

Actividades Interactivas con GeoGebra para Enseñar la Pendiente en Décimo Grado**Interactive Activities with GeoGebra to Teach Slope in Tenth Grade**

Ing. Wilvender Jesús Freire Lescano, Ing. Erika Elizabeth Pilco Colcha, PhD. Jesús Antonio Alba Cabañas & PhD. Milton Rafael Maridueña Arroyave

**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y
SOCIEDAD****Julio - diciembre, V°7 - N°2; 2026****Recibido:** 06-08-2026**Aceptado:** 11-08-2026**Publicado:** 13-08-2026**PAIS**

- Ecuador, Riobamba
- Ecuador, Riobamba
- Ecuador, Durán
- Ecuador, Durán

INSTITUCION

- Universidad Bolivariana del Ecuador
- Universidad Bolivariana del Ecuador
- Universidad Bolivariana del Ecuador
- Universidad Bolivariana del Ecuador

CORREO:

- ✉ wjfreirel@ube.edu.ec
- ✉ eeopilcoc@ube.edu.ec
- ✉ jaalbac@ube.edu.ec
- ✉ mrmaridueña@ube.edu.ec

ORCID:

-  <https://orcid.org/0009-0009-9101-6457>
-  <https://orcid.org/0009-0002-0886-0788>
-  <https://orcid.org/0009-0002-8815-9165>
-  <https://orcid.org/0000-0002-8876-1896>

FORMATO DE CITA APA.

Freire, W., Pilco, E., Alba, J. & Maridueña, M. (2026). Actividades Interactivas con GeoGebra para Enseñar la Pendiente en Décimo Grado. *Revista G-ner@ndo*, V°7 (N°2). Pág. 2995 – 3017.

Resumen

El aprendizaje de la pendiente representa uno de los principales desafíos en la enseñanza de las funciones lineales por la complejidad de abstracción y relación entre representaciones gráficas y algebraicas. El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios en el aprendizaje del concepto de pendiente en estudiantes de décimo grado de educación general básica mediante la implementación de actividades interactivas mediadas por GeoGebra. Esta investigación empleó un enfoque mixto con un diseño cuasi experimental, en el que participaron 55 estudiantes distribuidos en un grupo de control ($n=26$) y un grupo experimental ($n=29$). Se aplicó un pretest/posttest de 10 ítems y una encuesta de percepción a ambos grupos. Tanto el grupo de control como el grupo experimental mejoraron su rendimiento después de la intervención, sin embargo, se observó una diferencia significativa ($p=0,041$) a favor del grupo experimental. Además, el grupo de control obtuvo una ganancia de Hake baja (0,18) en comparación con el grupo experimental (0,38). Asimismo, los resultados de la escala de Likert evidenciaron que el grupo experimental mostró una actitud más favorable en el aprendizaje de la pendiente en comparación con el grupo de control ($p=0,0017$). Se concluye que la incorporación de actividades interactivas mediadas por GeoGebra favorece significativamente el aprendizaje de la pendiente y fortalece su interpretación como razón de cambio en estudiantes de educación general básica.

Palabras clave: GeoGebra, pendiente, razón de cambio, ganancia de Hake, registros semióticos.

Abstract

Learning about slope represents one of the main challenges in teaching linear functions due to the complexity of abstraction and the relationship between graphical and algebraic representations. The objective of this study was to evaluate changes in the learning of the slope concept in tenth-grade students through the implementation of interactive activities mediated by GeoGebra. This research employed a mixed-methods approach with a quasi-experimental design, in which 55 students participated, distributed into a control group ($n=26$) and an experimental group ($n=29$). A 10-item pretest/posttest and a perception survey were administered to both groups. Both the control and experimental groups improved their performance after the intervention; however, a significant difference ($p=0.041$) was observed in favor of the experimental group. Furthermore, the control group obtained a lower Hake gain (0.18) compared to the experimental group (0.38). Furthermore, the Likert scale results showed that the experimental group demonstrated a more favorable attitude toward learning about slope compared to the control group ($p=0.0017$). It is concluded that incorporating interactive activities mediated by GeoGebra significantly enhances learning about slope and strengthens its interpretation as a factor of change in elementary school students.

Keywords: GeoGebra, slope, rate of change, Hake gain, semiotic registers.

Introducción

A través de los años, el conocimiento matemático se ha visto en constante evolución debido a que no solo se centra en el desarrollo mecánico de algoritmos, sino que también busca atender los diferentes estilos de aprendizaje; es por esto que el uso de recursos tecnológicos es primordial en las aulas de clase, con el fin de reforzar la coordinación de registros semióticos y mejorar la comprensión de contenidos matemáticos en el estudiante (Batiibwe, 2024; Yorganci & Subasi, 2025). Engelbrecht y Borba (2024) indican que el uso de entornos digitales y software de cálculo son recursos idóneos para construir modelos de educación híbridos en donde los estudiantes construyen aprendizajes significativos que vayan más allá de los algoritmos. En el nivel básico superior, la comprensión de contenidos matemáticos es fundamental debido a que actúa como un punto de partida para la expansión del razonamiento algebraico, el pensamiento geométrico, el modelado matemático de contextos reales y el cálculo infinitesimal (Flores & Dolores, 2020), es así como el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM) (National Council of Teachers of Mathematics, s. f.) menciona que los programas educativos para estudiantes que cursan décimo año deberían enfocarse en la generalización de patrones basados en funciones lineales; debido a que en este nivel el pilar fundamental de aprendizaje consiste en comprender la pendiente de una recta y transitar plenamente entre sus representaciones semióticas; por tanto, a pesar de los avances tecnológicos este concepto persiste en ser enseñado bajo metodologías tradicionales centradas en algoritmos, propiciando a que la asignatura sea percibida de forma teórica y desvinculada del mundo real (Ruiz Cortez et al., 2026).

Actualmente, para brindar soluciones viables a nuevas exigencias didácticas y metodológicas, la teoría de Registros de Representación Semiótica de Duval (2006) indica que la consolidación del conocimiento matemático en el estudiante depende netamente de su capacidad de coordinación de diferentes tipos de registros y la neta fluidez de tránsito entre ellos; por tal motivo, el empleo de software dinámico como GeoGebra se convierte en un

espacio idóneo de andamiaje para el estudio de la pendiente y sus representaciones, debido a que articula el registro algebraico (ecuaciones) con su representación gráfica (comportamiento). Esta convergencia permite una transformación en el aprendizaje, debido a que no solo influye en la memorización de algoritmos sino también en el fortalecimiento de la visualización espacial de la pendiente y la observación de cambios en tiempo real tras la modificación de parámetros directrices (ángulo de inclinación o coordenadas). Adjunto a esta transición de registros, la teoría de orquestación instrumental propuesta por Trouche (2004) indica que el docente actúa como mediador y eje estratégico directriz del aula tecnológica, mientras que el software actúa como detonante pedagógico debido a que no solo permite la manipulación simple de objetos, sino que también logra la construcción de conceptos significativos en los estudiantes al momento en que exploran la interfaz de forma guiada, alcanzando así mejorar su capacidad de argumentación, comprensión y conversión de registros. Pittalis & Gridos (2025) y Engelbrecht & Borba (2024) determinan que el conocimiento de la pendiente no es bajo un eje único, sino que corresponde a un aprendizaje multidimensional que requiere de la interacción de al menos tres representaciones: gráfica (dirección de orientación de la recta), geométrica (ángulo de inclinación) y física (tasa de cambio), por lo cual aseguran que la implementación de tecnologías y entornos digitales como GeoGebra permiten la edificación de pilares sólidos de transformación de aulas memorísticas a espacios de construcción de conocimiento matemáticos permanentes en el tiempo.

Analizando los antecedentes empíricos (Macías Tejena et al., 2025; Suparman et al., 2024), evidencian que en la actualidad los entornos educativos buscan cambiar paradigmas tradicionales (mecánicos) en aprendizajes dinámicos e interactivos; ya que asistir una clase sobre la pendiente con ayuda de GeoGebra implica algunos cambios en el aprendizaje que van desde la profundización de la visualización espacial del estudiante, su nivel de participación y diferenciación de características en tiempo real hasta alcanzar un andamiaje instrumental de tecnologías, una motivación intrínseca del estudiante y la conjetura de aulas tradicionales.

Sin embargo, frente a la masiva documentación disponible sobre los beneficios de usar entornos digitales en el aula de clase, existe poca evidencia científica que profundice en el aprendizaje conceptual de la pendiente como razón de cambio y la conversión entre los diferentes tipos de registros en décimo mediante el GeoGebra. Además, son pocos los estudios que analizan específicamente el papel de la prueba de arrastre como estrategia para reconocer la pendiente como un invariante matemático bajo ciertas restricciones dinámicas dentro del entorno de GeoGebra (Utami et al., 2024). Esta situación deja en evidencia una brecha de conocimiento respecto a la forma en que la mediación tecnológica y la interacción dinámica favorecen cambios conceptuales relacionados con la pendiente y su conexión con la ecuación de la recta en contextos escolares reales.

Con el propósito de subsanar el vacío empírico, el presente estudio plantea como objetivo fundamental evaluar el impacto que tiene la implementación de una secuencia de actividades interactivas con GeoGebra para la enseñanza de la pendiente como razón de cambio y su relación con la ecuación de la recta mediante la conversión entre sus diferentes registros semióticos en estudiantes de décimo grado. Para ello, la investigación será bajo un enfoque mixto con un diseño cuasi experimental en donde se trabajará con dos grupos (control y experimental), a los cuales se les aplicará mediciones de pretest, posttest y escala de Likert.

Métodos y Materiales

El estudio se realizó bajo un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) debido a que se integró tanto datos numéricos como descriptivos con el fin de obtener una mejor comprensión sobre la relación existente entre la enseñanza interactiva de la pendiente con GeoGebra y el grado de coordinación de los diferentes tipos de registro (algebraico, gráfico y numérico) en los estudiantes. Mediante el enfoque cuantitativo se comparó bajo resultados estadísticos el grado de aprendizaje de la pendiente en dos grupos: un grupo experimental (enseñanza interactiva) y uno de control (enseñanza tradicional) tras la aplicación de pruebas objetivas (pretest y posttest). En cuanto al enfoque cualitativo se evaluó la forma en cómo el estudiante

construye su conocimiento, explica el contenido e interactúa con GeoGebra durante la intervención. Creswell (2014) argumenta que el enfoque mixto es especialmente útil en investigaciones educativas que evalúan innovaciones didácticas, ya que permite no solo presentar los resultados a partir de datos numéricos, sino también interpretarlos a través de las experiencias de los participantes. De manera similar, Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018) subrayan que este enfoque refuerza la validez de los estudios al facilitar la triangulación metodológica.

De igual manera, el diseño de investigación del estudio es de tipo cuasi experimental debido a que se buscó establecer la relación causal entre la enseñanza interactiva con GeoGebra y la comprensión del concepto de la pendiente; así como también por tener dos grupos de estudio definidos, mas no aleatorios en donde los resultados evaluaron los efectos reales de las intervenciones; investigaciones recientes demuestran que los diseños cuasi experimentales son efectivos para analizar el impacto del uso de GeoGebra en el aprendizaje matemático, especialmente en la comprensión de conceptos abstractos como la pendiente (Cedeño-Alcívar & Rivadeneira-Loor, 2023).

Población y muestra

Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018, p. 195) “la población se define como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. En el presente estudio, la población quedó delimitada por criterios de contenido, lugar y tiempo, constituida por los estudiantes de décimo año de Educación General Básica en una institución de sostenimiento particular ubicada en la ciudad de Riobamba-Ecuador.

“Una muestra es un subconjunto de la población de interés” (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 196). El estudio se realizó mediante un muestreo no probabilístico donde la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de características específicas. La muestra fue seleccionada por conveniencia, la misma que estuvo conformada por 55 estudiantes legalmente matriculados en décimo año de Educación General Básica. Los

grupos fueron formados previamente por razones administrativas de la institución y de manera independiente al estudio.

Los grupos quedaron de la siguiente manera:

- Grupo de control: Décimo paralelo “A” conformado por 26 estudiantes, quienes recibieron la enseñanza sobre la pendiente por el método tradicional.
- Grupo experimental: Décimo paralelo “B” conformado por 29 estudiantes con quienes se aplicó la intervención de actividades interactivas con GeoGebra.

Criterios de inclusión: Estudiantes de 14 años en promedio, con asistencia regular a clases y que aceptaron el consentimiento para participar en esta investigación.

Criterios de exclusión: Estudiantes que realizaron la fase de pretest y que presentan impedimentos físicos o administrativos para participar en las intervenciones programadas.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para garantizar la consistencia en la recolección de datos el proceso se basó en la medición, vinculando conceptos abstractos sobre la pendiente con indicadores verificables en la práctica.

Se aplicaron pruebas estandarizadas mediante un pretest y posttest, las cuales son instrumentos con ítems espejos que miden el mismo núcleo conceptual orientados a la exploración de la pendiente con su interpretación geométrica y como razón de cambio con una diferenciación de demanda cognitiva.

Además, se aplicó una escala de Likert en ambos grupos de estudio debido a que es un instrumento que permite identificar las actitudes y percepciones de los estudiantes frente a un proceso determinado de enseñanza (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p.

274), el cual permitió a cada estudiante seleccionar la opción que mejor represente su opinión y experiencia personal.

Análisis de datos

El análisis de datos se realizó bajo los enfoques definidos inicialmente; cualitativo y cuantitativo. A continuación, se muestra los métodos de análisis de datos empleados en cada uno de ellos:

1. Estadística descriptiva: Se realizó cálculos de medidas de tendencia central (media) para describir el rendimiento de los estudiantes en ambos paralelos y medidas de dispersión (coeficiente de variación) para identificar el nivel de homogeneidad de los conocimientos adquiridos.
 2. Estadística inferencial: Para determinar si existió diferencias significativas en el aprendizaje de la pendiente entre el grupo de control (método tradicional) y el grupo experimental (intervención con GeoGebra) se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes. Se estableció un nivel de significancia de 0,05, si el valor de p es inferior a este límite se acepta la hipótesis de investigación con un nivel de confianza del 95%.
 3. Evaluación de confiabilidad: Con la finalidad de validar la información recopilada por la escala tipo Likert se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach para asegurar que las mediciones son fiables y coherentes (0,70 - 0,90) (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 325) antes de continuar con el análisis inferencial mediante la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para datos que no tienen una distribución normal.
 4. Ganancia Normalizada de Hake: Considerando las ventajas del diseño basado en pretest y posttest, se calculó el puntaje de ganancia de cada grupo que permite comparar las calificaciones iniciales y finales. Esto permitió medir qué tan grande
-

fue el aprendizaje alcanzado en cada paralelo y valorar la efectividad del GeoGebra en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Hake, 1998).

$$g = \frac{postest - pretest}{100 - pretest}$$

Los resultados se agrupan en tres zonas de ganancia:

Tabla 1. Zona de ganancia Normalizada de Hake

Zonas de ganancia	Rango
Baja	$g \leq 0,3$
Media	$0,3 < g \leq 0,7$
Alta	$g > 0,7$

Fuente: (Cortés, 2022)

Selección de la gama de colores para GeoGebra

La elección de colores para las actividades realizadas en GeoGebra se basa en hallazgos científicos relacionados con los procesos de aprendizaje. Se utilizó tonalidades frías (azul y verde) en las rectas, puntos y demás elementos importantes de interacción, estas tonalidades aumentan los niveles de atención y memoria en contextos educativos (Llinares et al., 2021). Por otro lado, se utilizó tonalidades cálidas (rojo y naranja) para destacar deslizadores, cambios de pendiente o puntos importantes, aunque estos colores suelen relacionarse con errores en evaluaciones, investigaciones demuestran que son muy útiles para atraer la atención visual y observación detallada (Elliot et al., 2007). Además, no se saturó la interfaz con colores fuertes o brillantes, ya que su percepción puede influir directamente en la atención y memoria a corto plazo de los estudiantes (Jadhao et al., 2020). También se estableció un equilibrio entre el contraste y la simplicidad visual para reducir distractores y facilitar la transición dentro de las representaciones semióticas (Ogita & Pothong, 2021).

Intervención didáctica

Se desarrolló la intervención didáctica durante 7 sesiones de clase, con una duración de 45 minutos por sesión, teniendo un total de 315 minutos. La intervención se dividió en tres fases, donde la fase 1 comprende una sesión de clase, la fase 2 consta de cuatro sesiones y la fase 3 de dos sesiones de clase.

Fase 1: Exploración de la noción de pendiente

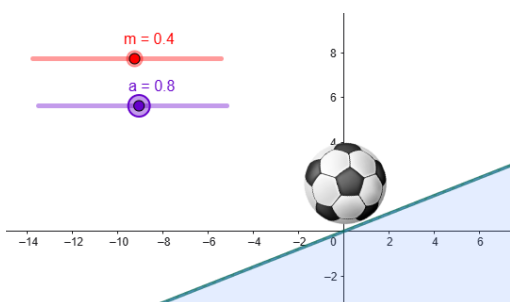
Sesión 1: Explorando la inclinación de la recta

Objetivo: Explorar la relación entre la inclinación de una recta y el comportamiento de la pendiente mediante la manipulación dinámica de un balón en GeoGebra.

Construcción de la interfaz: La construcción de esta interfaz se realizó mediante dos deslizadores, uno destinado a controlar la pendiente de la recta denominado “m”, y otro destinado a controlar el movimiento del balón denominado “a”. Adicional a esto se agregó la función lineal $f(x) = mx$ y un punto dinámico $P = (a, f(a))$ sobre el cual se insertó una imagen de un balón para desplazarse automáticamente sobre la recta en función de “a”.

Mediante la prueba de arrastre (Drag Test) los estudiantes manipularon los deslizadores de la pendiente para validar la conjetura de que a mayor inclinación se produce un mayor desplazamiento del balón, generando una relación intuitiva entre inclinación y pendiente.

Figura 1. Interfaz de la actividad 1: Explorando la inclinación de la recta



Fuente: Elaboración propia

Grupo de control: Introducción general sobre la definición de la pendiente a través de la interpretación de un ejemplo contextualizado sobre el ascenso y descenso de un escalador en una montaña.

Fase 2: Conceptualización e interpretación de la pendiente

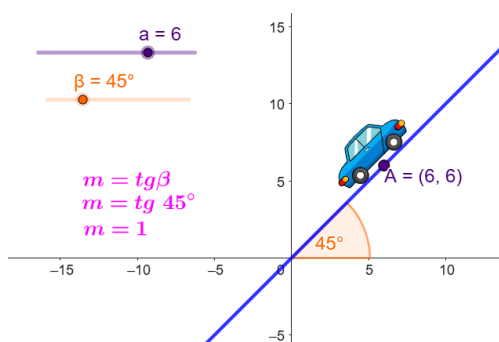
Sesión 2 y 3: Pendiente y su interpretación geométrica

Objetivo: Interpretar la representación geométrica de la pendiente mediante la exploración dinámica de una recta en GeoGebra.

Construcción de la interfaz: La construcción de esta interfaz se realizó mediante dos deslizadores, uno denominado " a " para controlar la posición del automóvil sobre la recta, y otro deslizador denominado " β " para modificar el ángulo de inclinación de la recta. Adicional a esto se definió la variable $m = \operatorname{tg}(\beta)$ para calcular el valor de la pendiente en conjunto con un teto interactivo y la función lineal $f(x) = mx$ que permite actualizar automáticamente la recta al modificar el ángulo de inclinación. Se añadió un punto dinámico $A = (a, f(a))$ sobre el cuál se insertó una imagen de un automóvil para mostrar su desplazamiento sobre la recta.

Mediante la prueba de arrastre (Drag Test), los estudiantes manipularon los deslizadores del ángulo de inclinación y de la posición del automóvil para verificar que, al aumentar el ángulo formado por la recta con el eje horizontal, también aumenta el valor de la pendiente. De esta manera, comprobaron que la pendiente puede interpretarse geoméricamente como la tangente del ángulo de inclinación ($m = \operatorname{tg} \alpha$), fortaleciendo la relación entre la representación gráfica, trigonométrica y algebraica de la función lineal.

Figura 2. Interfaz de la actividad 2: Pendiente y su interpretación geométrica



Fuente: Elaboración propia

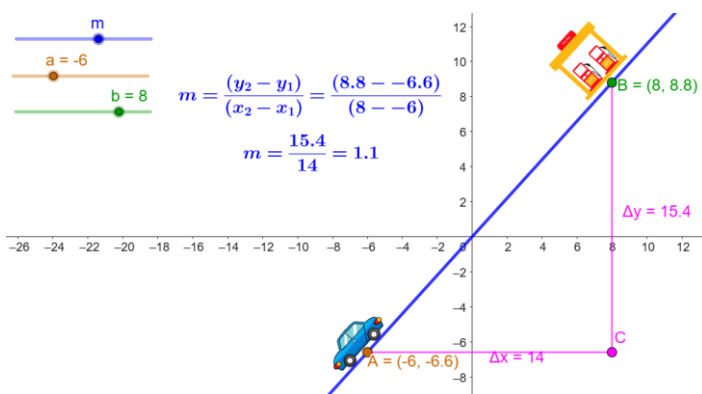
Sesión 4 y 5: Pendiente como razón de cambio

Objetivo: Comprender la pendiente como razón de cambio estableciendo la relación entre sus representaciones gráfica, algebraica y numérica mediante la exploración dinámica en GeoGebra.

Construcción de la interfaz: La construcción de esta actividad se realizó mediante un deslizador denominado “m”, cuya función fue controlar la inclinación de la recta $f(x) = mx$. También se incorporaron dos deslizadores, el deslizador “a” para el movimiento del automóvil con su punto dinámico $A = (a, f(a))$ y el deslizador “b” para la gasolinera con su punto dinámico $B = (b, f(b))$. Para representar geoméricamente la razón de cambio se agregó un tercer punto dinámico $C = (b, f(a))$, que permitió visualizar la variación horizontal y vertical relacionadas con la pendiente. Por último, se insertó textos dinámicos con la expresión algebraica $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$, cuyas actualizaciones automáticas permitieron relacionar la representación gráfica con el cálculo algebraico de la pendiente.

Durante la prueba de arrastre los estudiantes modificaron las posiciones del automóvil y de la gasolinera observando los cambios producidos en Δx , Δy y en el valor de la pendiente. Esta actividad permitió validar que la pendiente expresa la relación de cambio entre la variación vertical y horizontal, independientemente de la posición de los puntos sobre la misma recta.

Figura 3. Interfaz de la actividad 3: Pendiente como razón de cambio



Fuente: Elaboración propia

Grupo de control: Definición formal de la pendiente y sus interpretaciones (gráfica, geométrica, algebraica y numérica) a través de la escritura de procedimientos, gráficos y definiciones en la pizarra.

Fase 3: Conjetura de conocimientos

Sesión 6 y 7: Problema contextualizado de velocidad

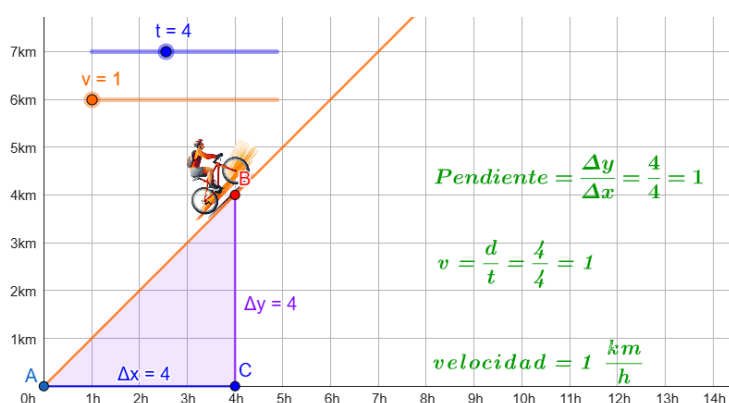
Objetivo: Aplicar el concepto de pendiente como razón de cambio en la resolución de un problema contextualizado utilizando GeoGebra.

Construcción de la interfaz: La construcción de esta actividad se realizó mediante dos deslizadores dinámicos: el deslizador “t” (tiempo) y el deslizador “v” (velocidad). Se definió el punto inicial $A = (0,0)$ y el punto dinámico $A = (t, v \cdot t)$ cuya posición varía en función de los deslizadores con la finalidad de modelar la relación entre tiempo y distancia. Adicional a esto se incorporó un punto auxiliar $C = (t, 0)$ para construir el polígono (A, B, C) que permitió visualizar los incrementos horizontales (Δx) y verticales (Δy) para observar los cambios en el tiempo y distancia. Finalmente la trayectoria del ciclista se modeló mediante la función $f(x) = v \cdot x$, cuya inclinación se modifica automáticamente al variar la velocidad y se incorporó textos

dinámicos que muestran el cálculo de la pendiente mediante $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, así como la relación física $v = \frac{d}{t}$ que permitieron evidenciar una igualdad entre ellas.

Mediante la prueba de arrastre de los deslizadores de tiempo y velocidad los estudiantes observaron cómo varía la distancia recorrida y la inclinación de la recta. Esta exploración permitió validar que en la gráfica distancia vs tiempo el valor de $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ coincide con la expresión física $v = \frac{d}{t}$.

Figura 4. Interfaz de la actividad 4: Problema contextualizado-velocidad



Fuente: Elaboración propia

Grupo de control: Aplicación del concepto de la pendiente en problemas contextualizados y su interpretación física en la relación de distancia-tiempo.

Consideraciones éticas

En el presente estudio se consideró principios éticos enfocados en la honestidad, legalidad y respeto hacia los derechos de todos los participantes. Al tener estudiantes menores de edad se gestionó los permisos requeridos tanto para la institución educativa como para los representantes legales.

Se envió una invitación formal (consentimiento informado) a los padres de familia explicando el objetivo de la investigación, detallando las actividades previstas, instrumentos

de evaluación y los beneficios después de la intervención pedagógica, de tal forma, los representantes autorizaron la participación de sus representados mediante la firma de un documento.

De la misma manera se solicitó la colaboración libre y voluntaria de los estudiantes mediante un asentimiento informado siguiendo las orientaciones metodológicas recomendadas para investigaciones con niños y adolescentes (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 174). Además, se informó de sus derechos a la privacidad, seguridad en el manejo de sus datos y la libertad absoluta de retirarse del estudio sin represalia alguna.

Finalmente, con la finalidad de garantizar la integridad científica y reducir posibles sesgos, los nombres reales de los estudiantes fueron codificados, garantizando que los resultados puedan mostrarse de forma global y con fines académicos de la investigación.

Análisis de resultados

De manera general, se observó un aumento en las medias del rendimiento académico al comparar las mediciones del pretest con el posttest asociadas al concepto de pendiente en los dos grupos. Sin embargo, el grupo experimental mostró una mayor cantidad de aciertos alcanzando una media superior en el Posttest (7,45) en comparación con el grupo de control (6,31). Al analizar la dispersión de los datos se observó que el grupo de control mostró una tendencia heterogénea, con un desempeño más diverso incrementando su coeficiente de variación del 23,12% al 38,51%. Por el contrario, en el grupo experimental la desviación estándar permaneció más estable, reflejando una ligera disminución de su variabilidad del 23,26% al 20,80%. Los datos descritos en la Tabla 2 sugieren que ambas estrategias aumentaron el puntaje, aun así, la interacción con GeoGebra ayudó a una comprensión más homogénea en comparación con el método tradicional.

Tabla 2. Datos estadísticos de rendimiento académico por grupos (Pretest y Postest)

Grupo	Fase	N	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación (CV)
Control	Pretest	26	5,5	1,27179	23,12%
	Postest	26	6,31	2,42931	38,51%
Experimental	Pretest	29	5,90	1,37178	23,26%
	Postest	29	7,45	1,54888	20,80%

Fuente: Elaboración propia

En el análisis comparativo entre ambos grupos con los resultados del postest mediante la prueba t de Student para muestras independientes se encontró diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia de $p=0,041$ (Tabla 3). Estos datos mostraron que el uso de GeoGebra generó un aumento mayor en el rendimiento académico en comparación con la enseñanza tradicional. Este desempeño se relacionó principalmente al uso del GeoGebra y a la ejecución del Drag Test, donde los estudiantes validaron de forma dinámica la pendiente como razón de cambio mediante sus diferentes representaciones semióticas.

Tabla 3. Resultados de la prueba t de Student para muestras independientes (Comparación de Postest)

Comparación	Valor t	gl	p
Grupo de Control vs. Grupo Experimental	-2,098	53	0,041

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el cálculo de la ganancia normalizada de Hake (g) las notas registradas en una escala de 0 a 10 fueron transformadas a una escala de 0 a 100 donde se observó que el grupo de control obtuvo un nivel de aprendizaje bajo con un valor de 0,18, mientras que, el grupo experimental alcanzó una ganancia de 0,38 ubicándose en un nivel medio y duplicando el desempeño del grupo de control (Tabla 4). Esta diferencia confirmó que la metodología apoyada con GeoGebra permitió a los estudiantes comprender una mayor cantidad de

contenidos relacionados con la pendiente, mostrando una mayor efectividad en comparación a la enseñanza tradicional.

Tabla 4. *Análisis de la ganancia normalizada de Hake por grupo*

Grupo	Pretest ($\bar{x}$)	Posttest ($\bar{x}$)	Ganancia de Hake (g)	Nivel de ganancia
Control	5,50	6,31	0,18	Bajo
Experimental	5,90	7,45	0,38	Medio

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó la escala de Likert en una primera etapa como prueba piloto para evitar sesgos de respuesta y asegurar la validez de comprensión de los reactivos negativos, después se empleó la versión ajustada para ambos grupos de estudio. Para validar los resultados del instrumento se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, donde se obtuvo valores de 0,731 para el grupo de control y 0,830 para el grupo experimental evidenciando una confiabilidad satisfactoria y elevada (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 325). Por otro lado, el grupo experimental presentó una media mayor (55,07) en comparación al grupo de control (49) lo que sugiere que el uso de GeoGebra generó una actitud más positiva hacia el aprendizaje de la pendiente en comparación con la metodología tradicional (Tabla 5). Además, mediante la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney se observó una diferencia significativa entre los dos grupos con un valor de $p=0,0017$ (Tabla 6). Estos resultados están relacionados con la aprehensión operativa observada en el Drag Test, donde los estudiantes del grupo experimental mostraron mayor interés hacia la exploración interactiva del concepto de pendiente.

Tabla 5. *Fiabilidad de la escala de Likert*

Grupo	Alfa de Cronbach	Media
Control	0,731	49
Experimental	0,830	55,07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. *Comparación estadística entre grupos*

Prueba	Estadístico	Valor p (bilateral)
U de Mann–Whitney	191,5	0,0017

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, durante la observación del docente durante las clases se detectaron dificultades instrumentales en el manejo del GeoGebra, específicamente cuando intentaban asignar variables para modificar las características de la recta mediante deslizadores y en la visualización de la tabla de valores. Aun así, no existió confusión con el entorno del software ni con la prueba de arrastre (Drag Test); de hecho, la mayoría de los estudiantes lograron reconocer la ordenada en el origen y el signo de la pendiente mientras interactuaban con las representaciones en el GeoGebra. A nivel logístico, se registró una limitación en la disponibilidad de los laboratorios de cómputo producidos por el cruce de horarios y eventos institucionales. Por otro lado, el aumento de la dificultad en las actividades ocasionó estados iniciales de desmotivación, las mismas que disminuyeron gracias a la intervención del docente mediante el Drag Test. Se observaron diferentes estrategias de resolución mediante procesos de conversión de registros semióticos, donde algunos estudiantes estimaban el valor de la pendiente únicamente a partir de la representación gráfica y analizando la razón de cambio en el eje de las ordenadas, mientras que otros calculaban la pendiente a partir de las coordenadas de los puntos. Por último, se detectó un error frecuente en la representación geométrica, donde los estudiantes consideraban como correcto la pendiente calculada desde el ángulo de inclinación representado desde el eje “x” negativo a la recta.

Discusión

Nuestros datos sugieren que la implementación estructurada de actividades interactivas con GeoGebra mejora significativamente el aprendizaje del concepto de pendiente en estudiantes de décimo de Educación General Básica. Se encontró que en el grupo experimental su media incrementó en 1,55 puntos mostrando una diferencia

estadísticamente significativa ($p < 0,05$), este patrón se respalda con una actitud positiva a la intervención con GeoGebra con una confiabilidad en la escala de Likert de 0,830 y un nivel de ganancia de Hake medio (0,38), lo que supera ampliamente al desempeño mediante la metodología tradicional.

Estos resultados concuerdan con el estudio de Ellenita G. et al. (2024), quienes demostraron que el uso de GeoGebra en la enseñanza genera un mejor rendimiento académico y actitudes favorables en comparación con la enseñanza tradicional. Además, la mejora observada en el comportamiento actitudinal coincide con los resultados reportados por Romero Albaladejo y García López (2024), quienes identificaron cambios positivos en las actitudes matemáticas después de implementar actividades con GeoGebra en la educación secundaria.

Los resultados obtenidos se fundamentan en la teoría de registros semióticos de Duval, ya que GeoGebra facilitó la conversión entre registros gráficos y algebraicos. De igual manera, Sinilín-Quimuña et al. (2026) y Aceves Aldrete y Vargas Alejo (2024) reportan que el uso de GeoGebra facilita la transición entre representaciones fortaleciendo la construcción conceptual del conocimiento matemático. Sin embargo, la tecnología por sí sola no fue suficiente, se observó dificultades instrumentales al momento de asignar deslizadores y en la configuración de tabla de valores. Estos no son simples fallos técnicos, sino resultados de la falta de esquemas de utilización de la herramienta en los estudiantes. Al contrastar estos hallazgos con la orquestación instrumental de Trouche, se demuestra que la tecnología por sí sola no garantiza el aprendizaje, siempre requiere de la mediación del docente para lograr que el software sea una herramienta cognitiva. Del mismo modo, Bwalya (2019) sostiene la importancia del docente como un mediador indispensable en los procesos de aprendizaje apoyados por la tecnología.

Una de las limitaciones de este estudio fue el tamaño de la muestra formada por 55 estudiantes entre ambos grupos, aunque los resultados fueron favorables, tener un grupo

mayor permitiría fortalecer la validez externa del estudio y una mejor generalización de los hallazgos. Además, se registró una baja frecuencia de intervención (siete periodos de 40 minutos) para que los estudiantes logren un dominio adecuado de las herramientas básicas del GeoGebra. Debido a esto, para futuras investigaciones conviene incorporar una etapa inicial de nivelación e instrucción al GeoGebra para que los estudiantes adquieran destrezas técnicas que les permitan desenvolverse adecuadamente con el software. Finalmente, una limitada disponibilidad del laboratorio de cómputo ocasionado por cruces de horarios y actividades institucionales provocaron interrupciones a la continuidad prevista para las sesiones de clase. Para evitar que influyan en el ritmo de la investigación es importante considerar todas estas situaciones con anticipación para futuras implementaciones.

De manera inesperada, surgió un error recurrente en la interpretación geométrica de la pendiente, donde los estudiantes utilizaban el ángulo de inclinación desde el eje “x” negativo para el cálculo de la pendiente. Se determinó que gran parte de los estudiantes desconocían la convención matemática que establece medir el ángulo siempre desde el eje “x” positivo. Desde la teoría de registros semióticos de Duval, este hallazgo no es un simple fallo en el procedimiento, sino un conflicto entre el registro gráfico y el registro simbólico, además, la visualización dinámica de GeoGebra por sí sola no pudo desestabilizar esta idea errónea de los estudiantes. Esto se debe a que el software facilita la aprehensión operativa de la recta al mover los deslizadores, sin embargo, no establece de manera automática la convención de medir el ángulo siempre desde el eje “x” positivo para una conversión adecuada entre registros. En consecuencia, una fácil interpretación visual no asegura una comprensión correcta de los conceptos, por tal motivo es indispensable incorporar una estrategia didáctica dirigida a aclarar las convenciones simbólicas del concepto matemático y periodos de aprendizaje donde la tecnología funcione como un generador de dudas que permita partir de la intuición y llegar al conocimiento formal con la orientación del docente.

Conclusiones

En conclusión, la implementación de actividades interactivas con GeoGebra y la aplicación del Drag Test facilitó interpretar la pendiente como razón de cambio reflejándose en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes y en una actitud positiva hacia las matemáticas.

Esta investigación muestra evidencias de que la visualización dinámica es una herramienta cognitiva muy importante que facilita la interpretación geométrica siempre y cuando exista la orientación del docente, actuando como un intermediario entre la transición del registro gráfico y simbólico. De igual manera, se observó que tener la destreza para interpretar imágenes no asegura una correcta aplicación de las convenciones matemáticas, como medir el ángulo desde el eje x positivo.

Se observó que un grupo de estudiantes presentaron dificultades en el manejo de las herramientas del GeoGebra, esto se atribuye a la falta de experiencia en el uso del software ocasionando una carga cognitiva adicional al momento de aprender los conceptos matemáticos. Sin embargo, mediante la intervención del docente se logró una mejora gradual en el aprendizaje.

Para investigaciones posteriores es factible trabajar con una muestra más grande y representativa que permita extrapolar los hallazgos a distintos contextos sociales. También es importante incorporar una fase inicial de adaptación al recurso tecnológico reduciendo la carga cognitiva y permitiendo a los estudiantes enfocarse netamente en el aprendizaje de los conceptos matemáticos. De igual manera, se ve la necesidad de implementar propuestas didácticas que fortalezcan las reglas simbólicas, con un enfoque en la interpretación de los ángulos y las convenciones del plano cartesiano que permitan el desenvolvimiento adecuado dentro de los entornos tecnológicos. Además, realizar un seguimiento para comprobar que los conocimientos adquiridos al implementar actividades interactivas con GeoGebra y la actitud hacia las matemáticas se mantienen con el tiempo después de tres o seis meses. Por último,

ampliar el estudio a funciones no lineales analizando la influencia de la coordinación entre diferentes registros semióticos en el estudio de conceptos matemáticos más complejos.

Referencias bibliográficas

- Aceves Aldrete, C. E., & Vargas Alejo, V. (2024). Uso de GeoGebra y registros de representación en problemas contextualizados para el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales 2×2 . *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 15(29). <https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2042>
- Batiibwe, M. S. K. (2024). Application of interactive software in classrooms: A case of GeoGebra in learning geometry in secondary schools in Uganda. *Discover Education*, 3(1), 179. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00291-8>
- Bwalya, D. (2019). Influence of Geogebra on Students' Achievement in Geometric Transformations and Attitude towards Learning Mathematics with Technology. *Journal of Education and Practice*, 10(13), 25.
- Cedeño-Alcívar, J. C., & Rivadeneira-Loor, F. Y. (2023). GeoGebra como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de la Matemática. *MQRInvestigar*, 7(4), 634-649. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.634-649>
- Cortés, L. J. M. (2022). Análisis de la ganancia de aprendizaje en la enseñanza de las ecuaciones lineales implementando un entorno personal de aprendizaje. *CITAS*, 8(1). <https://doi.org/10.15332/24224529.7560>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4. ed). SAGE.
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1), 103-131. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Ellenita G, M., Concepcion Dc, A., Ma., Minerva R, A., & Paulino P, M. (2024). Improving Performance and Level of Attitude Towards Learning Integral Calculus Using GeoGebra. *Educational Administration: Theory and Practice*. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i6.415>
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Moller, A. C., Friedman, R., & Meinhardt, J. (2007). Color and psychological functioning: The effect of red on performance attainment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(1), 154-168. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.1.154>
- Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM – Mathematics Education*, 56(2), 281-292. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Flores, C. D., & Dolores, G. I. (2020). Conceptualizaciones de la Pendiente en Libros de Texto de Matemáticas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34(67), 825-846. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a22>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.
- Jadhao, A., Bagade, A., Taware, G., & Bhonde, M. (2020). Effect of background color perception on attention span and short-term memory in normal students. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, (0), 1. <https://doi.org/10.5455/njppp.2020.10.06162202017072020>
-

- Llinares, C., Higuera-Trujillo, J. L., & Serra, J. (2021). Cold and warm coloured classrooms. Effects on students' attention and memory measured through psychological and neurophysiological responses. *Building and Environment*, 196, 107726. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107726>
- Macías Tejena, H. A., Durán Pico, U. C., & Rodríguez Álava, D. L. A. (2025). Uso de GeoGebra en el aprendizaje de funciones lineales en el primer año de bachillerato. *Sinapsis: La revista científica del ITSUP*, 27(2), 4.
- National Council of Teachers of Mathematics. (s. f.). Recuperado 1 de agosto de 2026, de <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/Algebra/>
- Ogita, C., & Pothong, A. (2021). The Effects of Wall Color on Students' Attention Levels: An International School's Perspective. *Journal of Student Research*, 10(2). <https://doi.org/10.47611/jsrhs.v10i2.1418>
- Pittalis, M., & Gridos, P. (2025, diciembre 28). Teachers' conceptualizations of slope in teaching Grade 8 students.
- Romero Albaladejo, I. M., & García López, M. D. M. (2024). Mathematical attitudes transformation when introducing GeoGebra in the secondary classroom. *Education and Information Technologies*, 29(8), 10277-10302. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12085-w>
- Ruiz Cortez, N. C., Armas Juárez, R. A., Correa Becerra, R. C., Fiestas Zevallos, J. C., & Balcázar Gallo, J. E. J. (2026). GeoGebra para fortalecer capacidades matemáticas en transformaciones geométricas en estudiantes de secundaria de Ayabaca. *Revista Tribunal*, 6(15), 271-285. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v6i15.398>
- Sinilín-Quimuña, R. P., Lapo-Lima, W. A., & Sánchez-Morante, M. E. (2026). Estrategias didácticas apoyadas en los registros semióticos de Duval para la enseñanza de ecuaciones lineales en décimo año. *Sociedad & Tecnología*, 9(S2), 1634-1647. <https://doi.org/10.51247/st.v9iS2.838>
- Suparman, S., Marasabessy, R., & Helsa, Y. (2024). Fostering spatial visualization in GeoGebra-assisted geometry lesson: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(9), em2509. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15170>
- Trouche, L. (2004). Managing the Complexity of Human/Machine Interactions in Computerized Learning Environments: Guiding Students' Command Process through Instrumental Orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281-307. <https://doi.org/10.1007/s10758-004-3468-5>
- Utami, A. N., Nurhasanah, F., Triyanto, & Dolk, M. (2024). Constructing slope conceptualizations: Physical, geometrical, and algebraic. *Journal on Mathematics Education*, 15(4), 1433-1452. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i4.pp1433-1452>
- Yorganci, S., & Subasi, M. (2025). Interactive GeoGebra applets to improving students' learning performance in e-book-based learning environment. *Education and Information Technologies*, 30(5), 5477-5500. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13021-2>
-