

Realidad aumentada para el desarrollo del pensamiento geométrico variacional

Augmented reality for the development of variational geometric thinking

Fecha de recepción: 2022-04-15 • Fecha de aceptación: 2022-05-17 • Fecha de publicación: 2022-09-10

Luis Manuel Barrios Soto¹

IED Calixto Álvarez, Barranquilla, Colombia

lms19@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5148-2017>

Juan Antonio Maradey Coronell²

Colegio Alemán, Barranquilla, Colombia

maradeyjuan@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9475-2160>

Mercedes Josefina Delgado González³

Universidad del Zulia, Venezuela

merdelgon@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4292-8339>

Resumen

Un recurso utilizado para la enseñanza de la matemática ha sido la realidad aumentada (RA), cuyo propósito está centrado en la creación de contenidos virtuales en un espacio real; sin embargo, es importante conocer las percepciones de los aprendices sobre su uso; así se generó esta

investigación, cuyo objetivo fue analizar el efecto de la aplicación de la realidad aumentada como instrumento para el desarrollo del pensamiento geométrico variacional en estudiantes de bachillerato. Se realizó bajo el enfoque cualitativo; se aplicaron tres actividades piloto para el uso de la RA, en alumnos de 10mo grado, en Colombia; se implementó la observación participante y posteriormente se aplicó una entrevista semiestructurada. Entre los resultados se obtuvo que la RA ayuda a crear un mayor vínculo con la geometría, permite la manipulación de elementos geométricos de manera instantánea y ayuda a corregir errores de forma inmediata, abriendo espacio para la producción de ideas no contempladas en las actividades. Se concluyó que esta permite generar clases prácticas y dinámicas, despierta la motivación, el interés y la creatividad de los alumnos al realizar actividades que han conllevado a entrelazar el contenido teórico y el práctico.

Palabras clave: realidad aumentada, pensamiento geométrico, pensamiento variacional, TIC

Abstract

A resource used for teaching mathematics has been augmented reality (AR), whose purpose is focused on the creation of virtual content in a real space; however, it is important to know the perceptions of learners about its use; thus, this research was generated, whose objective was to analyze the effect of the application of augmented reality as an instrument for the development of variational geometric thinking in high school students. It was conducted under a qualitative approach; three pilot activities for the use of AR were applied in 10th grade students in Colombia; participant observation was implemented and later a semi-structured interview was applied. Among the results, it was obtained that AR helps to create a greater link with geometry, allows the manipulation of geometric elements instantaneously and helps to correct errors immediately, opening space for the production of ideas not contemplated in the activities. It was concluded that AR allows generating practical and dynamic classes, awakens the motivation, interest and creativity of the students by carrying out activities that have led to intertwine theoretical and practical content.

Keywords: augmented reality, geometric thinking, variational thinking, ICT

Introducción

La tecnología ha sido indispensable para los procesos de enseñanza y aprendizaje durante los dos últimos años (2020 y 2021), debido a la pandemia causada por el COVID-19; de esta forma, muchas escuelas utilizaron plataformas educativas para darle continuidad a la educación de sus ciudadanos; bajo esta circunstancia, las aplicaciones y recursos educativos virtuales se convirtieron en plataformas indispensables para todos los docentes y sus estudiantes, “puesto que admiten complementar los procesos educativos desde el indagar saberes previos, desarrollar temáticas de forma más lúdica, buscar información de manera más rápida, simular laboratorios e incluso evaluar a través de diferentes métodos” (Barrios et al., 2021, p.52).

La enseñanza de las matemáticas también se vio involucrada con el uso frecuente de las herramientas tecnológicas, apoyándose en instrumentos virtuales como GeoGebra, el cual es definido por Rodríguez et al. (2021) como un asistente matemático que ofrece muchas ventajas desde sus funciones, ya que es portable y de libre acceso. Asimismo, GeoGebra favorece la enseñanza y el aprendizaje matemático y geométrico si se usa adecuadamente con los alumnos (Jaraba, 2020). Por otra parte, existen otras aplicaciones virtuales comunes para la enseñanza de las matemáticas como: La red Educativa Digital Descartes, la web Geometría dinámica y aplicaciones móviles (Geometrix, Fórmulas geométricas, Artric, entre otras).

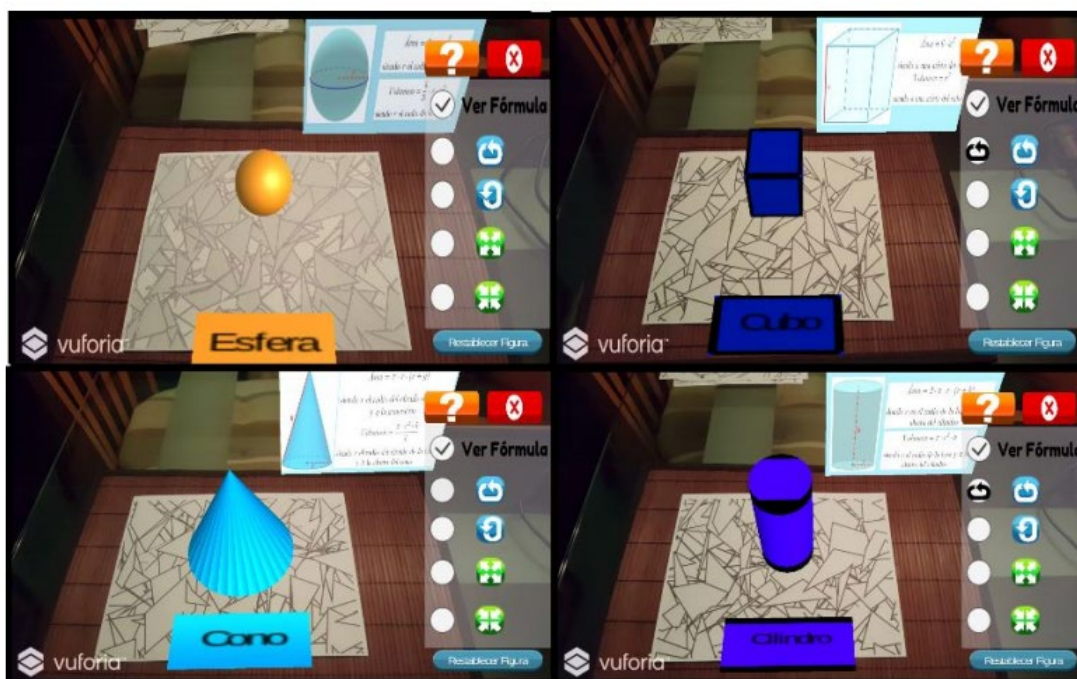
Pese a estas plataformas, un recurso que se ha consolidado en los últimos años ha sido la realidad aumentada (RA), cuyo propósito está centrado en la creación de contenidos virtuales en un espacio real, el cual también incentiva a la creatividad y la motivación por aprender por parte de los estudiantes, ya que “su versatilidad, transversalidad y fácil manejo hacen que el usuario se sienta cómodo durante el proceso de aprendizaje” (De La Horra, 2017).

Desde las matemáticas, la aplicación de la realidad aumentada puede ser benéfica para el desarrollo del pensamiento geométrico variacional, ya que investigaciones como la de Arellano y Villanueva (2018) resaltan que la aplicación de esta herramienta es útil y tiene un impacto positivo en el interés del alumno; además, Gómez et al. (2018) exponen que la conexión con la geometría es inmediata al utilizar RA, existiendo una manipulación natural de los conceptos geométricos y sobre todo, la manipulación de los modelos tridimensionales. Con base en lo anterior, cabe resaltar que el funcionamiento de la realidad aumentada necesita la utilización de un dispositivo móvil (celular o tablet, por ejemplo) para que a través de su cámara se puedan situar objetos virtuales en el espacio real, tal como se muestra en la *Figura 1*, lo que Moreno y Pérez (2017) complementan al afirmar que “es un sistema que aporta información virtual, sea en formato de texto, imagen, audio, vídeo y modelos 3D, al entorno espacio-temporal donde se encuentra el usuario de la aplicación” (p.45).



Figura 1

Uso de la Realidad Aumentada



Nota. Arellano y Villanueva (2018)

La RA posee algunos niveles de aplicación, los cuales según Gómez et al. (2018) basados en Lens-Fitzgerald, fundador de Layar (navegador de realidad aumentada apta para dispositivos Android), son: nivel 0, hiperlanzando el mundo físico, donde se obtienen imágenes a través de códigos QR o imágenes en 2D en tiempo real; nivel 1, RA basada en marcadores, donde se reconocen patrones en 2D y 3D fijando la realidad virtual; nivel 2, RA sin marcadores, basado en GPS, brújulas e imágenes reales; nivel 3, visión aumentada, es la realidad aumentada inmersiva, donde se necesitan cascos y gafas de RA. Con base en lo anterior, los niveles usados con mayor frecuencia en las escuelas son del 0 al 2, ya que el nivel 3 requiere de equipos más sofisticados.

Para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con alumnos de educación media (10mo grado) en Colombia, se ha venido utilizando por algunos docentes la realidad aumentada en sus niveles 0 y 1; sin embargo, según expresan Martínez et al. (2021) su incorporación debe tener una intencionalidad pedagógica bien definida, debido a que el uso de recursos tecnológicos no garantiza el aprendizaje. Además, “la realidad aumentada permite desarrollar competencias que son necesarias para el aprendizaje del álgebra y permite mejorar la visualización de las figuras con las cuales los estudiantes interactuarán” (González et al., 2021, p. 541).

En este orden de ideas, es necesario preguntarse ¿cómo ha sido el efecto del uso de la realidad aumentada en el desarrollo del pensamiento geométrico variacional en estudiantes de bachillerato? Por tanto, se realizó una investigación exploratoria que conllevó a este artículo, cuyo

objetivo fue analizar el efecto de la aplicación de la realidad aumentada como instrumento para el desarrollo del pensamiento geométrico variacional, en estudiantes de bachillerato en Colombia.

Metodología

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, debido a que se hizo necesario comprender e interpretar los sucesos en el aula; además, según Sambrano (2020) este enfoque busca “la subjetividad, la multiplicidad de interpretaciones de una realidad y un gran sentido común, con enorme capacidad de escucha y sin juicios previos, involucra conocimientos provenientes de las fuentes más diversas” (p.26). De acuerdo a lo mencionado, se analizaron las diversas respuestas de los estudiantes a tres actividades relacionados con el pensamiento geométrico variacional al implementar GeoGebra Calculadora 3D.

Con respecto a las actividades abordadas, cabe resaltar que cada una tuvo un nivel de complejidad, por lo que el proceso de análisis tomó en cuenta las dificultades y fortalezas que mostraron los alumnos para dar respuesta a las preguntas o indicaciones. Además, se consideraron las percepciones de los alumnos en relación con la aplicación de la realidad aumentada para su aprendizaje geométrico.

2.1 Sujetos de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en el Colegio Seminario Conciliar San Luis Beltrán de la ciudad de Barranquilla, Colombia, donde se trabajó con un total de 16 estudiantes entre las edades de 14 a 16 años, pertenecientes a educación media en el décimo grado, para la implementación piloto de la actividad con RA. Los alumnos fueron organizados en grupos de trabajos conformados por cuatro miembros para llevar a cabo las diferentes actividades aplicando GeoGebra Calculadora 3D. Posteriormente se seleccionaron cuatro de estos 16 estudiantes para aplicar una entrevista destinada a describir sus percepciones del desarrollo e implementación de las actividades con RA.

2.2 Método de trabajo

Para las actividades relacionadas con el desarrollo del pensamiento geométrico variacional se empleó la observación participante, la cual es definida por Campos y Lule (2012) como aquella donde “el investigador se involucra dentro de los procesos de quienes observa, y éste es plenamente aceptado, por lo tanto, se estima que lo observado no se ve afectado por la acción del observador” (p.53).

La forma de trabajo fue la siguiente: los cuatro grupos conformados por los estudiantes del grado décimo desarrollaron dos sesiones de clases divididas de la siguiente manera:

- a. Acercamiento a las herramientas y manera de utilización de la aplicación GeoGebra Calculadora 3D, posteriormente a esto, aplicación de la actividad inicial (Tabla 1), toma de evidencias y discusiones;

- b. Realización de la actividad intermedia y de cierre (Tabla 2 y 3), toma de evidencias y socialización de las respuestas. Una vez realizadas las actividades mencionadas anteriormente, se aplicó un instrumento de investigación para recoger las percepciones de los alumnos en relación con la utilización de la realidad aumentada en sus procesos educativos.

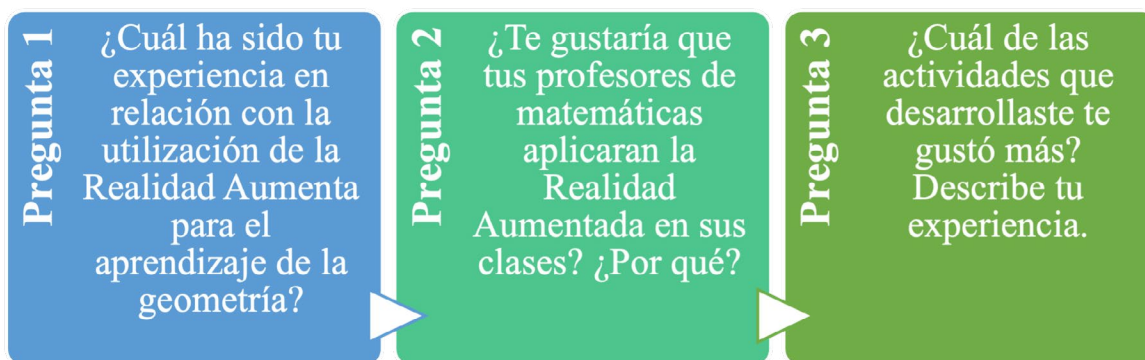
2.3 Instrumento aplicado

Para la recolección de la información relacionada con las percepciones de los alumnos basado en el desarrollo del pensamiento geométrico variacional, se aplicó una entrevista semiestructurada, la cual según Ñaupas et al. (2018) se caracteriza por no ser tan rígida, lo que permite al investigador hacer otras preguntas con el fin de aclarar información o hacer que el entrevistado retome el tema si se desvía del mismo.

La entrevista estuvo conformada por tres preguntas (ver *Figura 2*) y se aplicó a cinco estudiantes que estuvieron dispuestos a participar de la misma; las respuestas ofrecidas por ellos fueron grabadas en audio y posteriormente transcritas de forma literal para la realización del análisis a través de una reducción fenomenológica.

Figura 2

Preguntas de la Entrevista Semiestructurada



Resultados

3.1 Observación del uso de GeoGebra Calculadora 3D por parte de los alumnos

La primera actividad (*Tabla 1*) tuvo como fin observar el uso adecuado de GeoGebra Calculadora 3D por parte de los alumnos; es decir, conocer si el estudiante es capaz de ubicar puntos en un espacio virtual, conectarlos con segmentos y formar adecuadamente un sólido geométrico. De la misma forma, esta actividad permitió analizar si el alumno puede corregir con facilidad sus errores y ser consciente cuando los comete; asimismo, realizar procesos de identificación y operacionalización de variables como áreas y volúmenes.

Tabla 1

Actividad Inicial

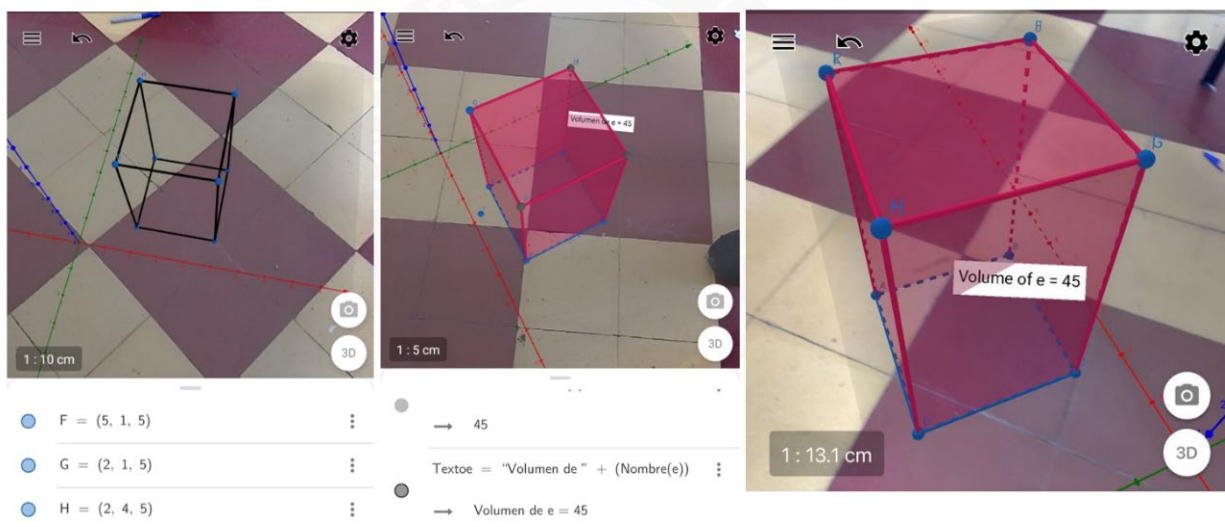
Actividad 1
Los siguientes puntos pueden ser ubicados en el espacio y representan los vértices de un sólido geométrico: Ubique los puntos en el espacio y trace los segmentos: Por observación: ¿Qué tipo de sólido es? ¿cuáles son las medidas de sus lados? ¿Cuál es el área de la base y de cada una de sus caras laterales? Calcule su volumen

Durante el desarrollo de esta actividad se logró observar un mayor interés por aprender, los alumnos mostraron afinidad con la asignatura y discutían de manera grupal la mejor estrategia para elaborar el sólido geométrico propuesto en la *Actividad 1*, lo que concuerda con Gómez et al. (2018) quienes exponen que la aplicación de la RA mejora la conexión de los estudiantes con la geometría. Por otra parte, esta actividad inicial resultó satisfactoria, observándose algunos aspectos cómo: 1) el trabajo en equipo, 2) la corrección de errores de manera instantánea, 3) la manipulación inmediata de las herramientas virtuales, 4) el cálculo de variables como longitudes, áreas y volúmenes aplicados y, 5) la observación y análisis de la figura 3D desde diversas perspectivas.

Sumando a lo anterior, la *Actividad 1* mantuvo a los alumnos en constante movimiento, explorando figuras geométricas virtuales en un espacio real; es decir, se trasladaban en el salón de clase observando a través de la cámara de su dispositivo el espacio () y las figuras ubicadas en él. Además, aprendieron a manipular con mucha facilidad las herramientas de GeoGebra Calculadora 3D. A continuación, en la *Figura 3* se muestran las imágenes del sólido elaborado por un grupo de estudiantes.

Figura 3

Resultado de la Actividad Inicial



En la *Tabla 2* se expone la actividad intermedia relacionada con el pensamiento geométrico variacional, en ella, los alumnos debían conocer las pautas para ubicar puntos en el espacio y también ser diestros en el trazo de rectas o funciones lineales en GeoGebra Calculadora 3D. Asimismo, debían aplicar principios para calcular áreas y volúmenes teniendo en cuenta variables como alturas, bases y profundidad del sólido creado.

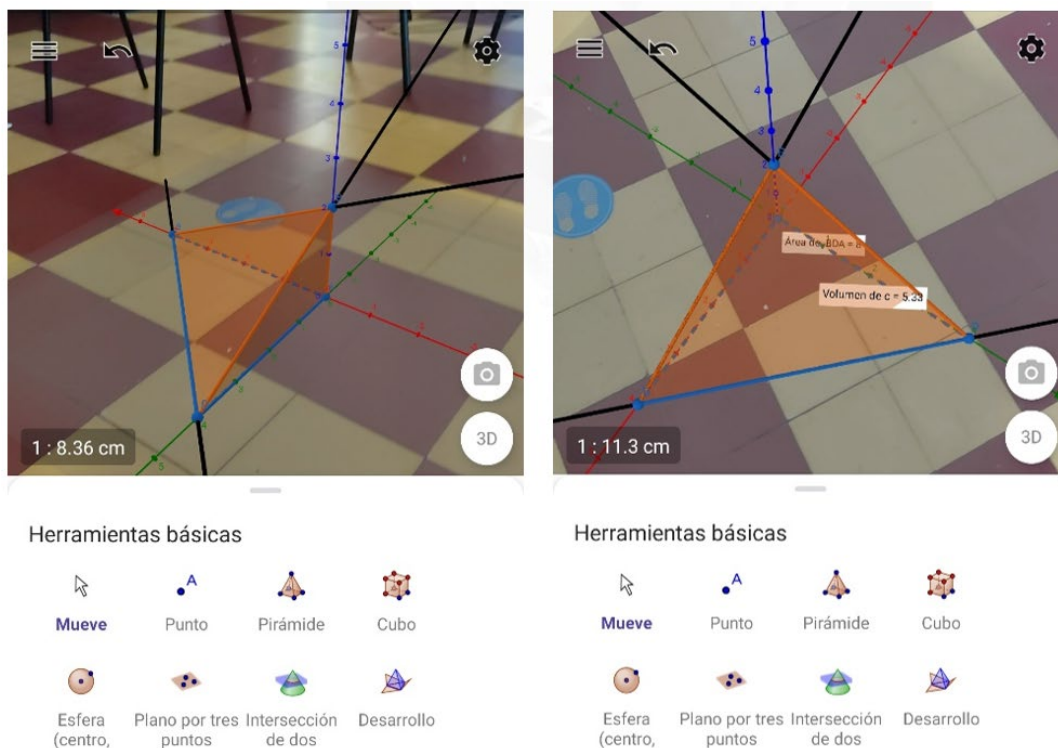
Cabe resaltar que los alumnos en esta actividad realizaron cálculos manuales de manera inicial, para luego comparar sus resultados con los arrojados por el programa, algunos grupos tuvieron que realizar consultas como el área de un triángulo, volumen de una pirámide, entre otros conceptos; lo que evidenció una debilidad conceptual sobre esta temática estudiada desde el año anterior, según el programa oficial de matemática.

Tabla 2*Actividad Intermedia*

Actividad 2
Un sólido geométrico se ha formado de la siguiente manera: <i>i)</i> tiene un vértice en el punto de origen del espacio; <i>ii)</i> Tiene una recta que pasa por los puntos A y B y <i>iii)</i> una segunda recta que pasa por los puntos C y D ; y <i>iv)</i> una arista formada por la recta AB que intercepta con las otras dos rectas mencionadas. Grafique el sólido geométrico Calcule el área de base Encuentre la medida del volumen

La aplicación de la *Actividad 2* mostró la forma espontánea de los alumnos en manipular las herramientas virtuales, ubicando los elementos geométricos de manera más rápida. Algunos estudiantes manifestaron que no era necesario guiarlos en el proceso, ya que sabían cómo representar los puntos, las rectas, el área y el volumen del sólido. Evidentemente el interés por aprender no disminuyó, por el contrario, los alumnos realizaron la actividad en un tiempo menor al planificado, lo que concuerda con González et al. (2021) cuando expresan que la RA permite comprender mejor el álgebra y visualizar las figuras geométricas con mayor destreza, interactuado fácilmente con estas. En la *Figura 4* se muestran los resultados de la *Actividad 2*, evidencias del trabajo de un grupo de alumnos.

Figura 4
Resultado de la Actividad Intermedia



La actividad de cierre (*Tabla 3*) exigió que los alumnos fueran capaces de manipular variables haciendo consideraciones pertinentes para poder resolver el problema; es decir, requirió pensar en una estrategia donde tomen valores arbitrarios (sea para el radio o la altura) y poder crear un sólido que cumpla con las condiciones dadas. Esta actividad se consideró enriquecedora debido a los diversos resultados que se pueden obtener y se permite el dialogo entre pares para comparar sus sólidos o buscar una manera diferente de resolverla, considerando también el hecho de calcular el volumen de un cilindro para este caso.

Tabla 3
Actividad de Cierre

Actividad 3
Aplicando la herramienta de realidad aumentada, ¿Cuáles serían las dimensiones de un tanque cilíndrico para que almacene 200 u^3 de agua? Explique paso a paso el proceso que realizó para llegar a su respuesta.

En esta actividad los alumnos iniciaron ubicando elementos básicos en el espacio, cómo: puntos, radios, circunferencias y cilindros de manera arbitraria, posteriormente explicaron el proceso que realizaron para llegar a una solución. Un ejemplo de lo anterior es la respuesta de un grupo de alumnos, quienes explicaron paso a paso su proceso antes de determinar las medidas de las dimensiones pedidas: *“Iniciamos creando un círculo con centro en $(0,0,0)$ y consideramos un radio de 3 unidades, luego hicimos un cilindro encima del círculo y pusimos una altura de 4 unidades. Después de eso, aplicamos la herramienta volumen sobre la figura y nos dimos cuenta*

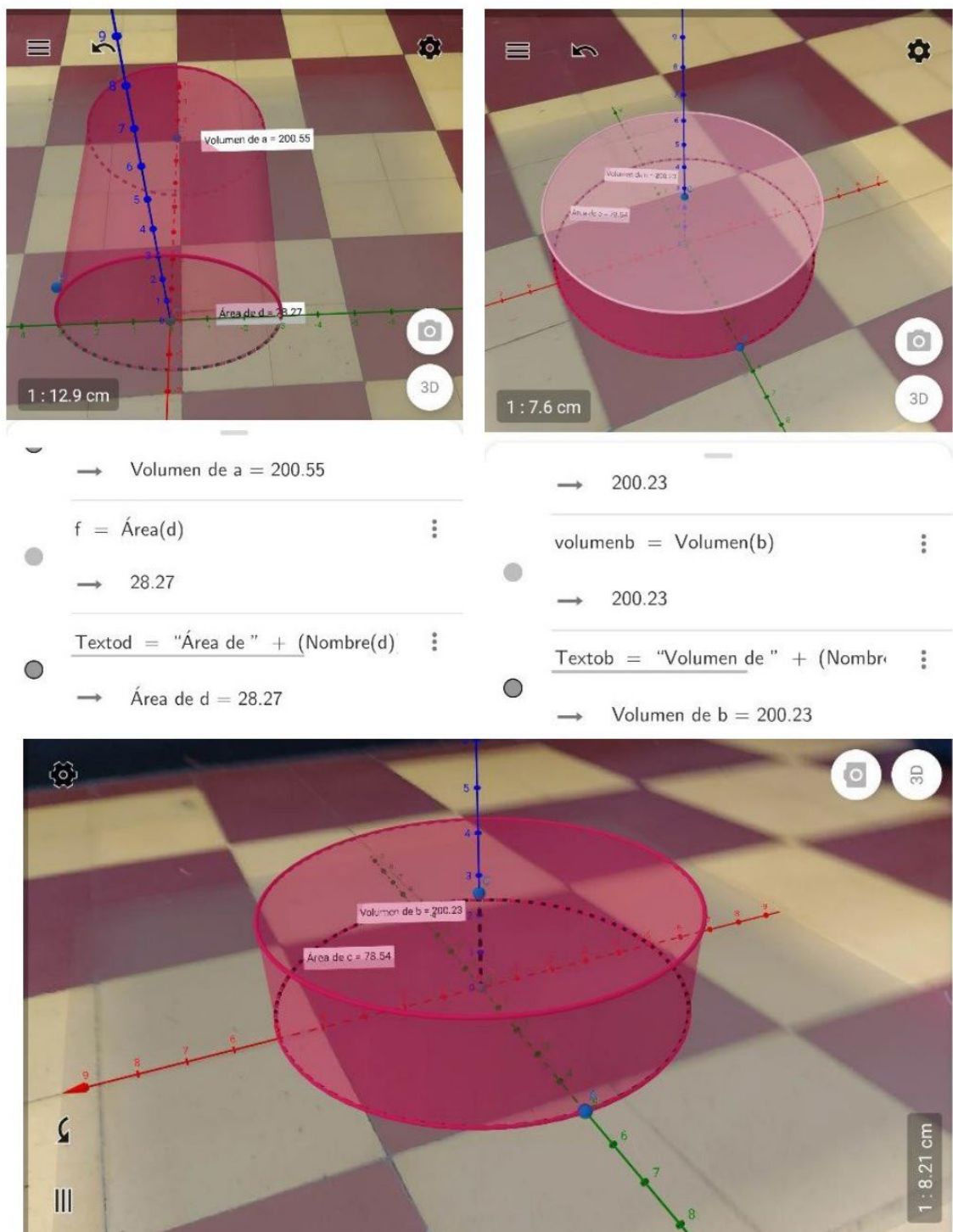
que el volumen era menor a 200, por lo que empezamos a mover el punto de la altura hasta llegar al volumen de 200. Nos vimos cuenta que la medida del volumen no caía en el valor de 200 exactamente, sino que estaba aproximado, nos daba 198,89 o 200,55”

Con lo anterior, se logró observar que, al no tener medidas específicas, los estudiantes procedían a utilizar figuras de manera arbitrarias para luego mover el punto del radio o de la altura hasta llegar al volumen de 200 . Estos grupos no realizaron cálculos manuales, ya que todos consideraban que al mover un punto para alargar o ensanchar la figura, el programa les arrojaría el volumen deseado, por lo que todos trabajaron con medidas aproximadas.

Asimismo, los grupos manipularon la figura para poder obtener medidas aproximadas en el cilindro; con base en esto, otro grupo concluyó que: *“las medidas de las dimensiones necesarias para 200 de agua serían: un área circular de 78,23 o un círculo de radio de radio 5 u (como base) y una altura aproximada de 2,55 u para el cilindro”*.

Estas medidas fueron comparadas entre los equipos, quienes mostraron a los demás las figuras realizadas por ellos y analizaron que la estructura del sólido puede cambiar dependiendo de las variables consideradas desde el inicio. A continuación, en la *Figura 5* se observan algunos ejemplos realizados de la actividad final.

Figura 5
Resultado de la Actividad Final



Una vez finalizadas las tres actividades se procedió a aplicar la entrevista semiestructura a 4 estudiantes seleccionados, tomando uno de cada grupo conformado. Para la organización de

los datos se grabaron las respuestas y luego a transcribieron. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

3.2 Resultados de la entrevista

El análisis de la información recolectada de la entrevista semiestructura se realizó a través de una reducción fenomenológica, la cual según Castillo (2021) ayudan a entender nuestros supuestos, creencias y conocimientos sobre un fenómeno o determinadas experiencias. A continuación, en la *Tabla 4* se exponen las diferentes respuestas adquiridas en cada una de las preguntas.

Tabla 4

Respuestas a la Pregunta 1

¿Cuál ha sido tu experiencia en relación con la utilización de la realidad aumentada para el aprendizaje de la geometría?		
ESTUDIANTES	DESCRIPCIÓN TEXTUAL	GENERACIÓN DE TEMA
Est.1	A mí me gustó mucho, es más dinámico y se puede ver mejor las figuras. Incluso, personalmente me encantó usarla para crear figuras.	Clase dinámica y práctica.
Est.2	Profe, es súper genial usarla para aprender. Ningún profesor había utilizado eso con nosotros y mis compañeros estaban todos emocionados haciendo las actividades.	Motivación.
Est.3	La realidad aumentada es bastante interesante y creo que mejoraría mucho la dinámica de la clase porque se puede hacer las cosas (actividades) mucho más rápida. ¿Usted se imagina hacer todas esas figuras en una hoja? ¡Sería muy complicado!	Clase dinámica y práctica.
Est.4	A mí me encantó utilizar la aplicación en clase para hacer las actividades. Se puede ver super claro las figuras y resulta entretenida... aunque era tedioso cuando debíamos unir puntos porque a veces no se trazaba como queríamos.	Clase práctica.

Dentro de las respuestas obtenidas por los cuatro estudiantes entrevistados, las cuales fueron transcritas textualmente en la tabla 4, se evidencia varias ideas puntuales, pero la que toma mayor fuerza y resalta en todo momento es la palabra “práctica”. Esto hace énfasis a la idea de que las matemáticas pueden entrelazar los procesos abstractos con actividades que logran abordar la practicidad de los conceptos, lo cual es la esencia del desarrollo matemático. Por esto, la RA contribuye enormemente al desarrollo de una clase práctica, porque busca que el estudiante potencialice la intuición interactuando con un fenómeno o un concepto de estudio (Gómez et al., 2018).

Otras apreciaciones de los estudiantes se refieren a que el uso de este tipo de herramientas genera un alto impacto en la motivación para desarrollar las actividades en clase (o incluso fuera de ella) y que ineludiblemente el quehacer matemático se vuelve más dinámico, lo que ayudaría a una excelente metodología educativa, lo que trae como consecuencia la adquisición de un aprendizaje significativo; y es que, “la motivación y el aprendizaje son dos de los pilares

fundamentales sobre los que se crean las metodologías. Es por ello, que la realidad aumentada dota del medio para conseguir este fin” (De La Horra, 2017, p.9).

Tabla 5

Respuestas a la Pregunta 2

¿Te gustaría que tus profesores de matemáticas aplicaran la realidad aumentada en sus clases? ¿Por qué?		
ESTUDIANTES	DESCRIPCIÓN TEXTUAL	GENERACIÓN DE TEMA
Est.1	Si, sería estupendo para hacer la clase más dinámica. Es más, nos ayudaría mucho más a entender las figuras sólidas desde varios ángulos.	Compresión del tema.
Est.2	Sí, profe. Muy dinámica la aplicación y se maneja de forma muy sencilla.	Clase dinámica.
Est.3	Sí, la aplicación hace más divertida la clase y nos muestra mucho rápida la figura que estamos trabajando.	Clase dinámica.
Est.4	Si, yo creo que haría la clase mucho mejor... La clase sería más divertida y uno puede hasta hacer las figuras que uno quiera.	Clase dinámica y práctica.

Como se evidencia en la *Tabla 5*, las respuestas aportadas por los cuatro estudiantes evidencian el gran interés y gusto que tienen estos en relación con el uso de herramientas virtuales en las clases de matemáticas, y en específico, el uso de la realidad aumentada en la geometría y, basándose en las respuestas obtenidas por ellos, las clases serán mucha más dinámica y práctica.

Estas dos ideas son predominantes en la entrevista, siendo respuestas comunes en la pregunta 1 y 2, lo que lleva a inferir que en la educación matemática esta predominando una clase magistral en la que el estudiante no se involucra dinámicamente en la construcción del aprendizaje y, por ende, no hay una comprensión total de los conceptos desarrollados, esto concuerda con González et al. (2021) donde exponen que el uso de la realidad aumentada ayuda positivamente a desarrollar competencias que son necesarias para el aprendizaje y que desde las asignaturas como el álgebra y la geometría, se puede experimentar con figuras y variables no abstractas, sino visibles, creando una interactividad con estos elementos de manera inmediata.

Tabla 6*Respuestas a la Pregunta 3*

¿Cuál de las actividades que desarrollaste te gustó más? Describe tu experiencia.		
ESTUDIANTES	DESCRIPCIÓN TEXTUAL	GENERACIÓN DE TEMA
Est.1	A mí me gustó mucho la actividad número uno y la dos. Porque no ayudó a entender mejor la ubicación de los puntos en el espacio, también porque nos mantenía entretenidos realizando las figuras.	Actividad 1 y 2 Comprensión del tema y dinamismo
Est.2	A mí me gustó la actividad 1 porque me parecía interesante poner puntos y líneas en el plano de forma más dinámica. Aunque las otras actividades también estuvieron bien porque resultaba fácil de hacer las figuras en este programa.	Actividad 1 Dinamismo
Est.3	A me gustó más la actividad 2 y 3 porque pude comprender mejor las figuras en el espacio tridimensional y, además, a mis compañeros y a mi nos resultó mucho más fácil de construir esas figuras que las primeras, porque al principio no entendíamos como poner los puntos y resultaba muy complicado conectar los puntos... ya después fue que entendimos que debíamos movernos con el celular por el salón para acercarnos más a los puntos y poderlos unir.	Actividad 2 y 3 Comprensión del tema
Est.4	A mí me gustó la actividad uno porque era interesante poner los puntos para crear las figuras, era más entretenido ver como mis compañeros se arrastraban a veces por el salón para unir los puntos y crear el sólido geométrico. Pero las otras dos también estuvieron bien, solo que las hicimos más rápidas porque ya sabíamos cómo usar la aplicación.	Actividad 1 Dinamismo y motivación

Al preguntarle a los estudiantes cual fue la actividad que más les gusto, varios de estos coinciden que la primera actividad (*Tabla 6*), esto es debido a que les incentivó la curiosidad y las ganas de aprender por medio de acciones prácticas que los mantuvieron motivados, lo que fue un agente activo dentro del proceso enseñanza – aprendizaje, creando a su vez un dinamismo en la clase y permitiendo que estos estuviesen más interesados en la clase, perdiendo también esa apatía hacia esta disciplina. Este resultado coincide con los de Gómez et al. (2020) quienes afirman que: “en definitiva, la Realidad Aumentada es un recurso emergente que puede constituir una mejora motivacional en el estudiantado” (p. 44).

Asimismo, los estudiantes manifestaron de igual forma que les gustó la actividad 2 y 3 porque les ayudó a afianzar los conceptos de área y volumen de sólidos y comprenderlos mejor, lo cual está vinculado al objetivo de la clase: llegar a la comprensión del concepto estudiado. Este resultado concuerda con el obtenido por Saldivia et al. (2018) quienes concluyeron que: “se puede favorecer la comprensión del espacio tridimensional al permitir interactuar de otra manera con los conceptos al asociarlos a objetos cotidianos, facilitando así la interpretación geométrica de los mismos y complementando el trabajo algebraico que se realiza usualmente” (p. 318)

Conclusiones

En esta investigación se analizó el efecto del uso de la realidad aumentada en el desarrollo del pensamiento geométrico variacional en estudiantes de bachillerato, evidenciando que los estudiantes asocian el uso de esta herramienta con la palabra clase dinámica, lo que genera en ellos una motivación y disposición para el desarrollo de tal evento académico. Además, se logra comprender que la RA va más allá de una clase dinámica, puesto que los alumnos generan un vínculo entre la teoría y la práctica, visualizando conceptos abstractos a través de objetos virtuales incrustados en un espacio real (ver Figuras 4, 5 y 6) despertando la motivación y la curiosidad.

La RA generó un efecto positivo hacia el desarrollo pedagógico en el proceso de enseñanza – aprendizaje, se observó que la actividad inicial tuvo mayor impacto en relación con las otras actividades, debido a que los alumnos pudieron desarrollar con mayor eficacia los métodos básicos que ayudaron al dominio de las herramientas de la aplicación GeoGebra Calculadora 3D. Por lo que en la actividad inicial se logró despertar la motivación y la participación activa, esto es consecuente con el hecho de que “los estudiantes muy motivados suelen participar de forma activa y espontánea en las actividades y encuentran agradable el proceso de aprendizaje sin esperar recompensas externas” (Castillo et al., 2022, pp.9)

Por último, se recomienda seguir realizando más investigaciones sobre este tema, con el fin de profundizar sobre los efectos del uso de la realidad aumentada en el desarrollo del pensamiento geométrico variacional u otras formas de pensamiento, abordando diferentes niveles educativos y buscando ampliar mucho más la visión de la RA en la educación matemática.



Referencias

- Arellano, A., & Villanueva, B. (2018). *Aplicación móvil de realidad aumentada para apoyar la didáctica de la geometría en nivel básico escolar* [Reporte Técnico de Investigación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez]. <http://erecursos.uacj.mx/handle/20.500.11961/4958>
- Barrios, L., Vargas, J., y Delgado, M. (2021). Las herramientas tecnológicas: ventajas y desventajas en la educación virtual a causa del COVID-19. Código Científico *Revista de Investigación*, 2(2), 44-55. <https://revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/25>
- Campos, G. y Lule, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai VII* (13), 45-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- Castillo, N. (2021). Fenomenología como método de investigación cualitativa: preguntas desde la práctica investigativa. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*, (20), Año 10, 7-18. http://www.relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/fenomenologia_como_metodo
- Castillo, M., Escobar, M., Barragán, R., & Cárdenas, M. (2022). La gamificación como herramienta metodológica en la enseñanza. *Revista polo del conocimiento*, 7(1), 686-701. <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v7i1.3503>
- De La Horra, I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *EDMETIC*, 6(1), 9-22. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5762>
- Gómez, G., Rodríguez, C., y Marín, J. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 15(1), 36-46. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03>
- Gómez, I., Medel, R., & García, R. (2018). Realidad Aumentada como herramienta didáctica en geometría 3D. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4), 1-8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6960469>
- González, J., Bacca, J. y Díez, C. (2021). Creación e implementación de una aplicación móvil con realidad aumentada para la enseñanza de la suma y la resta de polinomios. En E. Serna (Ed.), *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI* (4ª ed., vol. 1, págs. 540-553). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.
- Jaraba, A. (2020). GeoGebra: herramienta didáctica para fortalecer competencias geométricas en Educación Media. *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas*. 105, 165-188.
- Martínez, O., Mejía, E., Ramírez, W., y 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>

- Moreno, E., y Pérez, A. (2017). La realidad aumentada como recurso didáctico para los futuros maestros. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 17(1), 42-59. <https://doi.org/10.30827/eticanet.v17i1.11914>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., y Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis* (5^a ed.). Ediciones de la U.
- Rodríguez, L., Pérez, A., Quero, O., y Rodríguez, N. (2021). Tipos de tareas docentes con GeoGebra en la enseñanza de la Matemática. *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 107, 147-167.
- Saldivia, Á., Gibelli, T., & Sanz, C. (08 al 12 de octubre de 2018). Propuesta pedagógica para la comprensión del espacio tridimensional utilizando realidad aumentada [Presentación de la conferencia]. En *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 310-319. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73133>
- Sambrano, J. (2020). *Métodos de investigación*. Alpha editorial.



Copyright (2022) © Luis Manuel Barrios Soto, Juan Antonio Maradey Coronell y Mercedes Josefina Delgado González



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)