

# GeoGebra como recurso didáctico en la enseñanza-aprendizaje de funciones lineales en estudiantes de secundaria en un contexto semirural

*GeoGebra as a didactic resource in the teaching-learning of linear functions among secondary school students in a semi-rural context*

Pilar Corchado Navarro\*

Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa, México  
<http://orcid.org/0000-0002-8122-4385>

Maritza Pérez González\*\*

Universidad América del Norte, México  
<https://orcid.org/0009-0000-3934-671X>

Recepción del artículo: 03/10/2025 | Aceptación para publicación: 17/02/2026 | Publicación: 27/03/2026

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto del uso de GeoGebra en el aprendizaje de las funciones lineales en estudiantes de primer grado de secundaria, en un contexto semirural del Estado de México. Se empleó un enfoque cuantitativo, de tipo cuasiexperimental, mediante un diseño de cuatro grupos de Solomon, con alcance correlacional y longitudinal. La muestra estuvo conformada por 120 estudiantes distribuidos equitativamente en dos grupos tratamiento y dos grupos de control. La intervención consistió en cinco sesiones didácticas apoyadas en GeoGebra, mientras que los grupos de control trabajaron con metodología tradicional. Los datos se recolectaron mediante cuestionarios validados y fichas de observación, y se analizaron con pruebas estadísticas ANOVA, Tukey y *t* de Student. Los resultados evidencian diferencias estadísticamente significativas a favor de los grupos que utilizaron GeoGebra, así como un incremento en la motivación y la participación estudiantil. Se concluye que GeoGebra constituye un recurso didáctico eficaz para favorecer la comprensión conceptual de las funciones lineales, siempre que se acompañe de condiciones de acceso tecnológico y una adecuada mediación docente.

## ABSTRACT

*The study aimed to evaluate the impact of GeoGebra on the learning of linear functions among first-year secondary school students in a semi-rural context in the State of Mexico. A quantitative, quasi-experimental approach was adopted, using a four-group Solomon design with correlational and longitudinal scope. The sample consisted of 120 students, evenly distributed into two treatment groups and two control groups. The intervention comprised five instructional sessions supported by GeoGebra, while the control groups followed a traditional teaching methodology. Data were collected through validated questionnaires and observation checklists and analyzed using ANOVA, Tukey's post hoc test, and Student's *t* test. The results revealed statistically significant differences in favor of the groups that used GeoGebra, as well as increased student motivation and participation. It is concluded that GeoGebra is an effective instructional resource for enhancing the conceptual understanding of linear functions, provided that adequate technological access and appropriate teacher mediation are ensured.*

### Palabras clave

Motivación; aprendizaje interactivo; educación; software educativo

### Keywords

Motivation; Interactive learning; Education; Educational software

## SOBRE LOS AUTORES

\* Doctora en Ciencias en Educación Agrícola Superior por la Universidad Autónoma Chapingo. Profesora investigadora del Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8122-4385>, correos electrónicos: [pilar.corchado@crefodiemex.edu.mx](mailto:pilar.corchado@crefodiemex.edu.mx) / [corchnav@gmail.com](mailto:corchnav@gmail.com)

\*\* Maestra en Innovación de la Educación Matemática por el Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa. Estudiante de Doctorado en la Universidad América del Norte, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3934-671X>, correo electrónico: [tecmarty101@gmail.com](mailto:tecmarty101@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza-aprendizaje va más allá de la simple transmisión de conocimientos, al involucrar factores cognitivos, motivacionales y afectivos que influyen en el tipo de aprendizaje alcanzado por los estudiantes (García y Pineda, 2019). Desde el enfoque constructivista, el aprendizaje se concibe como un proceso activo en el que el alumno interpreta, reorganiza y resignifica la información a partir de sus conocimientos previos y de la interacción con el entorno educativo (Piaget, 1970; Bruner, 1986).

En este marco, Ausubel (1983) sostiene que el aprendizaje es significativo cuando los nuevos conceptos se integran de manera sustantiva a la estructura cognitiva del alumno, lo cual resulta especialmente relevante en la enseñanza de contenidos matemáticos abstractos como las funciones lineales. Por ello, el uso de recursos didácticos que favorezcan la visualización y la manipulación de conceptos puede facilitar este proceso de integración conceptual.

En este sentido, diversos estudios han evidenciado que muchos estudiantes presentan dificultades para relacionar la teoría matemática con su

aplicación práctica, lo que genera un desfase en su aprendizaje (Baltra, 2010). La falta de estrategias didácticas innovadoras, el énfasis en metodologías memorísticas y la limitada integración de recursos tecnológicos han acentuado esta problemática en el aula (Valencia *et al.*, 2025).

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han cobrado relevancia en la educación al facilitar la interacción dinámica con el conocimiento (Pardo, 2004), mejoran la enseñanza de la matemática al fortalecer la labor docente y fomentar un aprendizaje activo; sin embargo, es necesaria la capacitación de los docentes para integrarlas eficazmente y lograr aprendizajes significativos (Arroyo y Rodríguez, 2020). Modelos como TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) y SAMR (*Substitution Augmentation Modification Redefinition*) facilitan la reformulación de los modelos mentales para integrar la tecnología en la práctica docente. Por su parte, el TPACK es un estudio de cómo el docente integra la tecnología con el conocimiento de la pedagogía y de los contenidos, mientras que el modelo SAMR es un enfoque de cuatro niveles para seleccionar, usar y evaluar la tecnología en la educación (Campos, 2021).

Una de las herramientas tecnológicas más utilizadas en la enseñanza de las matemáticas es GeoGebra, un *software* educativo que combina álgebra, geometría y cálculo, que permite la visualización y manipulación de funciones de manera interactiva.

Desde la perspectiva motivacional, la teoría de la autodeterminación plantea que la motivación intrínseca de los estudiantes se incrementa cuando las actividades de aprendizaje promueven la autonomía, la percepción de competencia y la relevancia de los contenidos (Deci & Ryan, 2000). En este sentido, diversas investigaciones recientes han demostrado que el uso de GeoGebra favorece la comprensión conceptual, la motivación y el rendimiento académico en el aprendizaje de funciones lineales (Herrera, 2021; Barreto *et al.*, 2023; Andi, 2023).

Bajo esta perspectiva, la presente investigación plantea la hipótesis de que GeoGebra constituye una herramienta eficaz para mejorar el aprendizaje de los conceptos fundamentales de funciones lineales en estudiantes de primer año de secundaria en un contexto semirural del Estado de México.

## METODOLOGÍA

La presente investigación se caracteriza por un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con un

**La presente investigación plantea la hipótesis de que GeoGebra constituye una herramienta eficaz para mejorar el aprendizaje de los conceptos fundamentales de funciones lineales en estudiantes de secundaria**

diseño cuasiexperimental, longitudinal y transversal. El objetivo general del estudio fue analizar el impacto del uso de GeoGebra en el aprendizaje de las funciones lineales en estudiantes de primer grado de secundaria, con la finalidad de aportar evidencias que orienten prácticas pedagógicas futuras en la enseñanza de las matemáticas.

En cuanto a la clasificación, el estudio es correlacional, pues busca identificar la existencia de una relación estadísticamente significativa entre la variable independiente (uso del *software* GeoGebra) y la variable dependiente (aprendizaje de conceptos fundamentales de funciones lineales), sin manipular de manera intencional las condiciones de los participantes. Además, se exploran factores complementarios como la motivación, la actitud hacia las matemáticas y la experiencia previa en el uso de tecnologías, con el fin de obtener una comprensión más amplia del fenómeno.

Para garantizar validez interna y externa, se adoptó el diseño cuasiexperimental (con asignación aleatoria limitada) basado en el modelo de Solomon de cuatro grupos (Pérez *et al.*, 1999) (ver figura 1), el cual permite controlar la interacción entre el *pretest* y el tratamiento, así como diferenciar el efecto del *software* de otros factores externos.

La muestra estuvo conformada por 120 estudiantes de primer grado de secundaria, distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos de 30 estudiantes cada uno: dos grupos tratamiento (1<sup>o</sup>A y 1<sup>o</sup>C) y dos grupos sin tratamiento o control (1<sup>o</sup>B y 1<sup>o</sup>D). Los grupos tratamiento recibieron la intervención mediante el uso de GeoGebra, mientras que los grupos de control siguieron la enseñanza tradicional. La inclusión de grupos con y sin *pretest* permitió comprobar si la medición inicial influye en los resultados, fortaleciendo la confiabilidad de los hallazgos.

El plan de recolección de datos se diseñó con un enfoque longitudinal, lo que permitió registrar y analizar cambios en el aprendizaje a lo largo del tiempo. La investigación se desarrolló en la Escuela

Secundaria Técnica Núm. 101 “Lic. León Guzmán”, ubicada en Joquicingo, Estado de México, un contexto semirural con limitaciones tecnológicas. El muestreo utilizado fue aleatorio simple, asegurando que todos los estudiantes tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados, lo que refuerza la representatividad de la muestra.

Grupo	Pretest	Tratamiento	Posttest
1 $\Rightarrow$ R	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
2 $\Rightarrow$ R	O <sub>3</sub>	-	O <sub>4</sub>
3 $\Rightarrow$ R		X	O <sub>5</sub>
4 $\Rightarrow$ R		-	O <sub>6</sub>

donde:

- R  $\equiv$  aleatorización
- O  $\equiv$  observación
- X  $\equiv$  grupo de tratamiento
- $\equiv$  grupo sin tratamiento (grupo control)

**Figura 1.** Estructura formal del diseño de cuatro grupos de Solomon

Fuente: tomado de Pérez *et al.* (1999, p. 432).

Para la recolección de datos se emplearon cuestionarios estructurados y fichas de observación. Los instrumentos fueron sometidos a un proceso de validación de contenido a través del juicio de expertos en educación matemática y uso de tecnologías educativas, con el fin de garantizar la pertinencia y claridad de los reactivos.

Asimismo, para garantizar la consistencia interna de los instrumentos de recolección de datos, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach. El cuestionario sobre funciones lineales obtuvo un valor de  $\alpha = 0.84$  en la prueba piloto, lo cual indica una confiabilidad alta y adecuada para fines de investigación académica, asegurando que los ítems miden de manera estable el aprendizaje de los estudiantes.

Las fichas de observación se utilizaron como instrumento complementario para registrar as-

Los instrumentos fueron validados a través del juicio de expertos en educación matemática y uso de tecnologías educativas, con el fin de garantizar la pertinencia y claridad de los reactivos

pectos relacionados con la participación, el interés y la interacción de los estudiantes durante las sesiones de trabajo, permitiendo enriquecer el análisis de los resultados cuantitativos.

La aplicación del *pretest*, denominado “Expectativas sobre la aplicación de GeoGebra”, se realizó entre el 26 y el 28 de febrero de 2023 a los grupos 1<sup>o</sup>A y 1<sup>o</sup>B, con un total de 22 preguntas orientadas a explorar conocimientos previos, familiaridad tecnológica y comprensión básica de funciones lineales. Posteriormente, se llevó a cabo una planeación didáctica de cinco sesiones en las que los grupos tratamiento utilizaron GeoGebra para representar gráficamente funciones lineales y resolver problemas prácticos. Finalmente, entre el 18 y el 22 de marzo de 2024, se aplicó el *posttest* “Impacto del uso de GeoGebra” a los cuatro grupos participantes, compuesto por 22 reactivos distribuidos en dos secciones: con la primera prueba se indagó sobre la interacción previa de los estudiantes con el *software* y el acceso a dispositivos; mientras que la segunda prueba permitió evaluar los aprendizajes adquiridos en torno a las funciones lineales.

También se aplicaron encuestas longitudinales para analizar de manera continua las percepciones, actitudes y experiencias de los estudiantes

en torno al uso de GeoGebra, identificando tendencias y cambios a lo largo del proceso.

La información obtenida fue analizada mediante técnicas estadísticas inferenciales, específicamente el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, la prueba *post hoc* de Tukey y la prueba *t* de Student, utilizando un nivel de significancia de 0.05. Con el propósito de fortalecer la interpretación de los resultados, se calcularon tamaños de efecto ( $\eta^2$ ), lo que permitió estimar la magnitud del impacto del uso de GeoGebra en el aprendizaje de las funciones lineales, más allá de la significancia estadística.

En síntesis, la metodología empleada permitió integrar un diseño cuasiexperimental robusto, instrumentos confiables y un análisis estadístico riguroso, lo que garantiza que los hallazgos obtenidos reflejen de manera precisa el impacto del *software* GeoGebra en la mejora del aprendizaje de funciones lineales en estudiantes de primer grado de secundaria.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que el uso del *software* educativo GeoGebra constituye una herramienta para mejorar el aprendizaje de las funciones lineales en estudiantes de primer grado de secundaria. El análisis estadístico mediante ANOVA y la prueba de Tukey mostraron que, con un nivel de confianza de 95%, los resultados son estadísticamente significativos, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. En consecuencia, la intervención con GeoGebra tuvo un impacto positivo en la adquisición y comprensión de conceptos fundamentales como el despeje de ecuaciones, la sustitución, la representación gráfica en el plano cartesiano, así como la identificación de la pendiente, la ordenada al origen y la ecuación de la recta.

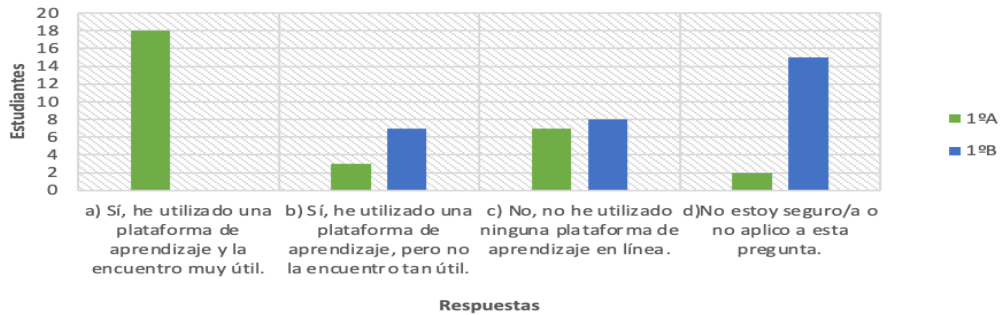
Además del impacto en el aprendizaje, el uso de GeoGebra favoreció la motivación, el interés y

la participación activa de los estudiantes, promoviendo una actitud más positiva hacia las matemáticas y facilitando la resolución autónoma de problemas.

En la primera sección del *pretest* se indagó sobre la disponibilidad y uso de plataformas digitales y *software* mediante la pregunta: “¿Has utilizado alguna plataforma de aprendizaje o herramienta digital durante este período escolar?”. El objetivo fue identificar el nivel de familiaridad y frecuencia en el uso de estas herramientas, así como evaluar la accesibilidad tecnológica de los estudiantes y su impacto en el aprendizaje. Esta pregunta resultó fundamental, ya que las respuestas ofrecieron una visión sobre la adopción y efectividad de las plataformas digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de permitir conocer si estudiantes y docentes aprovechan los recursos tecnológicos disponibles para fortalecer la adquisición de contenidos. Asimismo, los resultados facilitaron la identificación de oportunidades para optimizar el uso de estas herramientas, ajustar estrategias pedagógicas y garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a los beneficios que brinda la tecnología.

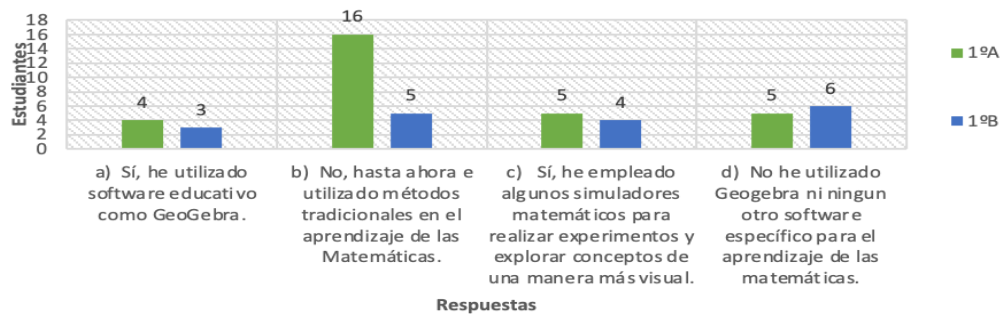
En cuanto a los grupos evaluados, el 1<sup>o</sup>A mostró una clara tendencia hacia el uso y valoración positiva de las plataformas digitales de aprendizaje, aunque una minoría manifestó no considerarlas útiles o no haberlas utilizado. En contraste, el grupo 1<sup>o</sup>B evidenció menor familiaridad e interés, pues una mayoría considerable de estudiantes se mostró insegura o consideró que la pregunta no le resultaba aplicable, lo que sugiere la necesidad de brindar mayor exposición y capacitación en el uso de estas herramientas digitales (ver gráfica 1).

Por otra parte, respecto al uso de *software* para el aprendizaje específicamente de matemáticas, en el grupo 1<sup>o</sup>A 53% de los estudiantes sigue utilizando métodos tradicionales y solo 13.33% reportó haber usado GeoGebra, mientras que en el grupo 1<sup>o</sup>B este porcentaje ascendió a 16.67% (ver gráfica 2).



**Gráfica 1.** Uso de plataformas o herramientas digitales de aprendizaje.

Fuente: elaboración propia.



**Gráfica 2.** Uso de *software* para el aprendizaje de matemáticas.

Fuente: elaboración propia.

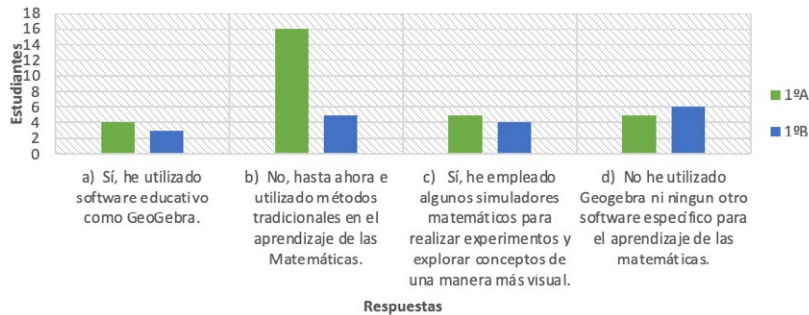
Respecto al uso de GeoGebra para el aprendizaje de matemáticas, en el grupo 1ºA 57% (lo que representa a más de la mitad de los estudiantes) no ha utilizado esta herramienta y solo 10% lo ha utilizado activamente, sugiriendo una baja familiaridad con GeoGebra; mientras que 33% de los estudiantes tiene un conocimiento limitado o nulo. El grupo 1ºB, aunque también predomina la falta de uso de GeoGebra (50%), muestra un mayor conocimiento de la herramienta con 43%, en comparación con el grupo 1ºA; sin embargo, solo 7% de los estudiantes ha utilizado GeoGebra activamente (ver gráfica 3).

Es fundamental conocer la disponibilidad de teléfonos inteligentes entre los estudiantes, ya que de ello depende la posibilidad de utilizar GeoGebra y, en consecuencia, de aprovechar los recursos tecnológicos disponibles. Esta infor-

mación permite garantizar que las herramientas educativas sean accesibles para todos y facilita el diseño de estrategias que fortalezcan el desarrollo del proyecto de investigación.

En el grupo 1ºA 57% de los estudiantes cuenta con un celular inteligente compatible y ya ha instalado GeoGebra, lo que refleja un acceso relativamente favorable a la herramienta; además, 20% adicional manifestó interés en instalarla, lo que incrementaría la adopción del *software*. Solo una minoría enfrenta barreras técnicas o de acceso, pues, aunque no dispone de un celular propio, tiene la posibilidad de utilizar el dispositivo de sus padres.

Por el contrario, en el grupo 1ºB la situación es más restrictiva: 63% posee dispositivos incompatibles con GeoGebra y 30% no cuenta con un teléfono inteligente, lo que constituye una limitación



**Gráfica 3.** Uso de GeoGebra para el aprendizaje de matemáticas

Fuente: elaboración propia.

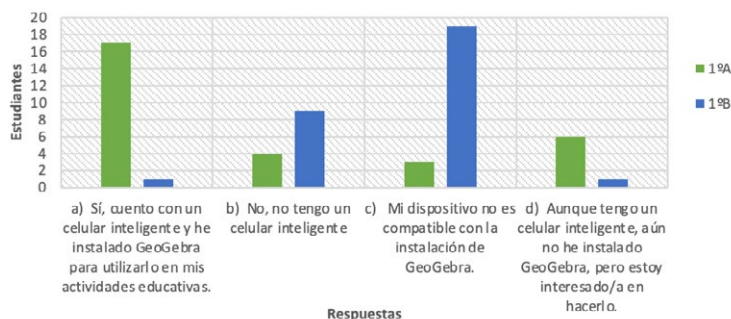
significativa para la integración de esta herramienta en el grupo. Únicamente 3% de los estudiantes ha logrado instalarla (ver gráfica 4).

Respecto a la percepción del uso de *software* en clase para el aprendizaje de matemáticas, en el grupo 1ºA 57% de los estudiantes declaró sentirse concentrado durante su empleo, mientras que en 1ºB 50% expresó sentirse motivado. No obstante, en ambos grupos se detectó un sector de estudiantes que manifestó aburrimiento o molestia, lo que indica la necesidad de ajustes pedagógicos en la integración de la herramienta (ver gráfica 5).

En la segunda parte del cuestionario, conformado por diez preguntas, se evaluaron conceptos fundamentales sobre funciones lineales; de acuerdo con el diseño cuasiexperimente utilizado, se aplicó un *pretest* a los grupos 1ºA y 1ºB, mientras que el *postest* se aplicó a los cuatro grupos.

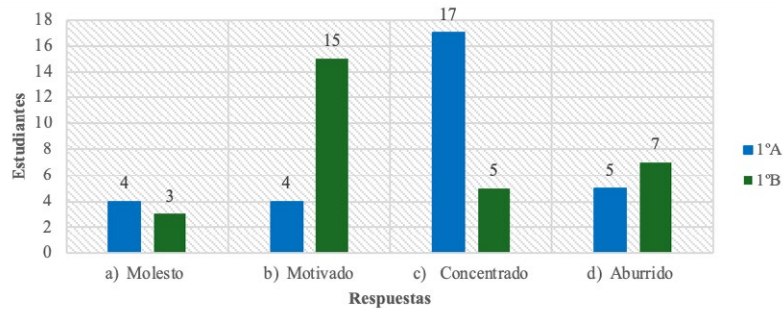
Los grupos tratamiento fueron 1ºA y 1ºC, mientras que los grupos de control correspondieron a 1ºB y 1ºD. En el grupo 1ºA, que recibió instrucción con el *software* GeoGebra, el promedio obtenido en el *pretest* fue de 6.1, mientras que en el *postest* se alcanzó 8.4, lo que representa un incremento aproximado de 38% en el promedio de calificaciones, evidenciando una mejora significativa en el desempeño tras la intervención con la herramienta digital.

Por su parte, el grupo 1ºB, que funcionó como grupo de control y recibió enseñanza a través del método tradicional, obtuvo un promedio de 5.8 en el *pretest* y de 7.7 en el *postest*, lo que refleja un incremento cercano a 33% en el promedio de calificaciones. Aunque también se observó una mejora en este grupo, los resultados fueron inferiores a los alcanzados por los estudiantes que trabajaron con GeoGebra (ver gráfica 6).



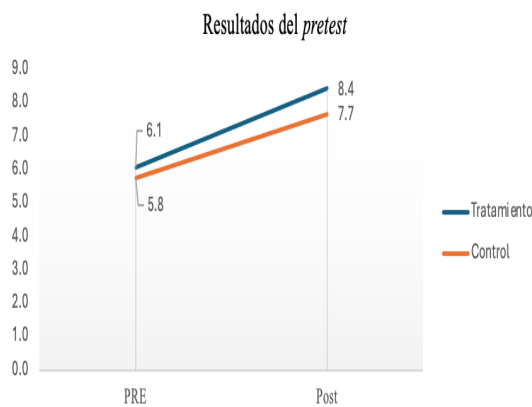
**Gráfica 4.** Acceso de celulares compatibles con GeoGebra

Fuente: elaboración propia.



**Gráfica 5.** Percepción del uso de *software* para el aprendizaje de matemáticas.

Fuente: elaboración propia.



**Gráfica 6.** Conocimientos de funciones lineales.

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza (ANOVA) confirmó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (ver tabla 1). Debido a que el valor de  $F$  –referido al resultado de estadístico de la prueba de análisis de varianza– calculado es mayor que el valor crítico –obtenido de una tabla de distribución  $F$  para un nivel de significancia ( $\alpha$ ) y la probabilidad ( $p$ -valor)– es menor al nivel de significancia, podemos concluir que existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula: “GeoGebra no es una herramienta eficaz para la mejora del aprendizaje de conceptos fundamentales de funciones lineales en estudian-

tes de primer año de secundaria”; esto sugiere que al menos uno de los tratamientos es significativamente diferente de los demás.

El tamaño de efecto obtenido ( $\eta^2 = \text{suma de cuadrados entre grupos}/\text{suma de cuadrados total} = 0.076$ ) indica que el uso de GeoGebra explica 7.6 % de la variabilidad en el aprendizaje de las funciones lineales. Este valor corresponde a un efecto de magnitud moderada, lo que sugiere que la intervención tuvo un impacto educativo relevante, aunque no exclusivo, sobre el desempeño de los estudiantes. Debido al carácter multifactorial del aprendizaje matemático, este resultado evidencia que el uso de GeoGebra contribuye de manera significativa a la mejora del aprendizaje, sin constituir el único factor explicativo.

El contexto de este estudio implica que el uso del *software* educativo GeoGebra ha tenido un impacto distinto en el aprendizaje de funciones lineales en comparación con los métodos tradicionales, es decir, que existen diferencias entre los distintos tratamientos aplicados.

Para asegurar la certeza de los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se realizó la prueba de Tukey, una prueba que compara las diferencias entre las medias de los grupos para determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas (ver tabla 2).

Con base a los resultados obtenidos en la prueba de Tukey se establece lo siguiente:

**Tabla 1.** Resultados del análisis de varianza de un factor

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
A	30	253	8.43	1.50		
B	30	228	7.6	1.63		
C	30	241	8.03	1.34		
D	30	228	7.6	1.56		
Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	14.43	3	4.81	3.19	0.03	2.68
Dentro de los grupos	174.73	116	1.51			
Total	189.17	119				

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2.** Resultados de la prueba Tukey

Prueba de Tukey $T\alpha = q\alpha(k, N-k) \sqrt{CM_E 1n_i}$			
Comparación	Diferencia muestral	$T\alpha$	Conclusión
XA-XB	0.83	0.44	Sí existe diferencia significativa
XA-XC	0.40	0.44	No es significativa
XA-XD	0.83	0.44	Sí existe diferencia significativa
XB-XC	0.43	0.44	No es significativa
XB-XD	0.00	0.44	No es significativa
XC-XD	0.43	0.44	No es significativa

Fuente: elaboración propia.

- XA - XB: la diferencia muestral es 0.83, y debido a que es mayor que el valor crítico  $T\alpha$  de 0.44, se concluye que existe una diferencia significativa entre 1<sup>o</sup>A (grupo que recibió el tratamiento con GeoGebra) y 1<sup>o</sup>B (grupo de control). Esto sugiere que el tratamiento con GeoGebra tiene un impacto distintivo en el aprendizaje en comparación con el método tradicional.
- XA - XC: la diferencia muestral es 0.40, que no supera el valor crítico  $T\alpha$  de 0.44. No se encuentra evidencia de una diferencia significativa entre el grupo 1<sup>o</sup>A y el grupo 1<sup>o</sup>C. Esto puede indicar que el grupo 1<sup>o</sup>C, que también recibió un tratamiento, no difiere significativamente del grupo 1<sup>o</sup>A en términos de resultados.
- XA - XD: la diferencia muestral es 0.83, y al ser mayor que el valor crítico  $T\alpha$  de 0.44, se concluye que existe una diferencia significativa entre el grupo 1<sup>o</sup>A y el grupo 1<sup>o</sup>D. Esto sugiere que el impacto del tratamiento con GeoGebra es significativamente diferente del tratamiento recibido por el grupo 1<sup>o</sup>D.
- XB - XC: la diferencia muestral es 0.43, que es menor que el valor crítico  $T\alpha$  de 0.44. No se observa una diferencia significativa entre el grupo 1<sup>o</sup>B y el grupo 1<sup>o</sup>C, lo que indica que el tratamiento aplicado a 1<sup>o</sup>C no difiere notablemente del método tradicional utilizado en 1<sup>o</sup>B.
- XB - XD: la diferencia muestral es 0.00, que es menor que el valor crítico  $T\alpha$  de 0.44. No se encuentra evidencia de una

diferencia significativa entre el grupo 1<sup>o</sup>B y el grupo 1<sup>o</sup>D.

- XC - XD: la diferencia muestral es 0.43, que es menor que el valor crítico  $T\alpha$  de 0.44. No se observa una diferencia significativa entre el grupo 1<sup>o</sup>C y el grupo 1<sup>o</sup>D.

En resumen, la prueba de Tukey indicó que el grupo 1<sup>o</sup>A, que trabajó con GeoGebra, mostró diferencias significativas respecto a los grupos de control (1<sup>o</sup>B y 1<sup>o</sup>D). En cambio, no se encontraron diferencias relevantes entre los grupos tratamiento (1<sup>o</sup>A y 1<sup>o</sup>C) ni entre algunos pares de control. Estos hallazgos refuerzan la conclusión de que la implementación de GeoGebra mejoró de manera significativa el aprendizaje de las funciones lineales en comparación con los métodos tradicionales.

Los resultados demuestran que GeoGebra no solo favorece el rendimiento académico en matemáticas, sino que también contribuye al desarrollo de actitudes positivas hacia la asignatura, ofreciendo una experiencia de aprendizaje más interactiva y motivadora.

## DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta investigación confirman la pertinencia del uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de las funciones lineales, en concordancia con estudios previos. Trabajos como el de Muñoz y Ramón (2021), realizado en la Unidad Educativa “Ricardo Muñoz Chávez”, así como investigaciones propias en la comunidad de San Pedro Techuchulco, coinciden en señalar que GeoGebra es una herramienta eficaz para abordar problemáticas educativas en contextos donde los recursos tecnológicos son limitados.

La mejora observada en los resultados del grupo tratamiento confirma los postulados de la teoría de Ausubel, ya que el uso de GeoGebra facilitó que los estudiantes establecieran un anclaje conceptual entre sus conocimientos previos de aritmética y la representación visual de la función, promoviendo

un aprendizaje significativo y no meramente memorístico del concepto de pendiente. Asimismo, se observó un proceso de asimilación y acomodación, en términos de Piaget, en el cual el estudiante, mediante la manipulación dinámica del *software*, reajustó sus esquemas mentales sobre la variación lineal a través de un proceso de descubrimiento guiado, conforme a los planteamientos de Bruner.

Cabe destacar que, aunque suele asociarse el empleo de tecnologías con la necesidad de contar con internet, en la práctica no siempre resulta indispensable, basta con un teléfono móvil para que el estudiante pueda realizar actividades de aprendizaje apoyadas en estas herramientas.

Estos resultados se alinean con la teoría de la autodeterminación (Deci & Ryan, 2000), al evidenciar un aumento en la motivación intrínseca de los estudiantes cuando interactúan con recursos digitales dinámicos, que de acuerdo con García y García (2002), los recursos didácticos digitales son esenciales porque estimulan la motivación y facilitan la construcción de aprendizajes significativos.

GeoGebra potencia la comprensión de los contenidos matemáticos al permitir construcciones gráficas y manipulaciones dinámicas, lo cual contribuye a superar las limitaciones de un enfoque exclusivamente aritmético (García, 2011). Desde una perspectiva constructivista, el *software* actúa como un mediador que facilita la exploración, la visualización y la construcción activa del conocimiento, elementos claves en el aprendizaje de funciones lineales. Asimismo, se corroboró que la herramienta optimiza el tiempo de clase, permite actividades interactivas y ofrece retroalimentación inmediata, favoreciendo un aprendizaje personalizado y eficiente, de tal modo que la efectividad de la intervención no residió únicamente en el *software*, sino en la articulación del conocimiento pedagógico, tecnológico y del contenido (TPACK) por parte del docente, quien logró convertir la herramienta tecnológica en un mediador didáctico eficaz.

No obstante, se identificaron limitaciones importantes. En particular, la carencia de dispositivos

móviles compatibles en el grupo 1<sup>º</sup>B representó una barrera para el acceso equitativo al *software*, lo que resalta la necesidad de implementar políticas educativas que garanticen la disponibilidad tecnológica en contextos rurales o semirurales. Otra limitación es que, aunque el *software* motivó a una mayoría de estudiantes, también se reportaron casos de aburrimiento o incomodidad, lo que evidencia la importancia de que los docentes reciban capacitación (pedagógico, tecnológico y de contenido) para integrar la herramienta de manera adecuada, porque la mera adición de dispositivos o herramientas digitales no garantiza un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje (Campos, 2021).

La tecnología tiene un alto potencial para mejorar la educación rural y reducir brechas de equidad, siempre que se integre dentro de una política educativa integral y sostenible; cuya efectividad no depende solo de la infraestructura, sino también de la formación docente y de la colaboración entre el Estado, las comunidades y otros actores para garantizar continuidad, calidad e inclusión en los procesos educativos (Cardona *et al.* 2025).

En cuanto a las fortalezas, destaca la evidencia estadística robusta obtenida mediante ANOVA y la prueba de Tukey, lo que otorga validez a los resultados. Además, la investigación aporta datos comparativos entre grupos tratamiento y de control, permitiendo un análisis integral del impacto de la intervención.

Respecto a las oportunidades, la incorporación de GeoGebra puede servir como base para ampliar su uso en otros contenidos matemáticos, diseñar estrategias interdisciplinarias y fomentar el aprendizaje autónomo a través de plataformas digitales.

## CONCLUSIÓN

La presente investigación confirma que la incorporación de GeoGebra como recurso didáctico tiene un impacto positivo y estadísticamente sig-

nificativo en el aprendizaje de las funciones lineales. Aunque el tamaño del efecto es moderado, su relevancia práctica resulta importante al tratarse de una intervención didáctica aplicada en un contexto real de educación secundaria. Estos hallazgos respaldan el uso de herramientas tecnológicas como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, reconociendo que su efectividad se ve influida por otros factores pedagógicos y contextuales.

El análisis estadístico evidenció que las diferencias entre los grupos que emplearon GeoGebra y aquellos que continuaron con métodos tradicionales fueron estadísticamente significativas, lo que demuestra el impacto positivo de la intervención. Además, el *software* favoreció el desarrollo de competencias como la identificación de la pendiente, la ordenada al origen y la representación gráfica de funciones, aspectos que suelen generar dificultades en el aprendizaje tradicional.

Asimismo, se observó que el uso de GeoGebra favorece la motivación y la participación activa de los estudiantes, aspectos que pueden interpretarse a la luz del aprendizaje significativo y de las teorías motivacionales contemporáneas. Sin embargo, también se identificaron algunas amenazas a la validez externa del estudio, principalmente relacionadas con el acceso desigual a dispositivos tecnológicos y el nivel heterogéneo de familiaridad de los estudiantes con el *software*.

A partir de estos hallazgos, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en el análisis de variables emocionales y motivacionales mediante instrumentos específicos y amplíen el estudio a otros contenidos matemáticos y contextos educativos, con el fin de fortalecer la generalización de los resultados y el impacto de la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas.

En este sentido, el trabajo aporta evidencias claras de que la incorporación de tecnologías digitales puede ser un medio para transformar la enseñanza de las matemáticas, siempre que se implementen estrategias que aseguren la inclusión y el aprovechamiento pedagógico del *software*.

## REFERENCIAS

- Arroyo, M. B. A. y Rodríguez, M. A. Y. (2020). Propuesta de herramientas TIC para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(12), 574-589. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8042549>
- Andi, G. E. R. (2023). *El uso de GeoGebra para la graficación de funciones lineales en estudiantes de Educación General Básica*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Educación. <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/3240>
- Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Balra, S. M. (2010). Perfiles de desempeño en matemática, según habilidad cognitiva por nivel socioeconómico en estudiantes chilenos de enseñanza municipal. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 12(1), 1-18. <http://redie.uabc.mx/vol-12no1/contenido-balra.html>
- Barreto, V. D. A., Castro Serna, D., Marrugo B. L. E. y Triana A. S. C. (2023). *Fortalecimiento para la comprensión en el aprendizaje de las funciones lineales a través de una propuesta pedagógica basada en el uso del software GeoGebra 2D en los estudiantes de noveno grado de la I.E. Gimnasio Campestre Villa Margarita Ocaña - Norte de Santander*. [Tesis de grado]. Universidad de Cartagena. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/server/api/core/bitstreams/cfd381cd-43a9-424c-bc5c-0ee4d41aa3af/content>
- Bruner, J. S. (1986). *Hacia una teoría de la instrucción*. Trillas.
- Cardona, L. J. F., Aranda, C. G. D., Díaz, R., M. C., Villanova, O. M. P., Berrio, J. L. J. y Cruz, M. E. O. (2025). Uso de tecnologías digitales para fortalecer ambientes de aprendizaje en educación secundaria rural. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 10329-10340. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i4.19587](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19587)
- Campos, R. R. (2021). Modelos de integración de la tecnología en la educación de personas que desempeñan funciones ejecutivas y de dirección: el TPACK y el SAMR. *Actualidades Investigativas en Educación*, 21(1), 429-456. <https://doi.org/10.15517/aie.v21i1.42411>
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- García, C. B. y Pineda, O. V. J. (2019). Motivación y emociones: ingredientes esenciales del interés y el involucramiento en el aprendizaje en línea. *Revista Mexicana de bachillerato a distancia*, 11(21), 131-139. <https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2019.21.68553>
- García, L. M. D. (2011). *Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de secundaria al introducir GeoGebra en el aula*. [Tesis de grado]. Universidad de Almería. <https://produccioncientifica.ugr.es/documentos/5ebf1f042999524bdf7a120f>
- García Peñalvo, F. J. y García Carrasco, J. (2002). Los espacios virtuales educativos en el ámbito de internet: un refuerzo a la formación tradicional. *Revista Electrónica - Teoría de la educación: educación y cultura en la sociedad de la información* (núm. digital), 1-19. [https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/56457/TE2002\\_V3\\_Espaciosvirtuales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/56457/TE2002_V3_Espaciosvirtuales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herrera, B. F. (2021). Aplicación del software Geogebra para mejorar el rendimiento académico en la aplicación de funciones lineales. Institución Educativa “Renán Elías Olivera”-Chiclayo. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9822>
- Muñoz, Z., L. H. y Ramón, B. V. B. (2021). *Itinerario académico en: Pedagogía de la Matemática El uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje de función lineal en el 9º “B” de la Unidad Educativa “Ricardo Muñoz Chávez” periodo 2020 2021*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Educación. <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/1966>
- Pardo, M. (2004). *Las tecnologías de la información y las comunicaciones en la dinámica del proceso docente educativo en la educación superior*. [Tesis de grado]. Universidad de Oriente. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/24592>
- Pérez, J. F. G., Navarro, D. F. y Llobell, J. P. (1999). Potencia estadística del diseño de Solomon. *Psicothema*, 11(2), 431-436. <https://www.redalyc.org/pdf/727/72711218.pdf>
- Piaget, J. (1970). *Psicología y pedagogía*. Ariel.
- Valencia, E. A. G., Luna, E. S. A., Arcos, F. A. y Tisalema, G. I. M. (2025). Impacto del uso de recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *REINCISOL: Revista de Investigación Científica y Social*, 4(7), 42. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10355140>

Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

### CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Corchado Navarro, P. y Pérez González, M. (2026). GeoGebra como recurso didáctico en la enseñanza-aprendizaje de funciones lineales en estudiantes de secundaria en un contexto semirural. *Apertura*, 18(1), 116-127. <http://doi.org/10.32870/Ap.v18n1.2789>