el proceso educativo, emplear las TIC para integrar ambientes colaborativos, a partir del uso de herramientas tecnológicas, tales como pizarras interactivas, teléfonos inteligentes, tabletas, obliga al docente a innovar



y crear estrategias para optimizar su práctica pedagógica con la enseñanza de la matemática que motiven a los estudiantes a desarrollar capacidades para que su aprendizaje puedan lograrlo de una manera más práctica. (Alcívar, et al, 2019). Se toma a colación que en investigaciones recientes se comprobó que en clases donde se reforzó sólo la utilización de fórmulas, los alumnos no pudieron reconocer las gráficas de aquellos conceptos estudiados (Benedicto, 2012).

El uso de la GeoGebra se adecua a los fundamentos de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje de Piaget y la Teoría Socio-Cultural de Vygotsky. Para Jean Piaget el aprendizaje está centrado en la evolución o desarrollo del niño y lo define como “Psicología evolutiva” o “Psicología del desarrollo”, este explica que el desarrollo evolutivo se observa en el paso del tiempo y desarrolla o coarta el aprendizaje. Hay elementos innatos tales como: la inteligencia, la curiosidad, la motivación y algunos aspectos de las estructuras de la mente y se enfatiza en el desarrollo personal del estudiante, su participación activa en la forma como aprende y el contexto donde se desenvuelve para construir sus propios significados, expresa Ríos (1999; citado por Sarmiento Santana, 2007), que:

“Una explicación acerca de cómo llegamos a conocer en la cual se concibe al sujeto como un participante activo que, con el apoyo de agentes mediadores, establece relaciones entre su conocimiento cultural y la nueva información para lograr reestructuraciones cognitivas que le permitan atribuirle significado a las situaciones que se le presentan” (p. 22).

Se resalta que, GeoGebra ofrece la posibilidad de manipular los recursos disponibles: mover objetos en la pantalla, cambiar el periodo, el conjunto de imágenes de las funciones estudiadas, donde el alumno se transforma en el constructor de su propio conocimiento, demostrando la capacidad de formular nuevos problemas matemáticos, dinamizando y personalizando su proceso de aprendizaje. En estudios realizados en estudiantes de segundo de bachillerato se observó cómo los estudiantes que utilizaron la herramienta matemática de apoyo, para las actividades a partir de una secuencia de pasos y lograron obtener el gráfico de la función solicitada, con esto se comprobó que este software les permite comprender de una forma más amigable las funciones matemáticas, logrando aplicarlo en su vida diaria (Maia & Gomes, 2015).

Para lograr este nivel de comprensión del estudiante, es responsabilidad del profesor crear las condiciones favorables para que el proceso de enseñanza y el de aprendizaje sea favorable, se debe incorporar a este proceso la tecnología,



proporcionándole una nueva forma de aprender: dinámica, interactiva, autónoma, que fomente la curiosidad y creatividad.

De acuerdo a la Teoría de Piaget el aprendizaje de las matemáticas se origina sobre la base de conocimientos previos, y el docente debe propiciar en el estudiante experiencias guiadas para manipular materiales, preguntar y describir experiencias, utilizar representaciones simbólicas, aplicar los nuevos conceptos a diferentes contextos que provoquen la búsqueda de soluciones, que es lo que se realizó con la aplicación GeoGebra.

En cuanto a Lev Vygotsky y su teoría del Aprendizaje y el análisis histórico cultural del pensamiento indica que la conducta no se limita a responder a los estímulos, sino que actúa con intención, y en el interés por la relación que existe entre el aprendizaje y su desempeño en la sociedad (Lucci, 2006) y enfatiza que las personas aprenden a través de sus experiencias en la cotidianidad y el docente debe promover estrategias que lo orienten a construir sus propios aprendizajes (Paiva, 2004), entonces con el uso de la GeoGebra puede realizar acompañamientos pedagógicos que motiven al aprendizaje de las funciones polinómicas en situaciones reales.

De acuerdo a las pruebas PISA, el desempeño promedio de Ecuador es de 377 / 1000, esto significa que muchos educandos tienen graves dificultades para desenvolverse en situaciones que requieren la capacidad de resolver problemas matemáticos. El 70,9% de los alumnos de Ecuador no alcanzan el nivel 2, que se identifica como el nivel de desempeño básico en matemáticas (INEVAL, 2018). Por lo que la innovación en nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de las matemáticas puede mejorar los problemas del desempeño en matemática de los estudiantes, una de estas propuestas innovadora es el uso del software educativo.

En virtud de lo anterior surge la hipótesis que motivó la presente investigación: Aplicar el proceso de enseñanza de las matemáticas utilizando la herramienta computacional GeoGebra mejora el desempeño de los estudiantes para resolver problemas relacionados con las funciones polinomiales a diferencia de los estudiantes a quienes se les imparten los mismos contenidos con exposición del docente.

## **Materiales y métodos**

El desarrollo de la investigación requirió llevar adelante un conjunto de procedimientos sistémicos, lógicos y relacionados para llevar a cabo una estrategia que facilitara validar la hipótesis que motivo el presente estudio. La



investigación es de corte cuantitativo, basado en un diseño cuasiexperimental donde se trabajó con dos grupos control no equivalente para realizar un pretest y un postest a partir de la manipulación de la variable independiente “estrategia de enseñanza de las matemáticas” para medir el efecto sobre la variable dependiente “el aprendizaje de las funciones polinómicas”. Se trabaja en un grupo de forma virtual y se trabaja con la GeoGebra para enseñar funciones polinómicas y al otro grupo con clase presencial, a los cuales se les se les impartieron los mismos contenidos, a través de exposición del docente.

La investigación es de tipo explicativa, se trabajó con una población de 240 estudiantes y la muestra fue de 60 estudiantes divididos en dos grupos de 30 cada uno. A ambos se les aplicó una prueba inicial para determinar los conocimientos de entrada, posteriormente se aplicaron las estrategias didácticas (GeoGebra y Exposición del docente) para enseñar funciones polinómicas. Finalmente se aplicó una prueba para verificar el aprendizaje en ambos grupos. Los resultados de las evaluaciones fueron procesadas con el programa SPSS 23.0 con la finalidad de calcular estadísticos descriptivos, correlaciones y el estadístico de prueba fue la t de student.

## Resultados y discusión

Se dividieron los dos grupos (control y experimental) a los cuales se les aplicó la prueba diagnóstica, para conocer las conductas de entradas donde se obtuvieron los siguientes resultados: En el Cuadro 1, titulado Calificaciones de la Evaluación de diagnóstica/Grupo Control se puede observar que existe una distribución muy similar en las calificaciones obtenidas entre el Rango de calificación de 2 a 10 puntos.

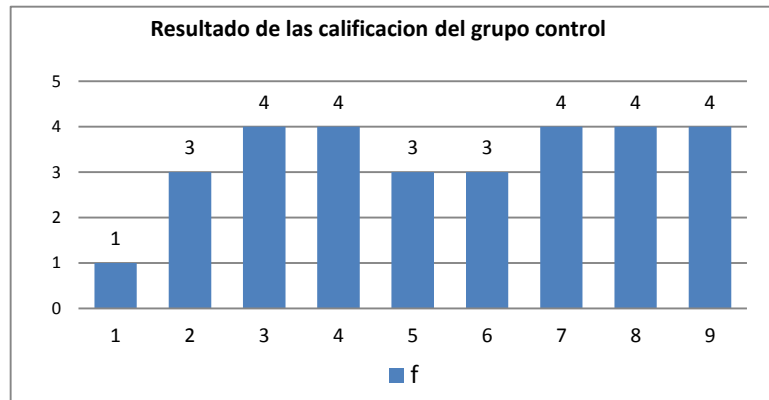
**Tabla 1.** Calificaciones de la Evaluación de diagnóstica/Grupo Control.

Calificación en base a 10	f	f%
2	1	3,33
3	3	10,00
4	4	13,33
5	4	13,33
6	3	10,00
7	3	10,00
8	4	13,33
9	4	13,33
10	4	13,33
	<b>30</b>	





En la figura 1 se puede visualizar el resultado de la prueba pretest del grupo control, donde no existe un sesgo que permita decir que las calificaciones tienden a una nota específica, sino que se distribuyen en todo el rango.



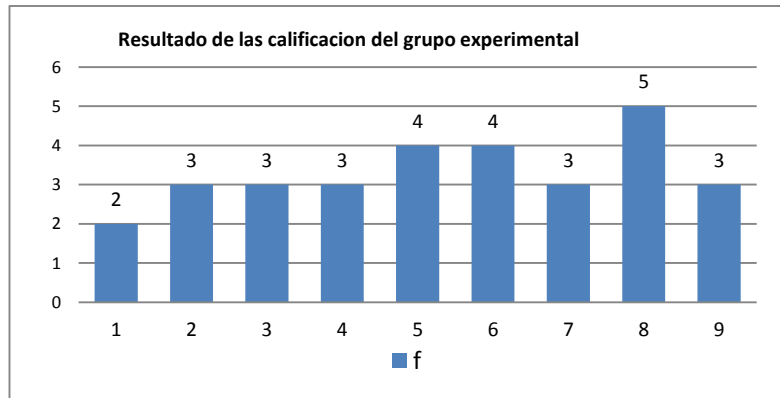
**Figura 1.** Resultado de la prueba pretest del Grupo Control.

**Tabla 2.** Calificaciones de la Evaluación de diagnóstica/Grupo Experimental.

Calificación en base a 10	f	f%
2	2	6,67
3	3	10,00
4	3	10,00
5	3	10,00
6	4	13,33
7	4	13,33
8	3	10,00
9	5	16,67
10	3	10,00
	<b>30</b>	

En la tabla 2 se puede observar que existe una distribución bastante homogénea en los resultados de las respuestas suministradas por los estudiantes que componen al Grupo Experimental. 11 estudiantes están por debajo de 5 puntos, 19 están en 6 puntos o por encima. Estos resultados son muy similares a los que se presentan en la Tabla 1.





**Figura 2.** Resultado de la prueba pretest del Grupo Experimental.

A ambos grupos se les calculó la media en distribución de frecuencias no agrupadas (Ver Tabla 3). En el caso del Grupo Control el resultado fue de 6,46 con una desviación estándar de 2,460 y una varianza de 6,051; mientras que en el Grupo Experimental la media fue de 6,36 con una desviación estándar de 2,484 y una varianza de 6,171.

Se puede observar que los grupos son homogéneos porque la diferencia de medias es de 0,10 entre los promedios de ambas calificaciones, la comparación de la desviación estándar es de 0,024 e igualmente la diferencias entre las varianzas de ambos grupos, lo que podría considerarse que los grupos tienen similares niveles de comprensión de los contenidos matemáticos relacionados con funciones polinómicas.

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos de la evaluación inicial.

	N	Media	Desviación estándar	Varianza
Calificación inicial del Grupo Control	30	6,47	2,460	6,051
Calificación inicial del Grupo Experimental	30	6,37	2,484	6,171

En la evaluación final realizada a los Grupos Control y Experimental (Ver Cuadro 4), se puede notar que la calificación del primero (Grupos Control) tiene una media de 6,40 con una desviación estándar de 2,472 y varianza de 6,110. Al comparar este resultado con los obtenidos en la evaluación inicial se puede notar que existe una diferencia de media pequeña, por cuanto la calificación, del grupo control en ambos momentos, disminuyó en 0,07 (6,47-6,40). Por otro lado, la desviación estándar aumentó 0,010 (2,472-2,460) y la varianza también creció en 0,059 (6,110-6,051).

En el mismo cuadro se puede observar que la media de la calificación final del Grupo Experimental tuvo un aumento de 0,96 con respecto a la evaluación inicial (7,33-6,37), por otro lado, la desviación estándar disminuyó 0,755 (2,484-



1,729) a lo mismo que la varianza al pasar de 6,171 en la evaluación inicial a 2,989 en la final, esto refleja una disminución de 3,182.

Los resultados mostrados evidencian que el tratamiento aplicado con el uso de la GeoGebra, para enseñar las funciones polinomiales, arrojó resultados más satisfactorios que los obtenidos con la exposición del docente. Faltaría analizar como esos resultados se relacionan entre sí y posteriormente demostrar si estas diferencias de los resultados entre las calificaciones obtenidas, por los grupos control y experimental, son significativas.

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos de la evaluación final.

	N	Media	Desviación estándar	Varianza
Calificación final del Grupo Control	30	6,40	2,472	6,110
Calificación final del Grupo Experimental	30	7,33	1,729	2,989

La tabla 5 sintetiza las repuestas de los estudiantes cuando se les evaluó los contenidos relacionados con las funciones polinomiales, estas se centraron en cinco ítems. En primer lugar, se les preguntó si este tipo de funciones contaban en el eje, obteniendo como respuestas correctas el 60 %, lo que representa que 36 de los 60 estudiantes acertaron, mientras que 24 respondieron de manera incorrecta, esto es el 40 % de las repuestas de los 60 estudiantes que participaron en el estudio.

El ítem 2, donde se preguntó si la función polinómica a qué gráfica pertenece  $y=x^2+5$ . Los resultados muestran que el 73,3 % (44 estudiantes de 60) respondieron correctamente, solo 16 erraron en su repuesta. El ítem 3, donde se pide que selecciones los gráficos que corresponden a una función polinomial, solo 12 estudiantes (20 % de la muestra) respondió correctamente, mientras que 48 respondieron incorrectamente, lo que representó el 80,0 %.

Estos resultados son similares a los obtenidos en el ítem 4, por cuanto 16 estudiantes respondieron correctamente sobre el dominio de una función polinomial lo que representa el 26,67 %, mientras que el 73,3 % (44 estudiantes de 60), dieron respuestas incorrectas.

El ítem 5, pide que se reemplace el valor de x y encuentre el valor de y, los resultados fueron muy similares a los dos ítems anteriores, esto porque 45 estudiantes de los 60 que participaron en el estudio respondieron incorrectamente lo que representa el 75 % de desaciertos en sus respuestas; solo 25 % acertaron, son 15 estudiantes de 60.

**Tabla 5.** Análisis de las preguntas relacionadas con las funciones polinomiales de la primera evaluación.



Pregunta	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	Total	f1%	f2%	Total %
1. Las funciones polinomiales se cortan en el eje.	36	24	60	60,00%	40,00%	100%
2. La siguiente función polinómica a qué gráfica pertenece: $y=x^2+5$	44	16	60	73,33%	26,67%	100%
3. Seleccione los gráficos que correspondan a una función polinomial.	12	48	60	20,00%	80,00%	100%
4. El dominio de una función polinomial es:	16	44	60	26,67%	73,33%	100%
5. Remplace el valor de $x$ y encuentre $y$ .	15	45	60	25,00%	75,00%	100%

La Tabla 6 muestra las correlaciones de muestras emparejadas de las calificaciones obtenidas entre los resultados de las calificaciones iniciales del Grupo de control con las calificaciones finales, donde se puede evidenciar que existe una alta correlación positiva del 0,966, lo que quiere decir que están directamente relacionados los resultados iniciales con respecto a los resultados finales del Grupo control.

En lo que respecta al Grupo Experimental, se puede evidenciar que el grupo mostró el mismo comportamiento que tuvo el Grupo control, las calificaciones obtenidas inicialmente tienen una relación muy fuerte y directa con las calificaciones finales del mismo Grupo Experimental. Estos resultados permiten determinar que los grupos están altamente relacionados, lo que puede presumirse que la selección realizada para conformar estos grupos fue adecuada.

**Tabla 6.** Correlaciones de muestras emparejadas de las calificaciones obtenidas.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Calificación inicial del Grupo Control & Calificación final del Grupo Control	30	,966	,000
Par 2	Calificación inicial del Grupo Experimental & Calificación final del Grupo Experimental	30	,966	,000

El cálculo de la significación del Pretest y Postest, mostraron en la Tabla 7 se encuentra dividido en 2 partes: la primera los resultados obtenidos con las calificaciones obtenidas del grupo control en los dos momentos de la toma de registros, donde el resultado de la  $t$  de student fue de 0,571 con 29 grados de libertad y una significación de 0,573 lo que implica que se acepta la hipótesis nula y no se valida la hipótesis alternativa.

**Tabla 7.** Cálculo de la significación del Pretest y Postest.

Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
			Inferior	Superior			



<b>Par 1</b>	Calificación inicial del Grupo Control - Calificación final del Grupo Control	,067	,640	,117	-,172	,306	,571	29	,573
<b>Par 2</b>	Calificación inicial del Grupo Experimental - Calificación final del Grupo Experimental	-,967	,928	,169	-1,313	-,620	-5,706	29	,000

Según los resultados mostrados en el cuadro anterior, se puede decir entonces que, no existe diferencia significativa en la Calificación inicial del Grupo Control con respecto a la Calificación final del Grupo Control una vez que se enseñó las funciones polinomiales a partir del discurso del docente, lo que podría interpretarse que no fue efectiva la estrategia didáctica soportada en el docente como centro del proceso de enseñanza de las matemáticas.

Los resultados obtenidos en la segunda parte, que tiene que ver con las Calificaciones obtenidas por el Grupo Experimental, se puede notar que arroja una t de student fue de -5,706 con 29 grados de libertad y una significación de 0,000 lo que permite rechazar la hipótesis nula y se valida la hipótesis alternativa, implicando así que, la Calificación inicial del Grupo Experimental mejoró la Calificación final del Grupo Experimental de manera significativa una vez aplicada la GeoGebra como herramienta didáctica para enseñar los contenidos relacionados con las funciones polinomiales. Este resultado puede interpretarse como que el proceso de enseñanza de las matemáticas utilizando la herramienta computacional GeoGebra mejora el desempeño de los estudiantes para resolver problemas relacionados con las funciones polinomiales.

### Conclusiones

Las TIC vienen desempeñando un papel preponderante en la construcción de los nuevos enfoques educativos, como consecuencia de la situación pandémica que han sufrido los países ha conllevado a sus sistemas educativos a promover el uso de herramientas virtuales y a la incorporación de propuestas computacionales que han servido para que los docentes mejoren sus prácticas pedagógicas y la calidad de la enseñanza y los aprendizajes de los estudiantes. Estas propuestas se han sustentado en software educativos que fungen como asistentes matemáticos para que sus estudiantes desarrollen capacidades aprender y hacer los procesos lógicos-matemática de forma sencilla y atractiva.

La innovación tecnológica ha puesto a disposición del docente de matemáticas para que enseñe a sus estudiantes las operaciones básicas y complejas, resuelvan problemas, aprendan algebra, estadística, funciones o geometría, trabajar



con 3D, volumen y resolver ecuaciones, entre otras herramientas didácticas. GeoGebra es una herramienta digital versátil y de fácil acceso utilizada con la plataforma de Java para enseñar a graficar, realizar figuras geométricas, crear y manejar pizarras interactivas con aplicaciones de Geometría, Álgebra y Álgebra computacional. Puede ser utilizada en todos los niveles del sistema educativo ecuatoriano o cualquier otro.

El desarrollo de las Teoría Cognitiva del Aprendizaje de Piaget y la Teoría Socio-Cultural de Vygotsky pueden lograrse con la utilización de la GeoGebra porque se adecua al desarrollo evolutivo del niño, utiliza sus conocimientos previos y facilita que el estudiante construya conocimientos en sociedad. Por otro lado, con la aplicación de la herramienta se puede mejorar el desempeño promedio en matemática del estudiante y así mejorar los resultados de las pruebas PISA, porque queda demostrado, que con el uso de este software matemático se mejora el desempeño de los estudiantes para resolver problemas que impliquen el desarrollo de capacidades lógico matemáticas y en especial las relacionadas con la ejecución de las funciones polinomiales.

En la investigación se demostró que cuando a un grupo de estudiantes se les aplican estrategia para la enseñanza de las matemáticas a través de exposición del docente, el aprendizaje no es significativo, según los resultados mostrados en las evaluaciones de entrada y de salida. Contrariamente a esto, se trabajó con otro grupo, donde la estrategia didáctica se sustentó con clases virtuales y se utilizó la GeoGebra para manejar contenidos matemáticos, los resultados del aprendizaje de los estudiantes mejoraron, según las evaluaciones realizadas al final del proceso pedagógico, de manera significativa, por lo que queda demostrado que los estudiantes mejoraron su desempeño en matemática a partir del uso de esta herramienta en sus procesos de aprendizaje en matemática.

## Conflictos de intereses

Los autores no presentan conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Carmen Cecilia Mera Mieles, Osvaldo Fosado Tellez.
2. Curación de datos: Carmen Cecilia Mera Mieles.
3. Análisis formal: Carmen Cecilia Mera Mieles.
4. Investigación: Carmen Cecilia Mera Mieles, Osvaldo Fosado Tellez.
5. Metodología: Carmen Cecilia Mera Mieles, Osvaldo Fosado Tellez.



6. Software: Carmen Cecilia Mera Mieles.
7. Validación: Carmen Cecilia Mera Mieles.
8. Visualización: Carmen Cecilia Mera Mieles, Osvaldo Fosado Tellez.
9. Redacción – borrador original: Carmen Cecilia Mera Mieles, Osvaldo Fosado Tellez.
10. Redacción – revisión y edición: Carmen Cecilia Mera Mieles, Osvaldo Fosado Tellez.

## Financiamiento

La investigación fue financiada por los autores.

## Referencias

- Alcívar Trejo, C., Vargas Párraga, V., Calderón Cisneros, J., Triviño Ibarra, C., Santillan Indacochea, S., Soria Vera, R., 6 y Cárdenas Zuma, L. (2019). El uso de las TIC en el proceso de enseñanza- aprendizaje de los docentes en las Universidades del Ecuador. *Revista Espacio*, 40(2), 27-42. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n02/19400227.html>
- Aulaplaneta (2015). 25 Herramientas para enseñar Matemáticas con las TIC. Grupo Planeta. <https://www.aulaplaneta.com/2015/09/08/recursos-tic/25-herramientas-para-ensenar-matematicas-con-las-tic>
- Becerra-Quíñonez, W. V., Valencia-Ortiz, N. P., & Valdez Requene, M. (2018b). Enseñanza y aprendizaje en las matemáticas. *Polo Del Conocimiento*, 15(1), 162–171. <https://doi.org/10.23857/pc.v3i1.418>
- Benedicto Baldonado, C. (2012). Estudio de funciones con geogebra. Universitat de València, Servei de Biblioteques. <https://roderic.uv.es/handle/10550/25803>
- De la Osa A. 2016. La importancia de las matemáticas en la vida. <https://www.smartick.es/blog/educacion/la-importancia-de-las-matematicas-en-lavid/>
- Ingavelez-Guerra, P., Robles-Bykbaev, V., Perez-Munoz, A., Hilera, J. R., & Oton-Tortosa, S. (2022). Automatic adaptation of open educational resources: an approach from a multilevel methodology based on students' preferences, educational special needs, artificial intelligence, and accessibility metadata. *IEEE Access*, 10, 9703–9716. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3139537>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2016). Informe de resultados Ser Bachiller ciclo 2017-2018. Quito: Ineval. Recuperado de <https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/nacional/2017-2018.pdf>
- López, L., Alanís, A. & Pérez, O. (2015). Semiótica de límites de integración triple para volúmenes. *El Cálculo y su Enseñanza*, 6(6), 103-122.



<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:sYnrjLKZYigJ:funes.uniandes.edu.co/14775/1/Lopez2015Semiotica.pdf+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve>

Lucci, M. (2006). Profesorado. Pontificia Universidad Católica de São Paulo *Revista de currículum y formación del profesorado*, 2. <http://www.ugr.es/~recfpro/rev102COL2.pdf>

Maia, J. & Gomes Pereira, M. (2015). O Software GeoGebra: Uma Estratégia de Aprendizagem Aplicada no Estudo de Funções Trigonométricas. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. *Ciência e Natura*, 37(3), 401-410. <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467547643033.pdf>

Narváz Tuirá, J. (2015). Estudiando las funciones polinómicas con el software educativo. *Revista opción*, 31(3). Geogebra. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/20521>

Paiva, A. (2004). La Educación Liberadora de Paulo Freire y el Desarrollo del Pensamiento. Ponencia presentada en el III Simposio “El Formador de Formadores en los albores del Siglo XXI, Valencia, 13 y 14 de Mayo 2004. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educación/revista/a5n26/5-26-8.pdf>

Rave Ospina, B. E. (2008). La educación como escenario para el desarrollo humano Investigación y Educación en Enfermería. *Investigación y Educación en Enfermería*, 26(2), 12–15. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105215278001>

Rodríguez Rivero, L., Pérez González, A., Quero Méndez O. N. y Rodríguez, N. C. (2021). GeoGebra, tareas docentes, educación media, Matemática. <http://funes.uniandes.edu.co/23598/1/Rodr%C3%ADguez2021Tipos.pdf>

UNESCO (2015). La UNESCO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://es.unesco.org/sdgs>

Sarmiento Santana, M. (2007). La enseñanza de las matemáticas y las ntic. Una estrategia de formación permanente. Enseñanza y Aprendizaje. Universitat Rovira I, Virgili [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TESIS\\_CAPITULO\\_2.pdf;sequence=4](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TESIS_CAPITULO_2.pdf;sequence=4)

