

Artículos de investigación científica y tecnológica

Realidad aumentada para el fortalecimiento del pensamiento matemático geométrico espacial

Augmented Reality for the strengthening of spatial geometric mathematical thinking

Realidade aumentada para o fortalecimento do pensamento matemático geométrico espacial

Cristian Camilo Barragán Sánchez

Secretaría de Educación de Barrancabermeja, Colombia

cristiancamilo.barr@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0007-4815-7268>

Julián Andrés Díaz León

Secretaría de Educación de Barrancabermeja, Colombia

juliandile@hotmail.com

 <https://orcid.org/0009-0001-9302-6183>

Jorge Amado Rentería Vera

Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia

j.renteriave@pascualbravo.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-9422-8692>

 <https://www.redalyc.org/autor.aa?id=61765>

PANORAMA vol. 18 núm. 34 153 168
2024

Politécnico Grancolombiano
Colombia

Recepción: 06 Agosto 2023
Aprobación: 12 Diciembre 2023

Resumen: Los estudiantes de noveno grado del colegio El Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas (Bucaramanga-Colombia) presentan bajo rendimiento académico en el pensamiento matemático geométrico espacial. En este contexto, se diseñó una estrategia didáctica apoyada de un aplicativo de realidad aumentada, desde un enfoque mixto, alcance descriptivo y tipo de diseño cuasiexperimental en los grupos 9-1 y 9-2. Para ello, se siguió una metodología que comprendió las fases diagnóstico, diseño, implementación y evaluación. Los resultados de las pruebas de entrada y salida fueron de 60 y 85 puntos respectivamente; la prueba de hipótesis t de student con un nivel de significancia del 5% arrojó valores menores al 0.1% rechazando la hipótesis nula. En este sentido, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la prueba de entrada y salida. En consecuencia, se concluye que la intervención pedagógica generó un efecto significativo en el fortalecimiento del pensamiento matemático y geométrico espacial en los estudiantes de noveno grado.

Palabras clave: Geometría, realidad aumentada, pensamiento geométrico espacial.

Abstract: The ninth-grade students of the El Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas School (Bucaramanga-Colombia) present low academic performance in spatial geometric mathematical thinking. In this context, a didactic strategy supported by an augmented reality application was designed, from a mixed approach, descriptive scope, and type of quasi-experimental design in groups 9-1 and 9.2. To do this, a methodology was followed that included the diagnosis, designs, implementation, and evaluation phases. The results of the entry and exit

tests were 60 and 85 points respectively; the student t hypothesis test with a significance level of 5% yielded values less than 0.1%, rejecting the null hypothesis. In this sense, there is a statistically significant difference between the entry and exit test. Consequently, it is concluded that the pedagogical intervention generated a significant effect in strengthening mathematical and geometric spatial thinking in ninth grade students.

Keywords: Geometry, augmented reality, spatial geometric thinking.

Resumo: Os alunos do nono ano da escola El Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas (Bucaramanga-Colômbia) apresentam baixo desempenho acadêmico em pensamento matemático geométrico espacial. Neste contexto, foi desenhada uma estratégia didática apoiada numa aplicação de realidade aumentada, a partir de uma abordagem mista, âmbito descritivo e tipo de desenho quase-experimental nos grupos 9-1 e 9-2. Para isso, foi seguida uma metodologia que incluiu as fases de diagnóstico, desenho, implementação e avaliação. Os resultados das provas de entrada e saída foram 60 e 85 pontos respectivamente; O teste de hipótese t de Student com nível de significância de 5% apresentou valores inferiores a 0,1%, rejeitando a hipótese nula. Nesse sentido, há diferença estatisticamente significativa entre a prova de entrada e a de saída. Consequentemente, conclui-se que a intervenção pedagógica gerou um efeito significativo no fortalecimento do pensamento espacial matemático e geométrico nos alunos do nono ano.

Palavras-chave: Geometria, realidade aumentada, pensamento geométrico espacial.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Programa para la Evaluación de los Estudiantes – PISA, el impacto de la pandemia en los sistemas educativos se ve reflejada en una disminución de los resultados promedio del mundo en el 2021. Colombia perdió puntaje en las tres áreas evaluativas en comparación de los resultados de 2018, siendo el área de matemáticas la que mayor disminución arrojó, pasando de 391 a 383 puntos (disminución de 8 puntos), seguida de lectura bajando de 412 a 409 puntos y ciencias pasando de 413 a 411 puntos (OECD,2022).

Los resultados nacionales muestran en matemáticas que el 71% de los estudiantes no alcanzó las competencias básicas (B2), siendo una cifra preocupante, puesto que en el nivel B2 se espera que un estudiante pueda como mínimo interpretar y reconocer sin instrucciones directas, además de representar matemáticamente situaciones simples (OECD,2022).

El colegio El Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas (Bucaramanga-Colombia) no es ajeno a la realidad nacional y global, los estudiantes presentan dificultades para interpretar información, figuras y gráficas relacionadas con la geometría, además de debilidades en el pensamiento geométrico espacial; al indagar a los estudiantes sobre las causas, en mayor medida expresan que las clases tradicionales derivan en la falta de interés hacia la asignatura.

Bajo este contexto, surge la pregunta que orienta el proceso de investigación en términos de ¿Cómo fortalecer el pensamiento matemático geométrico espacial mediante el uso de un aplicativo de realidad aumentada para el mejoramiento de los resultados de aprendizaje en estudiantes de noveno grado, del Colegio del Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas?, interrogante que da lugar al objetivo general de fortalecer el pensamiento matemático geométrico espacial mediante el uso de un aplicativo de realidad aumentada para el mejoramiento de los resultados de aprendizaje.

Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de investigaciones internacionales, nacionales y locales, relacionadas con elementos del problema, y se abordó desde la visión de teorías del aprendizaje como el constructivismo y conectivismo, apoyado en el modelo de razonamiento geométrico propuesto por Van Hiele. El proceso metodológico se desarrolló en cuatro fases directamente relacionadas con los objetivos específicos, la primera de ellas se identifica el problema y se procede a diagnosticar por medio de un pretest el nivel inicial de conocimiento del pensamiento matemático geométrico espacial, la segunda fase contempló el diseño y elaboración de secuencias didácticas que incluyeran realidad virtual para posteriormente cumplir con la tercera fase denominada implementación, es allí donde se realiza la intervención pedagógica con ayuda de la aplicación GeoGebra, y la cuarta y última fase derivó

en una nueva medición de los niveles de conocimiento de los estudiantes a través de un postest, con el objeto de verificar si hubo una mejora significativa durante el proceso de desarrollo del presente ejercicio académico.

Los resultados obtenidos y procesados de manera estadística están soportados por prueba de normalidad T Students, y permitieron concluir que la intervención pedagógica aplicada al grupo generó un efecto significativo en el fortalecimiento del pensamiento matemático geométrico espacial en los estudiantes de noveno grado a través de la implementación de una herramienta de realidad aumentada.

A modo de marco teórico.

Se presenta a continuación la recopilación de consideraciones teóricas que permiten sustentar el desarrollo de la presente propuesta, relacionada con el uso de la realidad aumentada para el fortalecimiento del pensamiento matemático geométrico espacial en estudiantes de bachillerato.

El eje central de la aplicación se basa en la realidad aumentada, que es una tecnología de la información y la comunicación (herramienta didáctica) que permite mediante simulación de entornos, superponer elementos virtuales sobre la visión de la realidad Terán Korowajczenko (2012). Por otra parte, Blázquez (2017), define la realidad aumentada desde una perspectiva educativa como aquella información adicional que se obtiene mediante la observación de un entorno, caracterizado a través de la asistencia de un dispositivo que captura la realidad de forma virtual, con la asistencia de un software. Los autores de la investigación como docentes del área de matemáticas (geometría), son conocedores de las dificultades que se presentan durante los procesos de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes, puesto que la identificación y comprensión del entorno visual en un tablero no ofrece al alumnado la interacción requerida en tiempo real, a diferencia de la oferta pedagógica de las TIC.

Sumado a lo anterior, la realidad aumentada va más allá de hacer parte de una alternativa pedagógica complementaria para el fortalecimiento del pensamiento matemático geométrico espacial, puesto que, según Medina et. al (2015), la realidad aumentada es comprendida como una inteligencia de orden espacial, la cual hace parte del conjunto de la teoría de múltiples inteligencias. Lo anterior, representa para el alumnado la capacidad para representar y manipular información a través del fortalecimiento de la ubicación, orientación y distribución de espacios; por tanto, la reproducción digital de imágenes bidimensionales o tridimensionales puede ser aprovechada en la escuela como un elemento estratégico no solo de carácter pedagógico, sino también motivador, empoderando al estudiante a ir más allá de responder ante la demanda del rendimiento académico en si (resolución de problemáticas de contexto real).

De acuerdo con Rodríguez (2017), existen diversas metodologías para llevar a cabo mediante simulación, entornos de realidad

aumentada (hardware y/o software), para el presente caso objeto de investigación, se optó por seleccionar un aplicativo de realidad aumentada (APP: software móvil), por dos principales razones: capacidad de representar la realidad aumentada mediante aplicativos sujetos a sistemas operativos (dispositivos móviles), los cuales están al alcance de la población; y que en Arias et.al (2022), potencial el desarrollo del pensamiento STEM. Por otra parte, mediante asistencia de sensores (cámaras fotográficas), permiten al estudiante en fase de formación, interactuar con diversas figuras geométricas, con relación a la percepción digital del dispositivo móvil frente al entorno real proyectado (realidad virtual con marcadores).

Ahora bien, la investigación se apoya en el modelo de razonamiento matemático Van Hiele, de acuerdo con Amézquita (2021) es una metodología didáctica derivada de una representación sistemática del quehacer, en el que se relacionan variables de razonamiento geométrico a desarrollar progresivamente por parte del estudiante para adquirir competencias asociadas al pensamiento matemático geométrico espacial. El modelo Van Hile comprende 5 niveles (MEN,1998).

Nivel 1: Es el nivel de visualización (percepción básica), también denominado etapa de familiarización, puesto que el alumnado aprende a percibir figuras geométricas desde una visión global, sin la capacidad suficiente para identificar relaciones entre dichas formas o sus componentes estructurales; por lo general, se utilizan como objeto de estudio figuras comúnmente reconocidas

Nivel 2: Más que tener capacidad de percepción, está asociada con el análisis (formas de relacionamiento geométrico entre figuras). Dichas capacidades se van adquiriendo de forma progresiva, a través de la observación directa como disciplina (método científico): mediciones, dibujo, construcción de modelos, simulación, entre otros.

Nivel 3: También reconocido como etapa de clasificación u ordenamiento de figuras geométricas; aquí el alumnado adquiere capacidades suficientes para identificar y agrupar por conjuntos las figuras geométricas de forma asistida (docente y/o herramienta digital).

Nivel 4: Es el momento donde el estudiante adquiere una visión de trabajo deductiva, en el cual comprende claramente el sentido de axiomas (sin demostraciones a partir del entorno visual de figuras geométricas), conceptualización y teoremas clave, pero no se destaca significativamente por realizar razonamientos de alta complejidad (abstractos); lo anterior, interpretado como el rigor de las demostraciones geométricas.

Nivel 5: Es el nivel donde se reconoce que el alumnado posee conocimientos teóricos y prácticos necesarios para poner en marcha el razonamiento geométrico del entorno (etapa de rigor de carácter deductivo). Es cuando el estudiante tiene las competencias suficientes para estudiar geometría sin el acompañamiento o asistencia de

modelos de referencia (independencia de las tecnologías de la información y la comunicación), de forma que está apto para razonar formalmente manipulando únicamente enunciados geométricos (soporte teórico).

Desde la perspectiva tecnológica, teniendo en cuenta lo expresado por Pérez (2017), la incorporación de recursos digitales a los procesos de enseñanza y aprendizaje permite la estructuración de experiencias innovadoras, pero también reflexivas sobre la dinámica holística del entorno, invitando al estudiante a hacer parte de la solución frente a la problemática objeto de estudio. Las tecnologías de la información y la comunicación tienen participación efectiva en la educación moderna, a través de los modelos pedagógicos conectivista y constructivista. El modelo pedagógico conectivista se centra en la incursión de los recursos digitales en la educación contemporánea, la cual parte de identificar la mayor capacidad de inter-relacionamiento que tiene una situación problemática con elementos incidentes externos e internos, positivos o negativos, sumado a una serie de técnicas y herramientas sujetas a cambios en el tiempo, los cuales dicha sinergia permite a uno o varios actores sociales explicar y/o tratar de resolver un fenómeno Islas (2021).

De acuerdo con Islas y Delgadillo (2016), el conectivismo pretende que el estudiante descubra cómo el efecto (integración) de la tecnología ha distribuido y facilitado el acceso al conocimiento, en aras de superar cualquier limitante de la propuesta pedagógica del conductismo (modelos de enseñanza y aprendizaje tradicionales).

El modelo pedagógico constructivista, aunque procura conflictuar los casos objeto de estudio mediante la interrelación y semejanza de la realidad cotidiana, ésta toma partido con las tecnologías de la información y la comunicación, puesto que Rejero (2019) y Daza et. Al. (2023) reconocen que es posible estimular la participación de los estudiantes en los procesos de enseñanza - aprendizaje, demostrándoles que en la práctica, los recursos digitales tienen la capacidad de dotarlos de competencias innovadoras de manera que las metas establecidas con ocasión en la resolución de problemáticas reales, puedan ser solventadas de forma eficaz; lo anterior, genera como derivado motivación y confianza en el estudiante para continuar con su desarrollo intelectual, no solo en clase sino en otros escenarios de mayor complejidad Yoza (2019).

MÉTODO

La metodología retoma los lineamientos de Hernández y Mendoza (2018) y Jiménez (2020) en cuanto a enfoque mixto, alcance descriptivo y tipo de diseño secuencial. Participaron en la investigación 52 estudiantes de grado noveno pertenecientes al Colegio del Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas, de los

cuales 23 son mujeres y 29 hombres, con edades entre 14 y los 16 años, integrantes de los grupos denominados 9-1 y 9-2.

Las fases metodológicas para la consecución de los objetivos se indican en la tabla 1.

FASE	OBJETIVO	ACTIVIDADES / TÉCNICAS / INSTRUMENTOS
Diagnóstico	Diagnosticar el nivel de conocimiento del pensamiento matemático geométrico espacial de los estudiantes de noveno grado del Colegio del Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas, Barrancabermeja (Santander).	Identificación de la problemática Análisis de resultados pruebas externas Diseño de instrumento diagnóstico Validación del instrumento Digitalización de los resultados Análisis de resultados
Diseño	Diseñar secuencias didácticas para el fortalecimiento del pensamiento geométrico que integren tecnologías de realidad aumentada en los estudiantes de noveno grado del Colegio del Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas, Barrancabermeja (Santander).	Análisis documental Elaboración de instrumentos Validación de instrumentos Integración de secuencia con aplicaciones
Implementación	Implementar secuencias didácticas para el fortalecimiento del pensamiento geométrico con integración de realidad aumentada en los estudiantes de noveno grado del Colegio del Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas, Barrancabermeja (Santander).	Orientación de la propuesta Aplicación de instrumentos Realimentación
Evaluación	Evaluar el nivel de desarrollo del pensamiento matemático geométrico espacial en los estudiantes de noveno grado del Colegio del Sagrado Corazón de Jesús Hermanas Bethlemitas, Barrancabermeja (Santander).	Elaboración de instrumentos Validación de Instrumentos Digitalización de instrumentos Aplicación de instrumentos Análisis de resultados

Tabla 1

Fases metodológicas

Elaboración propia

La metodología seguida en cada fase como lo muestra la tabla 1 corresponde a:

Fase 1 Diagnóstico: Se procedió a delimitar la problemática a tratar mediante consulta de literatura científica, seguido del análisis estadístico de los resultados obtenidos por la institución educativa en pruebas de calidad externas; además se diseñó y validó mediante expertos en la materia un instrumento (pretest) que permitió identificar las competencias iniciales asociadas con el pensamiento matemático geométrico espacial en los estudiantes de grado noveno; el pretest fue aplicado a los 52 estudiantes que conforman la población total (9-1 y 9-2), los docentes encargados brindaron las instrucciones necesarias sobre la forma correcta de realizar la prueba, se les indicó el tipo de prueba y los tiempos estipulados para el desarrollo de la misma. Además, se incluye también la digitalización de los resultados y su respectivo análisis.

Fase 2 Diseño: Se diseñaron y elaboraron las secuencias didácticas que integraban dentro de sí un aplicativo de realidad aumentada, para lo anterior, se presentó un análisis documental sobre opciones de aplicativo de realidad aumentada validados mediante revisión bibliográfica; posteriormente, se esbozó la secuencia didáctica según

lineamientos de la institución educativa objeto de estudio de conformidad con Ministerio de Educación Nacional, seguido de la validación de dicho mecanismo pedagógico mencionado anteriormente en manos de expertos en la materia, para luego realizar su posterior integración al aplicativo de realidad aumentada priorizado objetivamente.

Fase 3 Implementación: Se realizó la intervención pedagógica en el aula, los docentes encargados realizaron el procedimiento instructivo del uso de la aplicación GeoGebra a todos los estudiantes, en aras a direccionar al alumnado sobre el uso adecuado del aplicativo, seguido se presentó la implementación de las secuencias didácticas y se permitió a los estudiantes realizar diferentes ejercicios prácticos que aseguraran el dominio correcto del aplicativo mencionado. Durante el desarrollo de la secuencia didáctica se planteó desarrollar una serie de cuestionarios que sirvieron como referente para evaluar cualitativamente el fortalecimiento del pensamiento matemático geométrico espacial por medio de la plataforma académica de la institución.

Tanto con el grupo de 9-1 y 9-2 se realizaron jornadas didácticas y pedagógicas para aplicar las secuencias didácticas en una distribución de dos horas con 10 secciones con cada uno de los grupos.

Fase 4 Evaluación: En esta fase se evaluó el efecto de la intervención pedagógica del nivel de desarrollo del pensamiento matemático geométrico espacial de los estudiantes, en esta se incluye diseño de instrumentos, validación, aplicación y análisis, en aras de identificar el grado de optimización del pensamiento matemático geométrico espacial, en función de la metodología Van Hiele (esquema validador de la investigación).

RESULTADOS

Los resultados se presentan de acuerdo con la estrategia metodológica planteada en la tabla 1.

Fase 1 Diagnóstico.

La fase comprende las actividades/tareas de identificación de la problemática, el análisis de resultados pruebas externas, diseño de instrumento diagnóstico, validación de los instrumentos, digitalización de los resultados y análisis de resultados.

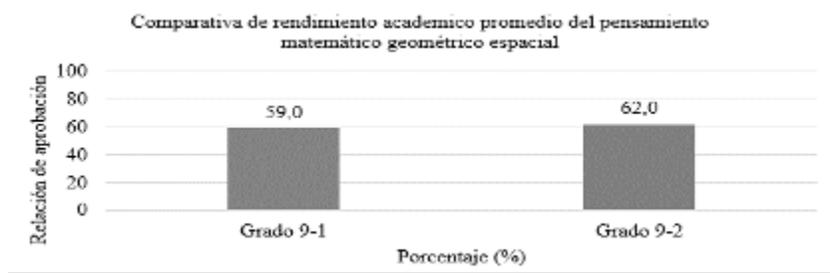


Figura 1

Comparativo de rendimiento académico promedio: geometría (pretest).
Elaboración propia.

Se puede observar en la figura 1 que el promedio global por cada curso fue de 59 y 62 puntos respectivamente sobre 100, teniendo presente una escala evaluativa para alcanzar los desempeños básicos en 70%, se evidencia que los estudiantes en general no logran obtener los parámetros básicos estipulados por la institución; además, de acuerdo con la metodología de Van Hiele el grupo 9-1 demuestra un nivel de razonamiento geométrico menor al nivel 3 lo que indica que reconoce figuras con la guía de un docente pero el individuo no posee la habilidad de llevar ese conocimiento a situación de su entorno; para el caso del grupo 9-2 que se encuentra en un nivel inferior a 4, pueden reconocer con facilidad las figuras y cuerpos geométricos desde su definición hasta su representación en dos o tres dimensiones según corresponda, pero no presenta la competencia para aplicar esos saberes a un problema con un análisis de complejidad alto y propio de su contexto.

Es importante resaltar en la figura 1 que los estudiantes de 9-1 presentan de forma general un nivel menor a 9-2 con tan solo de 3 puntos de diferencia, lo que puede permitir establecer que las necesidades educativas de toda la población son similares y aplicar la misma estrategia pedagógica para toda la población, asimismo de los 52 individuos de la muestra se presentan un 72% con un desempeño bajo, el 23% un nivel básico y el 6% un desempeño alto, lo que indica que ningún estudiante logró un desempeño superior; los resultados del diagnóstico confirman la problemática con relación a un promedio bajo en los aprendizajes de los estudiantes.

Fase 2 Diseño.

El diseño de las secuencias didácticas es el proceso por el cual se establece un consolidado de actividades de aprendizaje planteadas de forma jerárquica y lógica, las cuales tienen como propósito que el estudiante en diversos espacios y momentos, desarrolle conocimientos teórico-prácticos para la resolución de problemáticas basadas en hechos reales; dicha estructura deberá garantizar efectivamente no solamente el desarrollo de temáticas concernientes a la asignatura

objetivo, sino que a su vez, se logre obtener adecuados rendimientos académicos que se traduzcan en el dominio de conocimientos teóricos y prácticos por parte del estudiante, ver ejemplo en la tabla 2.

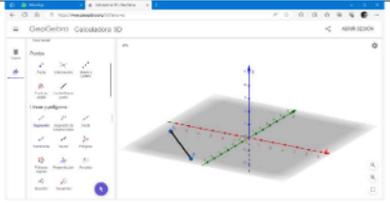
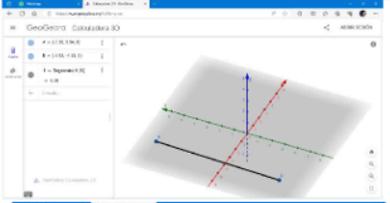
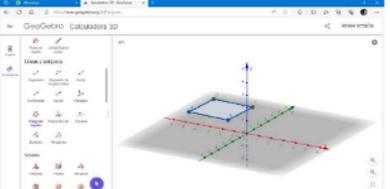
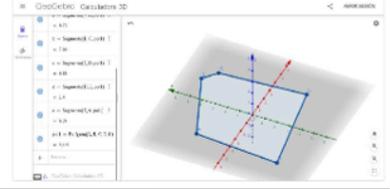
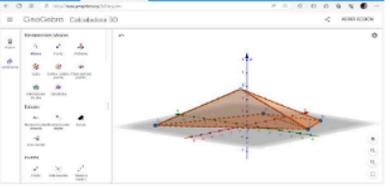
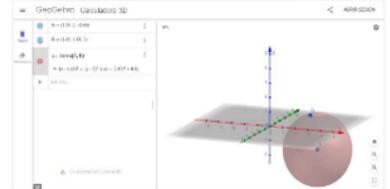
Integración GeoGebra 1	Integración GeoGebra 2
<p>Competencia 1. Percepción de la realidad</p> <p>Ejercicios Integración con GeoGebra</p> <p>Diseño de segmentos</p> 	<p>Competencia 2. Reproducción numérica de objetos geométricos</p> <p>Ejercicios Integración con GeoGebra</p> <p>Medición para puntos y líneas</p> 
<p>Diseño de figuras geométricas bidimensionales</p> 	<p>Medición para superficies (áreas)</p> 
<p>Diseño de figuras geométricas tridimensionales</p> 	<p>Medición para volúmenes</p> 

Tabla 2
Planificación de secuencias didácticas
Elaboración propia

GeoGebra 3D presenta varias ventajas dentro del plan de enseñanza como lo son la visualización interactiva, exploración activa con herramientas propias que pueden ser estipuladas por el estudiante a través de una ecuación o esquemas gráficos ya diseñados, lo que promueve la visualización tridimensional de los cuerpos geométricos con su sistema de realidad aumentada.

Fase 3 Implementación.

En la implementación se reúnen los estudiantes de los dos grupos 9-1 y 9-2 en un salón múltiple, donde se proyecta la aplicación con la ayuda de un dispositivo móvil, logrando que los estudiantes tengan un acercamiento con el instrumento y puedan interactuar desde su celular o Tablet personal con las herramientas del aplicativo GeoGebra ver tabla 3.



Tabla 3
Intervención pedagógica
Elaboración propia

Durante la intervención se presenta un alto grado de participación por parte de los estudiantes y sobre todo el interés por aprender. Finalizada el proceso de intervención se realiza una exposición por parte de algunos estudiantes explicando el resultado de su experiencia.

Fase 4 Evaluación

Una vez realizado el análisis estadístico de los resultados del post-test, respecto a variables asociadas al pensamiento matemático geométrico espacial en estudiantes de noveno grado (9-1 y 9-2) se promedió los resultados obtenidos por cada estudiante, para obtener el rendimiento académico general. Con base en lo anterior, se logra observar en los estudiantes de grado 9-1 un promedio total de 86,0%, y para los estudiantes de grado 9-2 un promedio de 85,0% respectivamente ver figura 2.

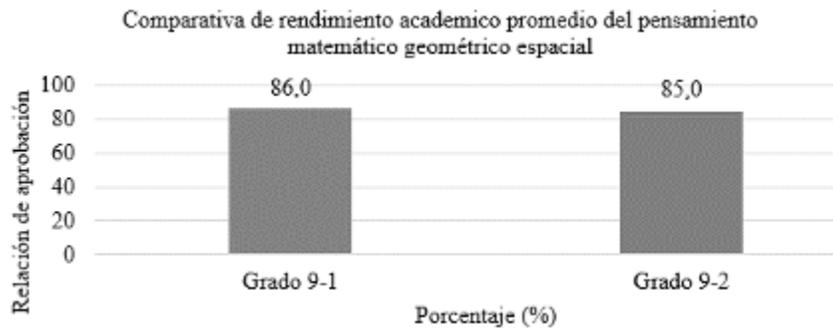


Figura 2

Comparativo de rendimiento académico promedio: geometría (postest).

Elaboración propia.

Una vez finalizada la aplicación de las pruebas, se realiza un análisis de normalidad para los resultados con los promedios generales de cada uno de los individuos, para analizar la validez y fiabilidad de los datos recopilados en la prueba de entrada y salida. Para el proceso de normalidad se establece la hipótesis nula indicando que los datos de la muestra presentan una distribución normal y la alterna rechazando la hipótesis anterior estableciendo que los datos no siguen una distribución normal.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,089	52	,200 ^a	,956	52	,054

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 4

Prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov

Elaboración propia a partir de Software SPSS

Según los resultados obtenidos en la tabla 4, con un valor de significancia de 0.200, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Este hallazgo sugiere que no hay suficiente evidencia para concluir que los datos no siguen una distribución normal. Por lo tanto, en este nivel de significancia, se puede inferir que los datos son consistentes con una distribución normal, lo que permite aplicar un enfoque paramétrico.

Seguido se realiza la prueba de hipótesis con la prueba paramétrica de T- Student en el que se especifica como hipótesis nula (H0), la correspondiente a que las medias de las muestras son iguales (valores obtenidos por debajo de 0.05), mientras que la hipótesis alternativa como aquella en donde se evidencia una diferencia entre las medias de las muestras (resultados son mayores o iguales a 0.005 ($x \geq 5\%$)).

Prueba de muestras emparejadas										
Diferencia emparejada										
95% de intervalos de confianza de la diferencia										
		Medio	Desv. estándar	Medio de error estándar	inferior	Superior	t	g	P de un factor	T de Levene
Par 1	Pre test - Pos test	24.73077	16.07888	2.22867	-29.20702	20.26452	-11.093	91	<.001	<.001

Tabla 5

Prueba de normalidad t students

Elaboración propia a partir de Software SPSS

Los resultados de la prueba t de Students revelan una diferencia significativa entre los grupos en el pretest y el postest ($p < 0.001$). Con un nivel de significancia establecido en $\alpha = 0.05$, el p-valor obtenido fue menor que el valor crítico, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los puntajes promedio de cada uno de los estudiantes en las pruebas realizadas como evaluación de entrada y de salida. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, sustentando la hipótesis alternativa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En análisis de los resultados permiten concluir que el tratamiento aplicado produjo un efecto en la variable medida, evidenciado que se presentó un fortalecimiento en el pensamiento matemático y geométrico espacial en los estudiantes de noveno grado.

Durante la fase diagnóstica de este estudio, Los resultados obtenidos del pretest indicaron un bajo desempeño en el pensamiento matemático geométrico espacial. Estos resultados sugieren que cerca del 71%, muestran un nivel de razonamiento por debajo del nivel 4 según la metodología de Van Hiele.

Durante la etapa de diseño mediante el modelo de razonamiento geométrico de Van Hiele y los principios pedagógicos basados en elementos de las teorías constructivistas y conectivistas del aprendizaje, se logró integrar exitosamente la herramienta TIC de realidad aumentada dentro de la construcción de secuencias didácticas, lo que facilitó la materialización del pensamiento matemático geométrico espacial en una variedad de ejercicios prácticos, contribuyendo así a fortalecer el aprendizaje en la aplicación de competencias matemáticas.

La ejecución de la fase de implementación fue esencial, permitiendo aplicar secuencias didácticas a los estudiantes de noveno grado, brindando la oportunidad de participar activamente en su proceso de aprendizaje y por ende se logra una mejora significativa en la comprensión de procesos matemáticos relacionados directamente con la geometría sintiéndose atraídos por los beneficios y la versatilidad del aplicativo de realidad aumentada GeoGebra.

Tras la aplicación del instrumento de recolección de información, se observaron mejoras significativas en el desempeño académico de los

estudiantes de noveno grado, con un promedio general de 85 puntos, representando un aumento notable de 25 puntos porcentuales con relación a la prueba pretest. Basándose en los resultados anteriores y la metodología de Van Hiele se puede concluir que los estudiantes se encuentran en un nivel entre 4 y 5, donde poseen conocimientos y habilidades para ejecutar el razonamiento geométrico en situaciones de su entorno y razonar formalmente manipulando únicamente enunciados geométricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amézquita-Nidia, L. (2021). *Realidad aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje significativo de la geometría espacial*. Universidad de Cartagena (programa de Maestría en Recursos Digitales Aplicados a la Educación). p 179.
- Arias-Velandia, N., Rincón-Báez, W., Rojas-Tolosa, S. M., Moreno-Jiménez, Y. J., & Daza-Orozco, C. E. (2022). Bibliographical Overview on Science Activities, Learning Achievement and Shaping of Scientific Vocations in Early, Elementary, Secondary and High School Education. URL: [http://dx. doi. org/10.2139/ssrn, 4071009](http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4071009).
- Blázquez Sevilla, A. (2017). *Realidad aumentada en Educación*. Monografía (Manual). Rectorado (UPM).
- Hernández-Sampieri, R.; Mendoza Torres, C.P.(2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Edamsa Impresiones, S.A. de C.V.
- Daza-Orozco, C. E., Norman-Acevedo, E., Cera-Ochoa, R. A., & Acosta-Triviño, R. (2022). Experiencias de investigación inspiradoras. Iniciación Científica. <https://iniciacioncientifica.com/editorial/index.php/libros/article/view/2>
- Islas Torres, C., y Delgadillo Franco, O. (2016). La inclusión de TIC por estudiantes universitarios: una mirada desde el conectivismo. *Apertura*, 8(2), 116-129.
- Islas-Torres, C. (2021). Conectivismo y neuroeducación: transdisciplinas para la formación en la era digital. *Revista científica multidisciplinaria de prospectiva*. 28 (1) 1-1.
- Jiménez, I. *El triángulo lógico: una ecuación didáctica emergente para aprender metodología de la investigación*. Chía, Cundinamarca: Universidad de La Sabana. 2020.
- Martínez, O., Mejía, E, Ramírez, W, & Rodríguez, T. (2021). Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas. *Información tecnológica*, 32(3), 3-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300003>
- Medina Herrera, L. M., Aguilar Sánchez, G., Angelo Notarantonio, L. A., Ruiz Loza, S., Alencastre Miranda, M., Muñoz Gómez, L., ... & Cyril Michel, L. (2015). Visualización matemática con realidad aumentada: Cálculo multivariado.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1998). Lineamientos curriculares en matemáticas. *Ministerio de Educación Nacional de Colombia*.

- OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development* (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Pérez-Ortega, I., (2017). Creación de Recursos Educativos Digitales: Reflexiones sobre Innovación Educativa con TIC. *Revista Internacional de Sociología de la Educación*, 6(2), 243-268.
- Reyero Sáez, M. (2019). La educación constructivista en la era digital. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (12), 111–127. <https://doi.org/10.51302/tce.2019.244>
- Rodríguez Medina, J. C. (2017). *El construccionismo como modelo pedagógico para el uso de las tics en la educación* (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).
- Terán, K. (2012). Realidad aumentada, sus desafíos y aplicaciones para el e-learning. Universidad Politécnica Territorial de los Altos Mirandinos Cecilio Acosta.
- Yoza Zambrano, C. A., y Moya Martínez, M. E. (2019). El modelo constructivista, la tecnología y la innovación educativa. *Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo*, (agosto).



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343977238007>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Cristian Camilo Barragán Sánchez, Julián Andrés Díaz León,
Jorge Amado Rentería Vera

**Realidad aumentada para el fortalecimiento del
pensamiento matemático geométrico espacial**

Augmented Reality for the strengthening of spatial
geometric mathematical thinking

Realidade aumentada para o fortalecimento do pensamento
matemático geométrico espacial

PANORAMA

vol. 18, núm. 34, p. 153 - 168, 2024

Politécnico Grancolombiano, Colombia
ednorman@poligran.edu.co

ISSN: 1909-7433 / **ISSN-E:** 2145-308X

DOI: <https://doi.org/10.15765/cg8kkn05>