

Vol. 5 No. 1 | 2025

ARJ EAD

ARTÍCULO

Efectos de una Intervención Didáctica con GeoGebra y YouTube para Enseñar el Teorema del Seno.

Effects of a Didactic Intervention with GeoGebra and YouTube to Teach the Sine Theorem

Isidro Nemesio Alegría Rodríguez
Aymé Yolanda Pacheco Trejo

Recepción: 12-01-2025 / Aceptación: 20-02-2025

Vol. 5 No. 1

Efectos de una Intervención Didáctica con GeoGebra y YouTube para Enseñar el Teorema del Seno.

Isidro Nemesio Alegría Rodríguez¹, Aymé Yolanda Pacheco Trejo²

¹ Doctorante en Ciencias de la Educación-Universidad Cuauhtémoc Plantel Aguascalientes - Tumaco, Colombia, e-mail: isidroalegría52@gmail.com

² Docente Investigadora -Centro de Investigaciones Silvio Zavala Universidad Modelo, e-mail: aime@modelo.edu.mx

Resumen

El área de matemáticas se caracteriza por la baja calidad académica derivada de la apatía estudiantil y de la ineficacia de las estrategias tradicionales de enseñanza-aprendizaje generalmente implementadas. En consecuencia, el propósito del estudio fue evaluar los efectos de implementar una estrategia didáctica mediada por TIC - GeoGebra y YouTube -, en los niveles de desempeño en procesos matemáticos del teorema del seno, de estudiantes de grado décimo. Se siguió un enfoque cuantitativo cuasiexperimental, con grupos control y experimental, pretest-postest y alcance explicativo. Participaron 33 estudiantes de grado décimo elegidos por muestreo no probabilístico por conveniencia. Los datos se recolectaron mediante un cuestionario valorativo del nivel de desempeño en el teorema del seno, previamente validado por jueces, sometido a pilotaje por pares y confiabilizado mediante el coeficiente KR 20. Se implementó una intervención didáctica basada en GeoGebra y YouTube para facilitar el aprendizaje en el grupo experimental; mientras que el grupo control se sometió a una in-

tervención didáctica tradicional. Los resul-

tados del grupo experimental en el pretest mostraron un bajo nivel de desempeño en la calificación global y en todas las dimensiones contempladas. Los resultados del postest revelaron que únicamente la dimensión *razonamiento* logró ascender desde nivel bajo hasta nivel básico de desempeño, en tanto que en las otras dimensiones y en el grupo de control no hubo incremento en el nivel de desempeño. Por tanto, se concluyó que el uso de las herramientas TIC utilizadas mejoró parcialmente el nivel de desempeño de los estudiantes en el teorema del seno.

Palabras Clave: tic en matemáticas, teorema del seno, aplicaciones didácticas, procesos matemáticos, geogebra, youtube.

Abstract

The area of mathematics is characterized by low academic quality derived from student apathy and the ineffectiveness of traditional teaching-learning strategies generally implemented. Consequently, the purpose of the study was to evaluate the effects of implementing a didactic strategy mediated by ICT - GeoGebra and YouTube - on the levels of performance in mathematical processes of the sine theorem, of tenth grade students. A qua-

si-experimental quantitative approach was followed, with control and experimental groups, pretest-postest and explanatory scope. 33 tenth grade students participated, chosen by non-probabilistic convenience sampling. The data were collected through a questionnaire assessing the level of performance in the sine theorem, previously validated by judges, subjected to peer piloting and made reliable by the KR 20 coefficient. A didactic intervention based on GeoGebra and YouTube was implemented to facilitate learning in the experimental group, while the control group underwent a traditional didactic intervention. The results of the experimental group in the pretest showed a low level of performance in the overall grade and in all the dimensions considered. The results of the posttest revealed that only the reasoning dimension managed to rise from a low level to a basic level of performance, while in the other dimensions and in the control group there was no increase in the level of performance. Therefore, it was concluded that the use of the ICT tools used partially improved the level of performance of the students in the sine theorem.

Keywords: ICT in mathematics, sine theorem, educational applications, mathematical processes, GeoGebra, YouTube.

Introducción

El uso de las tecnologías de la información tiene repercusiones importantes en el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, ya que ofrece alternativas innovadoras para mejorar la comprensión y el desempeño de los estudiantes en esta asignatura. Esta premisa toma gran relevancia al considerar los bajos niveles de desempeño históricos en matemáticas alcanzados por los estudiantes en la prueba Saber 11 en el municipio de Tumaco, Colombia. Dichos resultados

tienen causas multifactoriales, de las cuales se señala la apatía de los estudiantes hacia las matemáticas y la ineficacia de las estrategias didácticas tradicionales (Barajas y Gilio, 2011). Oficialmente, los niveles de desempeño académico son Bajo (0-2,9), Básico (3,0-3,9), Alto (4,0-4,5), Superior (4,6-5,0) (Decreto 1290, 2009). En consecuencia, la actual investigación buscó evaluar los efectos de implementar una estrategia didáctica mediada por TIC - GeoGebra y YouTube- en el nivel de desempeño de los estudiantes de grado décimo de la IEFJC en el teorema del seno; tal teorema revela la relación entre los lados y los ángulos de un triángulo (Tapia, 1945).

El uso de las estrategias didácticas mediadas por TIC se cimienta en los postulados constructivistas de la equilibración de Piaget (1981) y el aprendizaje significativo de Ausubel (1983). Dichas estrategias se conciben como aquellas acciones pedagógicas que utilizan la tecnología educativa basada en la informática e Internet como herramienta metodológica para potenciar los procedimientos y desempeños académicos de acuerdo con los objetivos de aprendizaje esperados. Bajo esta óptica, el presente estudio toma relevancia a partir de que prueba una estrategia didáctica - apoyada en tecnología educativa - desarrollada en un contexto rural en el que no se había ejecutado este tipo de iniciativas pedagógicas. Por tanto, desarrollar esta labor requiere una adaptación pedagógica y didáctica que implique la apropiación docente de sus características para lograr que dichas tecnologías educativas sean medios y no fines, por tanto, no pueden garantizar el éxito del proceso ni de los resultados educativos (Garcés et al., 2014).

En consecuencia, el aprendizaje de las matemáticas en la actualidad requiere de la in-

clusión de las estrategias metodológicas TIC para contribuir a una mayor aprehensión de los conceptos por parte de los estudiantes; en tal virtud, un importante aporte didáctico se puede abordar desde el manejo de la trigonometría plana y tridimensional, la cual puede explicarse mejor desde la utilización de los recursos didácticos ofrecidos por las TIC, ya que permiten manipular objetos virtuales de manera dinámica para desarrollar mejor los niveles de desempeño trigonométrico (Argudo, 2013).

En tal sentido, en el actual estudio se usaron las herramientas GeoGebra (software matemático especializado de amplia utilización) y YouTube (plataforma de videos generales y matemáticos) como instrumentos didácticos. Al respecto, existen estudios empíricos como los desarrollados por Fung et al. (2024) y Etterach et al. (2023) que apoyan la idea de que el uso de este tipo de herramientas digitales contribuye significativamente a mejorar los niveles de desempeño de los estudiantes. Por otro lado, hay trabajos como el de Kirschner & De Bruyckere (2017) quienes muestran que el uso de las TIC no mejora necesariamente el aprendizaje en los estudiantes.

Método

La investigación se aborda desde el enfoque *cuantitativo*, en un diseño cuasiexperimental con pretest y postest. Dicho enfoque se prefirió porque implica medir y estimar magnitudes de los fenómenos estudiados; asimismo, sus resultados se pueden comprender a la luz de las predicciones iniciales y de estudios previos, de tal suerte que la interpretación de la información constituya una explicación de cómo tales resultados encajan en el conocimiento existente (Creswell, 2013). El estudio tuvo un alcance explicativo en el que se ex-

aminaron los fenómenos abordados para encontrar relaciones causales entre las variables analizadas (Mousalli, 2015).

En el estudio se empleó una muestra por conveniencia de 33 estudiantes (todos los alumnos de grado décimo de la Institución Educativa Francisco José de Caldas-IEFJC-), con edades entre 14 y 19 años. Se escogió al grupo de décimo porque es el grado previo a la aplicación de la prueba nacional de competencias Saber 11. Operativamente se constituyeron dos grupos que asistían a la clase de trigonometría en el plantel: uno experimental (17 estudiantes) y otro de control (16 estudiantes). La IEFJC se ubica en el corregimiento Buchely, zona rural del municipio de Tumaco.

También se aplicó un cuestionario de valoración del nivel desempeño de los estudiantes en el teorema del seno, construido por los autores para determinar el nivel de conocimientos de los alumnos durante el estudio. Dicho instrumento constó de 20 reactivos subdivididos en tres dimensiones focalizadas en tres procesos matemáticos generales definidos por el ministerio de educación: *razonamiento* (comprender regularidades para argumentar explicaciones), *ejecución de algoritmos* (desarrollar procedimientos lógicos de ejercitación en los cálculos numéricos), y *resolución de problemas* (interpretar circunstancias para utilizar la información disponible para solucionar situaciones), enmarcados en el teorema del seno (MEN, s.f.). Las preguntas se presentaron en el formato de opción múltiple con única respuesta, por tanto, sus posibilidades de respuestas fueron correcta-incorrec- ta.

La validez de contenido se realizó por tres doctores egresados de la universidad Cauquimoc - con más de 18 años de experiencia docente -

quienes emitieron el concepto aprobatorio unánime sin proponer observaciones al contenido. También se realizó una prueba piloto con la participación 7 estudiantes de grado undécimo con edades entre 15 y 17 años (2 varones, 5 mujeres). La confiabilidad del instrumento se calculó mediante el coeficiente KR20 debido a que el cuestionario implementó preguntas de respuesta dicotómica (Hernández et al., 2014). El valor obtenido para el KR20 fue de 0.781, lo cual indicó una buena coherencia.

Para implementar el trabajo de campo se solicitó el permiso al rector de la IEFJC, luego se realizó una reunión general con estudiantes y padres de familia para informar los propósitos del proyecto. Sobre esta base, los padres de familia y acudientes firmaron los consentimientos informados que autorizaban la participación de los alumnos en el estudio. Posteriormente se definieron los tiempos y espacios brindados por el colegio para desarrollar el trabajo. A partir de ahí, el autor principal implementó los momentos esenciales contemplados para esta investigación: aplicación de los instrumentos pretest y postest, mediante la utilización de cuestionarios en papel, y en medio de ambos momentos evaluativos, se implementó la correspondiente intervención didáctica en el aula, basada en GeoGebra y YouTube para el grupo experimental, y aplicación didáctica tradicional para el grupo control (García, 2009).

El propósito de la estrategia TIC fue desarrollar competencias en el teorema del seno mediante el uso de las herramientas digitales GeoGebra y YouTube. Dicho trabajo duró 3 semanas (4 h/semana presenciales más 3 h/semana de trabajo autónomo). Las actividades didácticas promovieron la participación activa de los estudiantes a partir de la descarga y uso autónomo del GeoGebra en sus celulares inteligentes con la orientación del docente;

del mismo modo, los videos de YouTube se expusieron en clases participativas y luego los alumnos tuvieron la oportunidad de descargarlos para revisarlos cuando lo desearan, como lo plantea Shatri (2020) quien sentencia que cuando los estudiantes utilizan celulares y recursos digitales aceleran su proceso de adquisición del conocimiento debido a que aprenden permanentemente.

Resultados

Datos sociodemográficos

El trabajo de campo se desarrolló en la IEFJC, que es un plantel educativo oficial situado en zona rural de Tumaco, con modalidad presencial tradicional. El estudio se aplicó a los 33 estudiantes existentes en grado décimo, con edades entre 14 y 19 años. Se escogió al grupo de décimo porque es un grado previo a la aplicación de la prueba nacional de competencias Saber 11. Se constituyeron dos grupos de alumnos que asistían a la clase de trigonometría en el plantel: uno experimental (17 estudiantes) y otro de control (16 estudiantes). Asimismo, participaron 18 varones, correspondientes al 54,5% y 15 mujeres, correspondientes al 45,5%. cuya edad osciló entre 14 y 19 años, observándose que la edad más frecuente fue 15 años, con un porcentaje de 33,3%; la edad mediana fue 16,2 años, como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1
Información sociodemográfica de los participantes.

Muestra	Cantidad	Edad			Participantes		
		Rango	Moda	Media	Género	Cantidad	%
Total	33	14-19	15	16,2	Varones	18	54,5
					Mujeres	15	45,5
G. Control	16	15-19	16	16,6	Varones	6	37,5
					Mujeres	10	62,5
G. Experimental	17	14-19	15	15,9	Varones	12	70,5
					Mujeres	5	29,5

En el desarrollo de la intervención didáctica se implementaron dos estrategias didácticas: al grupo experimental se le aplicó una metodología mediada por TIC – YouTube y GeoGebra offline; además se utilizó la explicación guiada por el docente apoyada en computador, celulares inteligentes, video beam para la proyección de videos, así como también la complementación conceptual mediante el uso de tablero, regla y marcador; como actividades de enseñanza aprendizaje se realizaron tareas, talleres, salidas al tablero y trabajo autónomo. De manera paralela se desarrolló la misma temática con el grupo control, pero se utilizó una estrategia didáctica tradicional en la cual se utilizó tablero, explicación magistral docente, cuadernos de estudiantes, realización de tareas, talleres y salidas al tablero. En ambos tratamientos se aplicó un pretest antes del inicio y un postest después de implementar la estrategia.

Resultados del Grupo Control

Tabla 2
Estadísticos resultados global y por dimensiones - Pretest y Postest. Grupo Control

	N	Rango	Media		Desv. estándar	Varianza
			Estadístico	Error estándar		
Calificación global Pretest	16	2,5	1,550	,1500	,6000	,360
Razonamiento Pretest	16	4,3	1,231	,2644	1,0575	1,118
Ejecución Algoritmos Pretest	16	2,9	1,500	,2160	,8641	,747
Resolución de problemas Pretest	16	2,5	1,875	,2085	,8339	,695
Calificación Global Postest	16	4,2	2,100	,2823	1,1290	1,275
Razonamiento Postest	16	4,3	2,625	,3411	1,3646	1,862
Ejecución Algoritmos Postest	16	5,0	1,738	,3293	1,3170	1,735
Resolución de problemas Postest	16	5,0	1,819	,3607	1,4428	2,082
N válido (por lista)	16					

Se observaron bajos niveles de desempeño en el pretest, tanto en el resultado global como en cada dimensión. Tras la intervención didáctica, hubo mejoramiento en las calificaciones, pero se mantuvo el bajo nivel de desempeño global y en cada dimensión mostrado en el inicio. El análisis de los resultados mostró que el promedio global de desempeño pasó de 1,5 en el pretest a 2,1 en el postest, con lo cual mantuvo su bajo nivel de desempeño, pero tuvo un aumento porcentual del 35,5 %. Asimismo, se observó que ninguna de las tres dimensiones logró ascender en el nivel de desempeño; no obstante, mostraron importantes incrementos porcentuales entre las calificaciones del pretest y del postest. En consecuencia, el *razonamiento* pasó de 1,2 a 2,6, (incremento del 113%), la *ejecución de algoritmos* pasó de 1,5 a 1,7, (incremento del 13,3%), la *resolución de problemas* pasó de 1,9 a 1,8, (decrecimiento del 3 %). Todo lo anterior se puede observar en la Tabla 2 y en la Figuras 1 y 2

Nota: Elaborado con IBM.SPSS. Versión 30.

Figura 1
Puntaje Global y por dimensiones- Pretest vs Postest, Grupo control

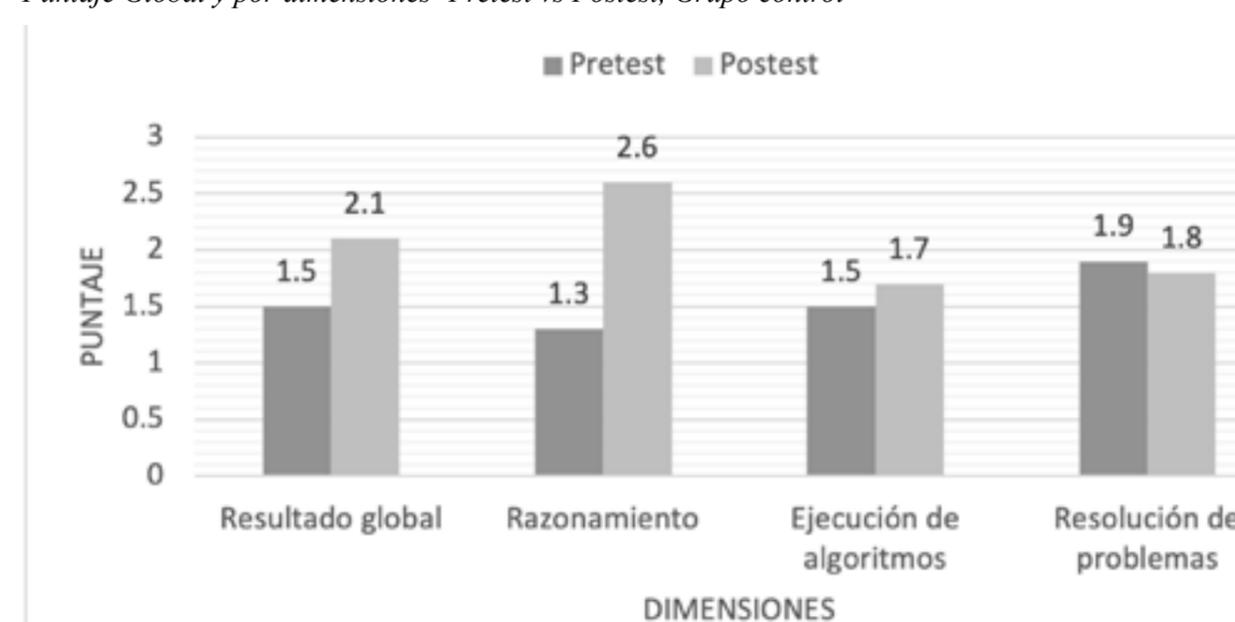


Figura 2
Aumento Porcentual del resultado global y por dimensiones Pretest vs Postest- G. Control.



Resultados del Grupo Experimental

Tras el pretest se observaron bajos niveles de desempeño, tanto en el resultado global como en cada dimensión. En el postest, hubo mejoramiento en el nivel desempeño en las dimensiones analizadas (*razonamiento*); asimismo, se observó que el resultado global y las otras dos dimensiones (*ejecución de algoritmos*, y *resolución de problemas*) continuaron con un bajo nivel de desempeño a pesar de que tuvieron un mejoramiento en los puntajes promedio. El análisis de los resultados indicó que el promedio global de desempeño pasó de 1.4 en el pretest a 2.3 en el postest, con lo cual mantuvo su bajo nivel de desempeño; a pesar de ello, dicho

resultado mostró un ascenso porcentual de los puntajes entre el pretest y el postest (65,3%). En cambio, la dimensión *razonamiento* logró un aumento promedio que le permitió ascender de nivel bajo (1,3) en el pretest a nivel básico (3,2) en el postest, con un porcentaje de incremento 137 %. En tanto que las otras dos dimensiones, aunque también mostraron un mejoramiento porcentual importante (*ejecución de algoritmos*-58 %-, y *resolución de problemas*- 63,8 %), no lograron mejorar su nivel de desempeño. Todo lo anterior se puede observar en la Tabla 2 y en las Figuras 3 y 4.

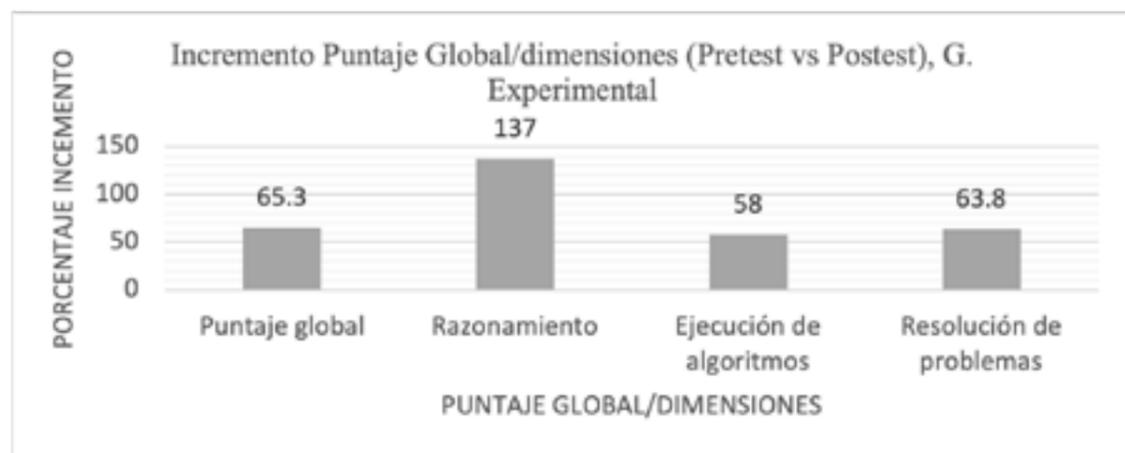
Tabla 2
Estadísticos resultado global y por dimensiones-Pretest y Postest. Grupo experimental

	Estadísticos resultado global y por dimensiones-Pretest y Postest. Grupo experimental			
	N	Media		Desv. estándar
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
Calificación global Pretest	17	1,406	,1481	,6108
Razonamiento Pretest	17	1,365	,1778	,7331
Ejecución Algoritmos Pretest	17	1,076	,1748	,7207
Resolución de problemas Pretest	17	1,171	,2677	1,1038
Calificación Global Postest	17	2,324	,2354	,9705
Razonamiento Postest	17	3,241	,3656	1,5075
Ejecución Algoritmos Postest	17	1,700	,2614	1,0776
Resolución de problemas Postest	17	1,918	,2864	1,1807
N válido (por lista)	17			

Figura 3
Resultado Global y por dimensiones- Pretest vs Postest, Grupo Experimental.



Figura 4
Incremento Porcentual del puntaje global y por dimensiones Pretest vs Postest – G. experimental



La prueba de Normalidad analizó 16 sub-variables: 8 para el grupo experimental y 8 para el grupo control (resultados globales y sus tres dimensiones asociadas); por tanto, se presenta un cuadro resumen con el análisis de normalidad para cada una de ellas. Se incluyó este amplio número sub-variables porque, además de la calificación global, se requirió hacer diferentes comparaciones entre las distintas dimensiones por grupo para evidenciar el mejoramiento promedio alcanzado por los estudiantes en los correspondientes procesos. De acuerdo con las conclusiones de la prueba de normalidad, las 9 variables tuvieron un comportamiento No paramétrico y las otras 7 variables mostraron un comportamiento Paramétrico (Hernández, et al., 2014), como se puede apreciar en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3
Conclusiones de la Prueba de Normalidad Grupo Experimental

Resultados/Dimensión	Análisis de Normalidad	Estadístico final
Calificación global Pretest	Como $p = 0,647 > 0,05$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .	Por tanto, se aplica prueba No paramétrica
Razonamiento Pretest	Como $p = 0,195 > 0,05$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .	Por tanto, se aplica prueba No Paramétrica
Ejecución Algoritmos Pretest	Como $p = 0,033 < 0,05$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .	Por tanto, se aplica prueba Paramétrica
Resolución de problemas Pretest	Como $p = 0,021 < 0,05$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .	Por tanto, se aplica prueba Paramétrica
Calificación Global Postest	Como $p = 0,102 > 0,05$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a	Por tanto, se aplica prueba No Paramétrica
Razonamiento Postest	Como $p = 0,020 < 0,05$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .	Por tanto, se aplica prueba Paramétrica
Ejecución Algoritmos Postest	Como $p = 0,003 < 0,05$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .	Por tanto, se aplica prueba Paramétrica
Resolución problemas Postest	Como $p = 0,002 < 0,05$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .	Por tanto, se aplica prueba Paramétrica

Tabla 4
Conclusiones de la Prueba de Normalidad Grupo Control

Resultados/Dimensión	Análisis de Normalidad	Estadístico final
Calificación global Pretest	Como $p = 0,14 > 0,05$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .	Por tanto, se aplica prueba No paramétrica
Razonamiento Pretest	Como $p = 0,005 \geq 0,05$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a	Por tanto, se aplica prueba No Paramétrica
Ejecución Algoritmos Pretest	Como $p = 0,195 > 0,05$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a	Por tanto, se aplica prueba No Paramétrica
Resolución de problemas Pretest	Como $p = 0,049 < 0,05$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .	Por tanto, se aplica prueba Paramétrica
Calificación Global Postest	Como $p = 0,028 < 0,05$, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .	Por tanto, se aplica prueba Paramétrica

Razonamiento Postest	Como $p = 0,229 > 0,05$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .	Por tanto, se aplica prueba No Paramétrica
Ejecución Algoritmos Postest	Como $p = 0,096 > 0,05$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .	Por tanto, se aplica prueba No Paramétrica
Resolución problemas Postest	Como $p = 0,05 \geq 0,05$, entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .	Por tanto, se aplica prueba No Paramétrica

Nota: Elaborado con IBM.SPSS. Versión 30.

A partir del resultado anterior, para el análisis inferencial se decidió emplear una prueba de hipótesis No paramétrica debido a las siguientes razones: en la mayoría de los resultados de la prueba de normalidad aplicada a las subvariables se obtuvo un estadístico No paramétrico; solamente participaron 33 sujetos en el estudio; interesó conocer la variación en las mediciones al interior de un mismo grupo; el nivel de medición de la variable independiente fue nominal y para la independiente fue escalar. En consecuencia, se utilizó la prueba de hipótesis de Wilcoxon- Shapiro-Wilk - para conocer el efecto intrasujeto de la intervención didáctica basada en TIC (GeoGebra y YouTube) mediante la comparación de los resultados obtenidos al interior el grupo experimental, tanto en el puntaje global como en cada dimensión (Baena, 2017).

El resultado de dicha prueba en el grupo experimental mostró que los puntajes de la *calificación global* y las dimensiones *razonamiento* y *resolución de problemas* tuvieron un valor de significancia menor que 0.05, lo cual indicó que para dichas subvariables se aceptó la hipótesis de que la intervención didáctica mediada por TIC logró mejoras significativas en la calificación del teorema del seno en los estudiantes (Hernández et al., 2014). Adicionalmente, en la dimensión *razonamiento* se consiguió mejorar el nivel de desempeño promedio, al pasar de un nivel bajo a un nivel básico, como se puede apreciar en la Tabla 5.

Por el contrario, la dimensión *ejecución de algoritmos* obtuvo una significancia mayor a 0.05, por lo cual se rechazó la hipótesis anterior ya que no hubo evidencias que la apoyaran. Además, a pesar del mejoramiento alcanzado en la *calificación global* y en la dimensión *resolución de problemas*, los puntajes no fueron suficientes para incrementar los niveles de desempeño. Desde esta óptica tampoco hubo evidencias que apoyaran la hipótesis de trabajo, ya que se mejoró la calificación, pero no se ascendió en el nivel de desempeño, como se aprecia en la Tabla 5.

La prueba de Wilcoxon para el grupo control mostró que los puntajes de la *calificación global* y de la dimensión *razonamiento* tuvieron un valor de significancia menor a 0.05, lo cual indicó que para dichas subvariables se aceptó la hipótesis de que la intervención didáctica tradicional logró mejoras en la calificación del teorema del seno en los estudiantes, pero no fueron suficiente para incrementar sus niveles de desempeño (Baena, 2017). Mientras que las dimensiones *ejecución de algoritmos* y *resolución de problemas* tuvieron una significancia mayor a 0.05, por lo cual no hubo evidencias de mejoramiento ni en el puntaje ni en el nivel de desempeño promedio.

Así se aprecia en la Tabla 5.

Tabla 5

Estadísticos Prueba de Wilcoxon (muestras emparejadas)

Grupo	Dimensiones	Significancia asintótica bilateral	z
Control	Resultado global	0,017	-2,390 ^b
	Razonamiento	0,002	-3,074 ^b
	Ejecución de algoritmos	0,505	-0,667 ^b
	Resolución problemas	0,840	-0,201 ^c
Experimental	Global	0,006	-2,752 ^b
	Razonamiento	0,002	-3,159 ^b
	Ejecución de algoritmos	0,064	-1,852 ^b
	Resolución problemas	0,046	-2,000 ^b

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

c. Se basa en rangos negativos.

Discusión y conclusiones

El estudio permitió evaluar los efectos de la implementación de una estrategia didáctica mediada por TIC -GeoGebra y YouTube- en los niveles de desempeño, en procesos matemáticos generales del teorema del seno, de los estudiantes de grado décimo de la IEFJC. A partir de esto, los resultados indicaron que en ambos grupos hubo un mejoramiento significativo en la calificación global y por dimensiones, pero no fue suficiente para lograr un incremento en el nivel de desempeño total. En consecuencia, se observó que únicamente la dimensión *razonamiento* del grupo experimental logró ascender, al pasar del nivel bajo en el pretest al nivel básico en el postest. En tanto que, el puntaje global y las dimensiones *ejecución de algoritmos*, y *resolución de problemas*, a pesar que tuvieron mejoras significativas en las calificaciones promedio, no consiguieron incrementar su nivel de desempeño de acuerdo con lo estipulado en el decreto 1290 (2009) y en concordancia con los resultados mostrados por el MEN (2023, 2024).

En este panorama, se puede inferir que para la dimensión *razonamiento* se aceptó la hipótesis de que el uso de estrategias didácticas mediadas

por TIC - GeoGebra y YouTube – mejora significativamente el nivel de desempeño, en procesos matemáticos generales del teorema de seno, de los estudiantes de grado décimo de la IEFJC; toda vez que, se corroboró que las estudiantes logran su propio aprendizaje a partir de su interrelación activa con el entorno y del desarrollo de procesos intelectuales basados en la valoración los conocimientos previos que se potenciaron por el uso de las TIC, coincidiendo con lo planteado por Piaget (1981). Este mismo avance académico se fortaleció a partir de la generación de los puntos de anclaje desde los cuales se incrementó el aprendizaje. De esta manera, la dimensión *razonamiento* logró activar tales puntos de activación cognitiva de acuerdo con lo planteado por el aprendizaje significativo de Ausubel (1983). Bajo el anterior entendido se puede inferir que la información generada serviría de base para que los docentes y estudiantes del plantel cuenten con una alternativa didáctica para mejorar los procedimientos y resultados de aprendizaje; y también pueda valer para desarrollar futuras investigaciones complementarias.

Sin embargo, a pesar de que los resultados del postest, en el grupo experimental, mostraron un incremento de los promedios en la calificación global y en las dimensiones *ejecución de algoritmos*, y *resolución de problemas*; en ninguno de dichos casos, fue suficiente para lograr el ascenso en el nivel de desempeño; por tanto, se aceptó la hipótesis nula, ya que no hubo evidencias del mejoramiento esperado. Esta realidad se armoniza con lo encontrado por Moreno (2024), quien realizó un estudio sobre el uso de una estrategia didáctica apoyada en GeoGebra, con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental, cuando afirma que a pesar de que logró ascensos en el nivel de desempeño promedio de sus participantes, también halló debilidades sustanciales en conceptos, elementos y procedimientos trabajados en la intervención didáctica; a partir de ello sugirió la necesidad de realizar ajustes en la estrategia para lograr mejores resultados. Asimismo, coincide con lo planteado por Kirschner & De Bruyckere (2017) cuando sentencian que a pesar de que los estudiantes sean nativos digitales, existen diversos factores cognitivos y de expectativas que limitan su habilidad para aprovechar efectivamente los recursos tecnológicos escolares.

En tal sentido, también se considera necesario realizar adecuaciones a la estrategia didáctica de cara a mejorar los resultados futuros; los cuales se relacionen con dedicar más tiempo e incluir más actividades didácticas para que los estudiantes asimilen conceptos y procedimientos de manera más efectiva. Bajo el mismo entendido, se respondió la pregunta de investigación, la cual indagó por los efectos de implementar una estrategia didáctica mediada por TIC -GeoGebra y YouTube- en los niveles de desempeño, en procesos matemáticos generales del teorema del seno, de los estudiantes de grado

décimo de la IEFJC. De acuerdo al análisis de los resultados, se observó que dicha implementación tuvo efectos parcialmente significativos y parcialmente nulos en el mejoramiento de los niveles de desempeño en el teorema del seno. En el aspecto de efectos significativamente positivos, coincide con Fung et al. (2024) quienes concluyeron que el uso de GeoGebra favoreció significativamente el nivel de desempeño de los estudiantes en el aprendizaje de la geometría. En el mismo sentido, Etterach et al. (2023) también encontraron que el uso del GeoGebra generó efectos significativamente mejores que en el grupo experimental que en el de control.

Agradecimientos

A la Institución Educativa Francisco José de Caldas de Tumaco-Colombia, por su invaluable colaboración en la concesión de permisos, cesión de equipos, materiales, espacios y tiempos necesarios para la realización de las actividades que permitieron para la generación de la información pertinente.

A la Universidad Cuauhtémoc Plantel Aguascalientes-México, por haber promovido y facilitado la actitud investigativa en los autores para desarrollar el estudio en cuestión de manera objetiva. Sobre esta base, se ha contribuido a la generación de conocimiento científico que responde a las necesidades educativas actuales, contribuyendo así al cumplimiento de los propósitos misionales de la universidad.

Referencias

- Argudo, M. (2013). *Las TIC y el aprendizaje de la geometría con los propósitos de la temática definida para el tema de investigación*. [tesis de maestría, Universidad Cardenal Herrera]. <https://repositorioinstitucional.ceu.es/handle/10637/5626>
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10).
- Baena, M. (2017). Metodología de la investigación (3a. ed.). México, D.F, Mexico: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/ucuahtemoc/40513?page=>
- Barajas, R., y Gilio, M. (2011). La evaluación como estrategia didáctica: una experiencia de re-orientación docente en matemáticas de bachillerato. *Aprendizaje y competencias en educación, visiones y reflexiones*. 243- 263.
- Congreso de Colombia. (2009, 16 de abril). *Decreto 1290 de 2009. Por el cual se regula la evaluación del aprendizaje y la promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media*. <https://www.min-educacion.gov.co/1621/article-187765.html>
- Creswell, J. W. (2013). Steps in conducting a scholarly mixed methods study. Recuperado de: https://scholar.google.cl/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=creswell+2013+methodology&oq=cr#d=gs_cit&t=1739629090997&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AagurcXiteQJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des
- Etterach, S., Yousef, M., y Guerss, F. (2023). Study of the impact of ICT on the active pedagogy. In *E-Learning and Smart Engineering Systems (ELSES 2023)*, 549-557. Atlantis Press.
- Fung, C., Poon, K., Besser, M., y Fung, M. (2024). Improving short-term academic performance in the flipped classroom using dynamic geometry software. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(2), 775-786.
- Garcés M., Ruiz, R., y Martínez, D. (2014). Transformación pedagógica mediada por tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Saber, Ciencia y Libertad*, 9(2), 217-228.
- García, B. (2009). Manual de métodos de investigación para las ciencias sociales. Un enfoque de enseñanza basado en proyectos. México: Manual Moderno <https://drive.google.com/drive/folders/1ZlBjP3AtzSdMarPdQMRaNe3Ekg79gm?usp=sharing>
- Hernández, R., Collado, C., y Baptista, E. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mc Graw-Hill/Interamericana de Editores S.A. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Kirschner, P., y De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multi-tasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001>
- Ministerio de Educación Nacional (s.f.). *Lineamientos curriculares en matemáticas*. Consultado el de 12 de julio de 2024. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-339975_matematicas.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (2023). *Reporte de resultados históricos del Examen Saber 11° para establecimientos educativos*. MEN

2023. <https://www.mineduccion.gov.co/portal/micrositios-preescolar-basica-y-media/Evaluacion/Consultas/400767:Informe-de-resultados-historicos-prueba-Saber>

- Ministerio de Educación Nacional (2024). *Pruebas PISA 2022: Colombia, un sistema educativo resiliente que requiere cambios estructurales para mejorar su calidad*, <https://www.mineduccion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/417751:Pruebas-PISA-2022-Colombia-un-sistema-educativo-resiliente-que-requiere-cambios-estructurales-para-mejorar-su-calidad>
- Moreno, R. (2024). Estrategia didáctica apoyada en Geogebra para el aprendizaje de geometría en estudiantes de noveno grado en zona rural del Catatumbo. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 12(1), 29-40.
- Mousalli, G. (2015). Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2633.9446>
- Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y aprendizaje*, 4(sup2), 13-54.
- Shatri, Z. (2020). Advantages and disadvantages of using information technology in learning process of students.* *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 420-428.
- Tapia, N. (1945). Trigonometría. Serie Tercera, 30; Textos, 182.