

p-ISSN 1315-4079 Depósito legal pp 199402ZU41
e-ISSN 2731-2429 Depósito legal ZU2021000152

*Esta publicación científica en formato digital es
continuidad de la revista impresa*

Encuentro Educativo

Revista Especializada en Educación



Universidad del Zulia

Facultad de Humanidades y Educación

Centro de Documentación e Investigación Pedagógica

Vol. 30

Nº 1

Enero - Junio

2 0 2 3

Encuentro Educativo

e-ISSN 2731-2429 ~ Depósito legal ZU2021000152
Vol. 30 (1) enero – junio 2023: 103-124

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8105016>

Realidad aumentada en la enseñanza de la geometría: percepción del docente

*Luis Manuel Barrios Soto*¹ y *Mercedes Josefina Delgado González*²

¹*IED Nuevo Bosque. Barranquilla-Colombia.*

²*Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela.*

lmb19@hotmail.com; merdelgon@gmail.com

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

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

Resumen

El uso de herramientas tecnológicas en el ámbito escolar ha sido uno de los aspectos más importantes para desarrollar competencias y transmitir conocimientos en las diferentes ciencias humanas. Asimismo, las matemáticas, en especial la geometría, cuentan con un gran número de materiales virtuales que apoyan los procesos de análisis, interpretación, construcción y resolución de problemas; por esto, algunas aplicaciones brindan a los profesores una gama de estrategias para la enseñanza. Este trabajo tuvo como propósito analizar la percepción del docente desde el uso de la realidad aumentada para la enseñanza de la geometría, tomando aportes de investigaciones como la de Soriano y Jiménez (2023); Barrios, Maradey y Delgado (2022); Rivas, Gétrudix y Gétrudix (2021); Rodríguez et al. (2021); Jaraba (2020). Su metodología se centró en la investigación cualitativa, de tipo descriptivo, aplicando la técnica de análisis de contenido, mediante una entrevista semiestructurada a cuatro profesores de matemáticas residentes en Colombia, Venezuela y Ecuador. Los resultados arrojan que la experiencia docente con la realidad aumentada es positiva, tiene ventajas diversas cuando se aplican estrategias adecuadas y sirve generalmente para estudiar conceptos relacionados, mayormente, con el área y el volumen. La utilización de la tecnología en la enseñanza de la geometría brinda a los maestros espacios de motivación, interés, trabajo colaborativo entre los alumnos, permitiendo el desarrollo de las competencias matemáticas y la visualización de conceptos abstractos virtuales en contextos reales.

Palabras clave: Realidad aumentada; docente; geometría; enseñanza.

Recibido: 06-03-2023 ~ Aceptado: 19-05-2023

Augmented reality in geometry teaching: teacher perception

Abstract

The use of technological tools in the school environment has been one of the most important aspects to develop skills and transmit knowledge in the different human sciences. Likewise, mathematics, especially geometry, has a large number of virtual materials that support the processes of analysis, interpretation, construction and problem solving; For this reason, some applications provide teachers with a range of teaching strategies. The purpose of this work was to analyze the teacher's perception from the use of augmented reality for the teaching of geometry, taking contributions from research such as that of Soriano and Jiménez (2023); Barrios, Maradey and Delgado (2022); Rivas, Gertrudix and Gertrudix (2021); Rodríguez et al. (2021); Jaraba (2020). Its methodology focused on qualitative, descriptive research, applying the content analysis technique, through a semi-structured interview with four mathematics teachers living in Colombia, Venezuela and Ecuador. The results show that the teaching experience with augmented reality is positive, has various advantages when appropriate strategies are applied and is generally used to study concepts related, mainly, to area and volume. The use of technology in the teaching of geometry provides teachers with spaces for motivation, interest and collaborative work among students, allowing the development of mathematical skills and the visualization of virtual abstract concepts in real contexts.

Keywords: Augmented reality; teacher; geometry; teaching.

Introducción

El uso de la tecnología en las instituciones educativas es cada vez más frecuente y son empleadas por los docentes con el fin de potenciar el desarrollo de las competencias de sus alumnos (López et al., 2019). De acuerdo con Fajardo (2020), el uso de las herramientas digitales debe involucrar

actividades que trasciendan más allá del papel y el lápiz, ser capaces de vincular nuevas metodologías y procesos de evaluación coherentes, buscando el aprendizaje como fin y no como una forma de facilitar el trabajo docente.

En el área de matemáticas, así mismo, existen variadas herramientas tecnológicas que facilitan los procesos de

representación y análisis de problemas, permitiendo comprender de manera visual el comportamiento de figuras, funciones, algoritmos, entre otros (Jaraba, 2020; Delgado y Chicaiza, 2022; Barrios, Maradey y Delgado, 2022; Soriano y Jiménez, 2023). Esto concuerda con Barrios y Delgado (2021), donde establecen que al aplicar recursos tecnológicos en el aula se genera mayor comprensión de las temáticas, además, los alumnos tienen a favor aspectos como la corrección inmediata de errores; pueden practicar de manera constante durante la clase; comparar sus trabajos con otros grupos y, realizar procesos matemáticos de manera eficaz.

Una de las aplicaciones digitales que está resultando trascendente en los procesos pedagógicos relacionados con las matemáticas, especialmente en la geometría, es la realidad aumentada o RA (Castro, Delgado y Castro, 2020). Esta herramienta, según Cabero y Puentes (2020), se encontrará con mayor frecuencia en los escenarios educativos, sin importar su modalidad (presencial o distancia), su nivel o la disciplina. Asimismo, George (2020), establece que, al utilizar la RA en la escuela, se notará en los estudiantes un alto grado de aceptación, permitiendo con ello la interacción dinámica con objetos tridimensionales, donde retienen más información y se motivan a realizar las actividades de matemáticas.

Los docentes tienen en cuenta que la tecnología permite adquirir los objetivos curriculares que se tracen dentro de los procesos de enseñanza, ya que el

aprendizaje se convierte en algo más práctico y dinámico dentro del aula de clase, incluso, los maestros consideran la realidad aumentada como un elemento mediador del conocimiento (Soriano y Jiménez, 2023). Sin embargo, se hace necesario preguntarse: ¿qué percepción tienen los docentes de matemáticas sobre la realidad aumentada para enseñar geometría? Para obtener respuestas, se realizó el presente trabajo de investigación, donde se trazó el propósito de analizar la percepción del docente desde el uso de la realidad aumentada para la enseñanza de la geometría.

Fundamentación teórica

La realidad aumentada en la enseñanza de la geometría

La tecnología ha impactado en la educación de manera trascendente, incluso, durante los años 2020 y 2021, donde muchos países tuvieron que implementar una educación a distancia por la pandemia a causa del COVID-19 (CEPAL-UNESCO, 2020). Hoy en día, de regreso a las aulas de clases, los docentes han optado por la utilización de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza, sin importar la asignatura o el nivel educativo, puesto que estas herramientas permiten, según Barrios, Vargas y Delgado (2021), realizar actividades educativas que conlleven acciones más lúdicas, encontrar información de manera rápida, simular laboratorios o entornos de aprendizajes, e incluso, aplicar métodos de evaluación diversos.

Las matemáticas por su parte, se apoya con más frecuencia en las herramientas digitales para la construcción de conocimientos, puesto que, gracias a muchos software o aplicaciones existentes para computadores o móviles, los alumnos pueden desarrollar sus competencias matemáticas (Castro, Delgado y Castro, 2020; Plasencia, 2022; Pinales y Rivadeneira, 2022). En el caso de la geometría, recursos como GeoGebra, ayudan a la representación de funciones y figuras geométricas, según Jaraba (2020), esta herramienta digital favorece la enseñanza y el aprendizaje siempre y cuando sea utilizada adecuadamente. De la misma forma, Rodríguez et al. (2021) resaltan que este asistente digital tiene ventajas en relación con sus funciones, ya que es de fácil portabilidad y tiene acceso libre.

Asimismo, la geometría cuenta con recursos tecnológicos diversos, como lo son: Geometrix, Artric, Fórmulas geométricas, entre otras. Sin embargo, aplicaciones móviles como la realidad aumentada, están llevando el uso de la geometría a otro nivel, ya que, gracias a estas aplicaciones, es posible situar un objeto o elemento virtual dentro de un espacio real con solo poseer un teléfono celular inteligente con cámara. De acuerdo con Barrios, Maradey y Delgado (2022), la utilización de la RA en el aula de clases o en actividades matemáticas (figura 1), despierta en los alumnos la motivación y la disposición para trabajar; igualmente, la RA genera un vínculo teórico-práctico donde se logra realizar la visualización de elementos geométricos abstractos dentro de un espacio real.

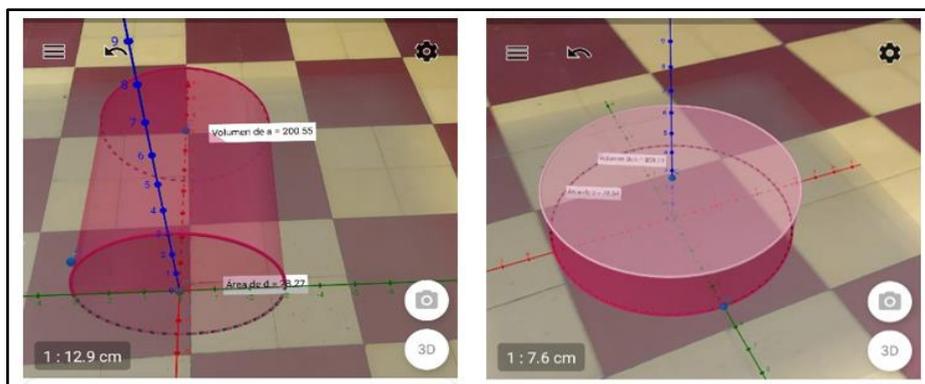


Figura 1. Uso de la realidad aumentada en clase

Fuente: Barrios, Maradey y Delgado (2022)

El vínculo que tiene la RA con la geometría es instantáneo, permitiendo que los alumnos manipulen de forma natural las figuras y trabajen la transición del plano bidimensional al espacio

tridimensional (Gómez, Mendel y García, 2018). En consecuencia, “el uso de la RA como recurso educativo interactivo en dispositivos móviles permite ser utilizado en cualquier lugar y en cual-

quier momento, y posibilita llevar a cabo un aprendizaje experiencial motivador, dado que incorpora elementos virtuales a nuestro entorno real” (Rivas, Gértrudix y Gértrudix, 2021:66).

La RA en la enseñanza de la geometría proporciona a los docentes la implementación de herramientas que despiertan el interés de sus alumnos, facilitando de igual forma, el desarrollo de las competencias matemáticas y digitales. Asimismo, según Soriano y Jiménez (2023), quien enseña debe tener presente que al usar la realidad aumentada se mejora el ambiente escolar y se favorece el cumplimiento de los logros, haciendo que los procesos de enseñanza y aprendizaje sean activos y dinámicos; además, al aplicar la RA el profesor debe promover acciones que conlleven a un aprendizaje basado en lo práctico, partiendo de modelos teóricos.

Metodología

El presente trabajo tuvo enfoque cualitativo, cuyo propósito según Sambrano (2020), fue entender la realidad para poder transformarla, de esta forma, no se cuantifican las respuestas obtenidas, sino que se analiza e interpreta las expresiones del lenguaje de manera profunda, es subjetiva, permite las múltiples interpretaciones del fenómeno, despierta el sentido común y concluye sin necesidad de juicios, involucrando saberes previos, el reconocimiento de las conductas y comportamientos. De la misma forma, este enfoque se centra en una realidad práctica, basada en una

interacción entre investigador y participantes (Ñaupas et al., 2018).

Se optó por una investigación de tipo descriptivo, con el propósito de recopilar información detallada de los sujetos de estudio, por lo que según Ñaupas et al. (2018), establecen que este tipo de indagación sirve para analizar los datos provenientes de las características o propiedades que tengan los objetos, personas, agentes e instituciones dentro de procesos sociales o naturales. También, la investigación descriptiva, según Niño (2019), tiene el propósito de describir la realidad del objeto de estudio, ya sea una parte, sus clases, categorías o las relaciones entre ellas, todo con el fin de aclarar verdades o corroborar hipótesis.

Muestra

En esta investigación se contó con un grupo de cuatro maestros pertenecientes al área de matemáticas, de los países: Colombia, Venezuela y Ecuador, quienes cumplieron las siguientes condiciones: 1) plena disposición para participar en la investigación; 2) son docentes en ejercicios que han utilizado herramientas tecnológicas y la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría y, 3) imparten clases en grados de educación básica y media (bachillerato). Los profesores han sido contactados por medios electrónicos y se les garantizó total privacidad de sus datos personales. A continuación, en el cuadro 1 se describen las características de los sujetos, categorizados por años de experiencia, país de residencia, último título académico y el seudónimo asignado.

Cuadro 1. Categorización de los sujetos de la investigación

Docente	Años de experiencias	País	Título académico	Pseudónimo
1	4 años	Colombia	Especialista	D1
2	30 años	Ecuador	Doctor	D2
3	11 años	Colombia	Magister	D3
4	10 años	Venezuela	Licenciado	D4

Fuente: Elaboración propia (2023)

Técnica e instrumento de recolección de datos

Cómo técnica se utilizó el análisis de contenido, definiéndola según Lissabet (2017) como una forma de recolección, procesamiento e interpretación de información cualitativa. Asimismo, se aplicó una entrevista semiestructurada de cuatro preguntas abiertas (cuadro 2) con el fin de recolectar la información relevante, este instrumen-

to, según Ñaupas et al. (2018), al no ser tan rígido, logra que el investigador pueda hacer preguntas con el fin de generar aclaraciones y, por ende, no existe una predeterminación en las preguntas. De la misma forma, Niño (2019), establece que las entrevistas bien realizadas permiten el análisis de información con mayor facilidad, agilizando los procesos de codificación e interpretación de los datos.

Cuadro 2. Preguntas de la entrevista semiestructurada

#	Pregunta
1	¿Cómo ha sido su experiencia al utilizar la realidad aumentada para enseñar geometría?
2	¿Considera que el uso de la realidad aumentada tiene ventajas para el aprendizaje de la geometría? (Mencione algunas)
3	¿Al usar la realidad aumentada observó dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría? (Mencione algunas)
4	¿Qué temáticas de la geometría, desde su perspectiva, se ven favorecidas para trabajar con la realidad aumentada?

Fuente: Elaboración propia (2023)

Al realizar el proceso de recolección de información de la entrevista semies-

tructurada se aplicó una reducción fenomenológica, mediante el tratamiento

mostrado en la figura 2, ésta es concebida por Castillo (2021), como una forma de comprender los supuestos, las creencias y lo conocimientos a cerca de un fenómeno en particular o de ciertas experiencias. Las preguntas son presentadas junto con las respuestas de cada

docente para realizar un proceso de lectura, interpretación y análisis de la información. Posterior a esto, se escribe la generación de temas, es decir, las ideas centrales que se abordan en cada respuesta según lo que expresa el entrevistado.

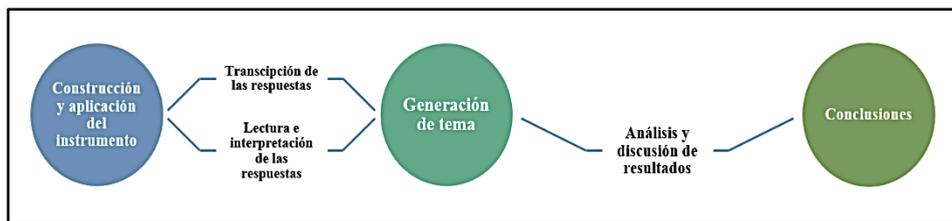


Figura 2. Proceso de tratamiento de la información

Fuente: Elaboración propia (2023)

Resultados y discusión

A continuación, se exponen en el cuadro 3, las diferentes respuestas ob-

tenidas en la pregunta inicial de la entrevista semiestructurada y su respectivo análisis.

Cuadro 3. Respuestas a la pregunta #1

¿Cómo ha sido su experiencia al utilizar la realidad aumentada para enseñar geometría?

Docente	Descripción textual	Generación de tema
D1	<i>Al aplicar la herramienta de realidad aumentada de GeoGebra en estudiantes de octavo grado en una institución educativa privada en la ciudad de Barranquilla, la experiencia fue positiva ya que desde su celular se trabajó la temática de área y volumen de poliedros.</i>	Experiencia positiva o satisfactoria.

D2	<p><i>La realidad aumentada es una tecnología en tres dimensiones o 3D que ha permitido reconocer la estructura y sus componentes de cada figuras geométrica en el espacio, ya que, cuando se enseña la geometría solamente tenemos la capacidad a través de proyecciones o, través de dibujos o gráficos, y hacer la imaginación del estudiante que ahí está una figura en 3D. Lamentablemente eso no ha funcionado por mucho tiempo, ya que, las percepciones o el desarrollo cognitivo de los estudiantes a veces no le permite distinguir aquellos elementos ocultos que están en la figura geométrica en tres dimensiones. Pero, a través de la realidad aumentada usted le permite esa figura ponerle en el espacio y ponerla a mover o trasladarla de tal manera... puede usted... entender, visualizar, comprender, categorizar aquellas estructuras de la figura en general.</i></p>	<p>Experiencia práctica.</p> <p>Métodos de visualización.</p> <p>Desarrollo de competencias.</p>
D3	<p><i>Bueno, cuando utilicé la realidad aumentada tuve una experiencia muy satisfactoria. Generalmente se observa mucho interés de parte de los alumnos y siempre había espacios para interactuar en clase... recuerdo que la idea de la clase era ubicar puntos en el espacio y los alumnos debían, literalmente, moverse por el aula de clases, por eso trabajamos en un espacio abierto para que se pudieran mover libremente con sus celulares. Fue una experiencia muy buena, especial porque ellos mismo solicitaba trabajar con la realidad aumentada de manera más seguida.</i></p>	<p>Experiencia positiva o satisfactoria.</p> <p>Interés en los alumnos.</p> <p>Experiencia práctica.</p>
D4	<p><i>La experiencia de utilizar la realidad aumentada para enseñar geometría puede ser muy enriquecedora y emocionante para los estudiantes. La realidad aumentada les permite interactuar con modelos tridimensionales y visualizar figuras y formas geométricas en un ambiente 3D. Esto hace que el aprendizaje sea más atractivo e interesante, ya que los estudiantes pueden explorar y manipular los objetos virtuales de manera interactiva. Además, la realidad aumentada puede ayudar a los estudiantes a comprender conceptos abstractos de geometría y visualizar mejor cómo se aplican en el mundo real. En general, la realidad aumentada puede hacer que el aprendizaje de geometría sea más divertido, emocionante y efectivo para los estudiantes.</i></p>	<p>Experiencia positiva o satisfactoria.</p> <p>Experiencia práctica.</p> <p>Método de visualización.</p> <p>Motivación en los alumnos.</p>

Fuente: Elaboración propia (2023)

En relación con la primera pregunta, dónde se indagó acerca de la experiencia personal del docente al utilizar la

RA, se logró analizar que estas experiencias han sido satisfactorias, puesto que gracias a esta herramienta se logra

trabajar de manera práctica conceptos que generalmente son vistos de forma abstractas en el aula de clase. Además, se menciona que las clases tienden a ser más llamativas y conllevan a procesos de visualización de figuras; al respecto, D4 expone que la RA hace que “*el aprendizaje sea más atractivo e interesante, ya que los estudiantes pueden explorar y manipular los objetos virtuales de manera interactiva*”.

Asimismo, uno de los aspectos más importantes en la experiencia de los docentes, apunta a que esta herramienta virtual es un elemento favorable para trabajar la geometría, ya que despierta el interés y la motivación, lo que se puede observar en el comentario de D3 cuando explica que “*generalmente se observa mucho interés de parte de los alumnos*”; lo que también concuerda con D4 cuando comenta que “*la realidad aumentada puede hacer que el*

aprendizaje de geometría sea más divertido, emocionante y efectivo para los estudiantes”. Además, entre las experiencias de los docentes, D2 hace referencia a que gracias a la RA “*puede usted... entender, visualizar, comprender, categorizar aquellas estructuras de la figura en general*”.

Todo lo anterior, permite comprender que la RA promueve experiencias satisfactorias, visualización de elementos geométricos dinámicos, motivación, experiencias prácticas y desarrollo de competencias matemáticas, lo que se resume en la figura 3. Además, coincide con Soriano y Jiménez (2023), quienes concluyen que la aplicación de la RA ayuda a los maestros a generar ambientes escolares que son favorables para la experiencia, permitiendo llegar a los logros y mejorando los procesos de enseñanza y aprendizaje.

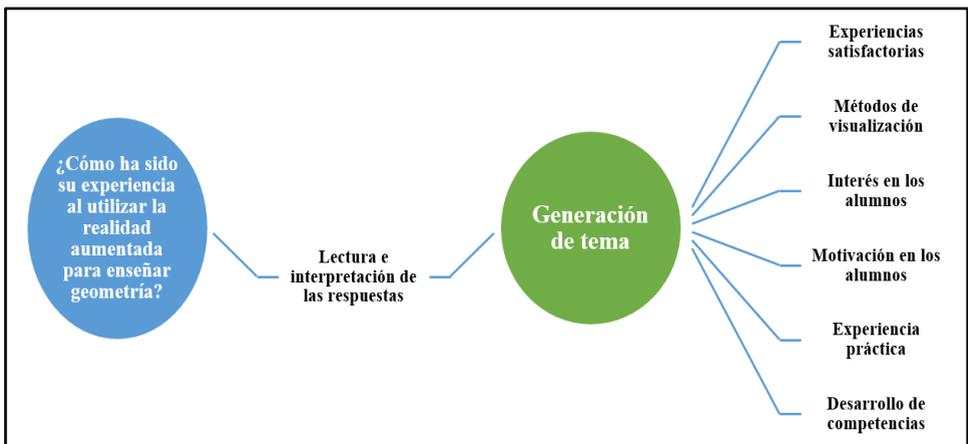


Figura 3. Generación de tema, pregunta #1

Fuente: Elaboración propia (2023)

Cuadro 4. Respuestas a la pregunta #2

¿Considera que el uso de la realidad aumentada tiene ventajas para el aprendizaje de la geometría? (Mencione algunas)		
Docente	Descripción textual	Generación de tema
D1	<i>En el contexto de la enseñanza de la geometría, la realidad aumentada puede utilizarse para ayudar a los estudiantes a visualizar y comprender mejor los conceptos geométricos. Por ejemplo, se puede utilizar la RA para superponer modelos tridimensionales de figuras geométricas en el mundo real, lo que permite a los estudiantes ver cómo se verían estas figuras en la vida real.</i>	Interactividad. Visualización. Manipular elementos.
D2	<i>Primera ventaja, que el estudiante entiende y desarrolla su parte cognitiva, le permite visualizar aquellos elementos que son imposible a veces de entender desde la perspectiva de tres dimensiones. Otra ventaja sería, que a los estudiantes les permite crear y manipular los elementos para poder hacer aquellas figuras necesarias, por ejemplo: triángulos, cubos u otras figuras más.</i>	Desarrollo cognitivo. Visualización. Manipular elementos.
D3	<i>Claro que tiene ventajas. Personalmente considera que entre estas ventajas podemos encontrar aspectos como la motivación por realizar las actividades de la asignatura, hay también mayor tendencia a trabajar en grupos, se puede realizar varias veces la actividad de manera más práctica... los alumnos pueden resolver problemas basados en prueba y error... incluso, corregir los errores y aprovechar el tiempo para proponer otras cosas o actividades en clase.</i>	Motivación al trabajar. Manipular elementos. Corrección de errores. Proponer actividades.

D4	<p><i>Sí, definitivamente creo que el uso de la realidad aumentada tiene muchas ventajas para el aprendizaje de la geometría. Algunas de estas ventajas son: La realidad aumentada permite a los estudiantes interactuar con modelos tridimensionales de objetos geométricos, lo que puede ayudarles a comprender mejor su estructura y forma. La realidad aumentada puede hacer que el aprendizaje de la geometría sea más atractivo y emocionante para los estudiantes, ya que les permite ver y manipular objetos virtuales de manera interactiva. La realidad aumentada puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor cómo se aplican los conceptos de geometría en el mundo real, lo que puede hacer que el aprendizaje sea más significativo y relevante para ellos. La realidad aumentada puede ser utilizada en cualquier lugar y en cualquier momento, lo que puede hacer que el aprendizaje de la geometría sea más flexible y accesible para los estudiantes.</i></p> <p><i>En general, creo que el uso de la realidad aumentada tiene muchas ventajas para el aprendizaje de la geometría, y puede ser una herramienta muy efectiva para ayudar a los estudiantes a comprender mejor esta materia.</i></p>	<p>Interactividad. Atractivo Visual. Visualización. Aplicaciones prácticas. Manipular elementos. Flexibilidad en el uso. Desarrollo cognitivo.</p>
----	--	--

Fuente: Elaboración propia (2023)

De acuerdo con las respuestas a la segunda pregunta relacionada con la existencia de ventajas al utilizar la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría (cuadro 4), todos los docentes respondieron de manera positiva, ya que gracias a esta tecnología los alumnos pueden realizar procesos de manipulación de elementos de forma más dinámica. Lo anterior se puede evidenciar en lo comentado por D4 cuando expresa que “*la realidad aumentada puede hacer que el aprendizaje de la geometría sea más atractivo y emocionante para los estudiantes, ya que les permite ver y manipular objetos virtuales*”; de la misma forma, D2 expone que la RA “*les permite crear y manipular a través de lo sumo respecti-*

vo los elementos para poder hacer aquellas figuras necesarias, por ejemplo: triángulos, cubos u otras figuras más”. Esta manipulación de elementos también ayuda a los alumnos, según D1 a “*superponer modelos tridimensionales de figuras geométricas en el mundo real*”, además, de acuerdo con D3 “*se puede realizar varias veces la actividad de manera más práctica... los alumnos pueden resolver problemas basados en prueba y error*”.

Otros aspectos relacionados con las ventajas de la utilización de la RA, están ligados a la visualización de elementos geométricos y la interacción entre estos, lo cual, según D4 “*permite a los estudiantes interactuar con mode-*

los tridimensionales de objetos geométricos, lo que puede ayudarles a comprender mejor su estructura y forma”. Este aspecto conlleva a mejorar la motivación en las actividades escolares, partiendo del interés y del atractivo visual que, basado en el comentario de D3, ayuda a “aprovechar el tiempo para proponer otras cosas o actividades en clase”.

Todo lo mencionado hasta el momento, concuerda con Rivas, Gétrudix y Gétrudix (2021) cuando exponen que la RA al ser un recurso educativo flexible, posibilita realizar actividades motivadoras donde se envuelve la experiencia con los elementos virtuales en un entorno real. Asimismo, la aplicación de la realidad aumentada dentro de las estrategias del maestro, tienen el fin de mejorar el desarrollo cognitivo, lo que los maestros comentan como, D1: “comprender mejor los conceptos geométricos”; D2: “que el estudiante en-

tiende y desarrolla su parte cognitiva, le permite visualizar aquellos elementos que son imposible a veces de entender”;

D4: “una herramienta muy efectiva para ayudar a los estudiantes a comprender mejor esta materia”.

Por lo anterior, la realidad aumentada facilita al cumplimiento de los logros y, de esta manera, mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Soriano y Jiménez, 2023); además, brinda mayor interactividad con los elementos geométricos, lo que se traduce como un atractivo visual y práctico, cuyo uso flexible favorece al desarrollo cognitivo de los alumnos, resumiéndose en aspectos importantes como se observa en la figura 4. Además, Según Heredia (2022:28), “la Realidad Aumentada aporta en gran medida al docente porque facilita la retroalimentación y el dinamismo de la clase, cumpliendo con los objetivos de aprendizaje que el profesor allá empleado”.

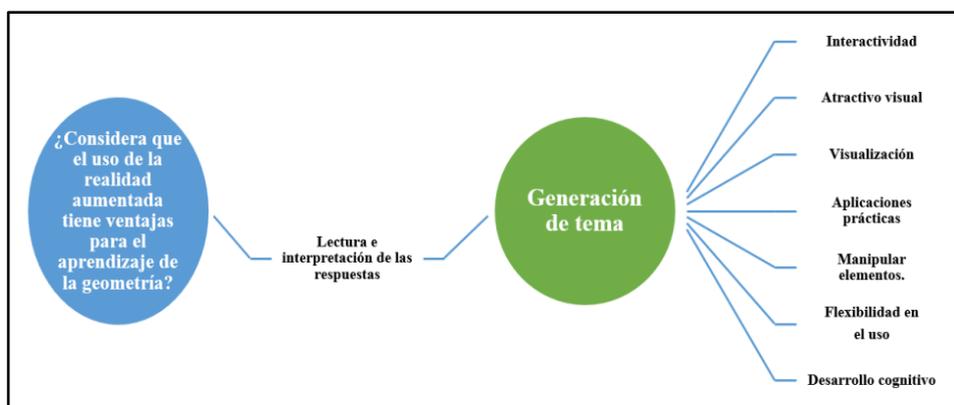


Figura 4. Generación de tema, pregunta #2

Fuente: Elaboración propia (2023)

Cuadro 5. Respuestas a la pregunta #3

¿Al usar la realidad aumentada observó dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría? (Mencione algunas)

Docente	Descripción textual	Generación de tema
D1	<i>Una posible dificultad podría ser la falta de acceso a los dispositivos y herramientas necesarias para utilizar la realidad aumentada en el aula. La necesidad de capacitación para los maestros y estudiantes en el uso de la realidad aumentada y las aplicaciones específicas utilizadas para enseñar geometría. La realidad aumentada podría distraer a los estudiantes o hacer que se centren demasiado en la tecnología en lugar de en los conceptos geométricos que se están enseñando... es importante que los maestros utilicen la realidad aumentada de manera equilibrada, para que los estudiantes puedan obtener una comprensión sólida de los conceptos geométricos y al mismo tiempo aprovechar los beneficios que ofrece la tecnología.</i>	Limitaciones tecnológicas. Falta de conocimiento y capacitación. Distracción en clase.
D2	<i>Las dificultades básicas que se presentaron son: que los estudiantes no saben manejar muy bien las informaciones de software educativos; segundo, que los estudiantes no tienen un sistema adecuado para utilizar las realidades en 3D, de tal manera se permite que desde un principio instalar programa que le permite a usted manipularlo...</i>	Falta de conocimiento y capacitación. Limitaciones tecnológicas.
D3	<i>Si, generalmente en los alumnos que usaban su propio celular en clase. Te explico... muchas veces notaba que cuando estaban realizando sus actividades y se movían por el salón de clases, en medio de la actividad, llegaban a sus celulares notificaciones de otras aplicaciones... generalmente de redes sociales. Entonces, se les llamaba la atención por interrumpir su actividad por estar respondiendo mensajes. De toda manera, esto se solucionó en clases posteriores cuando se establecieron normas de trabajo puntuales... otra dificultad que observé al trabajar con la realidad aumentada fue que no todos los alumnos tenían celulares, así que el trabajo debía ser más grupal que individual.</i>	Distracción en clase. Limitaciones tecnológicas.

D4	<p><i>Se han reportado algunas dificultades potenciales en el uso de la realidad aumentada para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría. Algunas de estas dificultades pueden incluir: La realidad aumentada requiere un hardware y software específicos, y puede haber problemas técnicos que impidan su uso efectivo en el aula. El hardware y software necesarios para la realidad aumentada pueden ser costosos, lo que puede limitar su uso en algunas escuelas y entornos educativos. Utilizar la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría, los maestros y estudiantes pueden necesitar una capacitación especializada, lo que puede ser una barrera para algunos. Aunque la realidad aumentada puede ser muy efectiva en la enseñanza de la geometría, todavía hay algunas limitaciones en la tecnología que pueden limitar su efectividad en algunos casos. En general, aunque la realidad aumentada puede ser una herramienta poderosa para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, es importante reconocer que también puede haber algunas dificultades y desafíos asociados con su uso.</i></p>	<p>Problemas técnicos. Falta de conocimiento y capacitación. Limitaciones tecnológicas. Costos.</p>
----	---	--

Fuente: Elaboración propia (2023)

De acuerdo con las respuestas a la tercera pregunta relacionada con las dificultades que los docentes encontraron durante la aplicación de la RA en la enseñanza de la geometría (cuadro 5), se logra observar que todos coinciden en el aspecto relacionado con la limitación tecnológica. Este factor hace referencia a la escasez de recursos para la utilización de la RA en las clases, D1 comenta que *“una posible dificultad podría ser la falta de acceso a los dispositivos y herramientas necesarias para utilizar la realidad aumentada en el aula”*; D2 sentencia: *“que los estudiantes no tienen un sistema adecuado para utilizar las realidades en 3D”*; D3 expresa que *“otra dificultad que observé al trabajar con la realidad aumentada fue que no todos los alumnos tenían celulares, así que el trabajo debía ser*

más grupal que individual”; D4 precisa diciendo: *“el hardware y software necesarios para la realidad aumentada pueden ser costosos, lo que puede limitar su uso en algunas escuelas y entornos educativos”*.

Es importante destacar que las herramientas tecnológicas son un apoyo indispensable en la educación, ya que posibilitan mejorar el desarrollo cognitivo de los alumnos; sin embargo, no todas las escuelas cuentan con éstas, ya que según Barrios, Vargas y Delgado (2021), una desventaja relacionada con las herramientas tecnológicas es la falta de recursos físicos y también la falta de preparación de los maestros en el empleo de los recursos digitales. Esto último también fue mencionado por los docentes entrevistados, D1 comenta que la dificultad también radica en *“la*

necesidad de capacitación para los maestros y estudiantes en el uso de la realidad aumentada y las aplicaciones específicas utilizadas para enseñar geometría”; mientras que D4 comenta que “los maestros y estudiantes pueden necesitar una capacitación especializada, lo que puede ser una barrera para algunos”. En este sentido, D3 hace referencia a capacitar más a los alumnos, dado “que los estudiantes no saben manejar muy bien las informaciones de software educativos”.

Se analiza también que una de las dificultades más comunes es la distracción al momento de emplear la RA, según D1 “la realidad aumentada podría distraer a los estudiantes o hacer que se centren demasiado en la tecnología en lugar de en los conceptos geométricos que se están enseñando”, asimismo, D3 también expresa que

“muchas veces notaba que cuando estaban realizando sus actividades y se movían por el salón de clases, en medio de la actividad, llegaban a sus celulares notificaciones de otras aplicaciones... generalmente de redes sociales”, lo que permite interpretar que cuando se usa la RA desde el celular personal, los alumnos pueden interrumpir sus actividades escolares o redireccionar su atención a otros asuntos, estos aspectos mencionados se resumen en la figura 5.

Cabe resaltar que, según Heredia (2022), el docente debe tener la capacitación suficiente para aplicar estas herramientas en clases y contar con un teléfono celular inteligente en buenas condiciones para manipular los elementos a través de la RA, asimismo, entender que la RA tiene un fin dentro del conocimiento como elemento mediador.

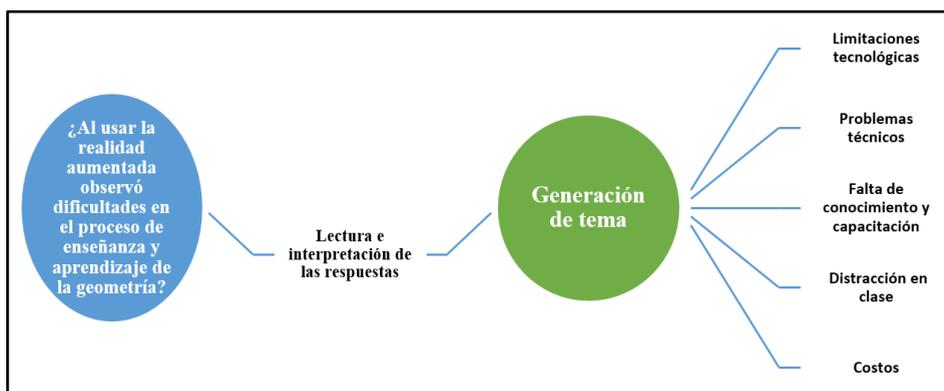


Figura 5. Generación de tema, pregunta #3

Fuente: Elaboración propia (2023)

Cuadro 6. Respuestas a la pregunta #4

Qué temáticas de la geometría, desde su perspectiva, se ven favorecidas para trabajar con la realidad aumentada?

Docente	Descripción textual	Generación de tema
D1	<i>Creo que los temas que se ven más favorecidos son el área y volumen de poliedros.</i>	Áreas y volúmenes.
D2	<i>Temas donde se ve favorecido, es dónde se le aplique, puede ser: desde los principios bases de la geometría, desde las situaciones planas (puntos, los conceptos primitivos, planos, líneas), o aquellos elementos de dos dimensiones. Luego, con la experiencia que uno va adquiriendo, puede utilizarlo en los cálculos, porque una de las bases fundamentales para llegar al cálculo es conocer o reconocer aquellas figuras geométricas, o los componentes que le facilitará conceptos claros desde la estructura misma que presenta a través de la realidad virtual aumentada de los cuerpos geométricos.</i>	Conceptos primitivos. Figuras en 2D. Conceptos del cálculo. Volúmenes.
D3	<i>En cuanto a las temáticas, creo que la ubicación de puntos en el plano o en el espacio, creación de figuras geométricas para trabajar el área y también los volúmenes.</i>	Coordenadas cartesianas. Áreas y volúmenes.
D4	<i>Hay algunas áreas en particular que se ven particularmente favorecidas. La realidad aumentada puede ser muy efectiva para enseñar sobre formas tridimensionales, como cubos, pirámides, esferas y cilindros, ya que permite a los estudiantes interactuar con modelos tridimensionales de estos objetos de una manera más inmersiva. La realidad aumentada puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor las fórmulas y conceptos relacionados con el cálculo de áreas y volúmenes de objetos geométricos, ya que les permite ver estos objetos en 3D y manipularlos para comprender mejor su estructura. La realidad aumentada también puede ser útil para enseñar sobre ángulos y triángulos, ya que permite a los estudiantes visualizar estos objetos y ver cómo se relacionan entre sí. En general, creo que la realidad aumentada puede ser muy efectiva para enseñar sobre una amplia variedad de temas en geometría, y puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor conceptos abstractos y aplicaciones prácticas de esta materia.</i>	Construcción de figuras 3D. Áreas y volúmenes. Ángulos y triángulos.

Fuente: Elaboración propia (2023)

En el cuadro 6, se responde a la última pregunta de la entrevista, relacionada con los temas que más se favorecen al utilizar la RA en la enseñanza de la geometría. En las respuestas obtenidas, todos los docentes coinciden en que las temáticas que se logran favorecer al aplicar la RA son aquellas relacionadas con el área de figuras planas y el volumen de cuerpos geométricos. Al respecto, D1 comenta que *“los temas que se ven más favorecidos son el área y volumen de poliedros”*; D2 indica que *“una de las bases fundamentales para llegar al cálculo es conocer o reconocer aquellas figuras geométricas, o los componentes que le facilitará conceptos claros desde la estructura misma que presenta a través de la realidad virtual aumentada de los cuerpos geométricos”*; D3 sustenta que la RA permite la *“creación de figuras geométricas para trabajar el área y también los volúmenes”* y, D4 expone que *“la realidad aumentada puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor las fórmulas y conceptos relacionados con*

el cálculo de áreas y volúmenes de objetos geométricos”.

Lo anterior concuerda con Gómez, Mendel y García (2018) y con Castro, Delgado y Castro (2020), quienes establecen que la RA genera una conexión instantánea con la geometría, ayudando a manipular elementos de forma natural desde el plano bidimensional al espacio tridimensional, esto se logra gracias a la capacidad que tiene la herramienta virtual para colocar elementos geométricos en el espacio real con solo dar un clic en sus herramientas e incluso manipular o modificar la estructura misma de la figura geométrica. Además, *“mediante la realidad aumentada el mundo virtual se entremezcla con el mundo real, de manera contextualizada, con el objetivo de comprender mejor todo lo que nos rodea simplemente apuntando con un dispositivo móvil”* (Ovalle y Vásquez, 2020:58), esto se puede observar en la figura 6, donde los alumnos utilizan una tableta para estudiar las características de un sólido geométrico virtual, situándolo en un espacio real.



Figura 6. Aplicación de la realidad aumentada

Fuente: Ovalle y Vásquez (2020)

Otras temáticas que se lograron observar en el análisis de la información, fueron: los conceptos primitivos (punto, plano, segmentos, entre otros); la construcción de figuras en 2D como ángulos y triángulos; conceptos geométricos relacionados con el cálculo y el trabajo con coordenadas cartesianas, todas las temáticas mencionadas en las entrevistas a los sujetos de la investigación se resumen en la figura 7. Esto concuerda con la investigación de Ovalle y Vásquez (2020), donde exponen que gracias a la representación de figuras sólidas (o en 3D) en la realidad aumentada, se logró abordar temas como figuras planas y sus elementos, esto permitió

generar estímulos visuales directos que ayudaron a desarrollar las actividades escolares de manera satisfactoria. Asimismo, es importante señalar que los conceptos geométricos pueden ser visualizados desde la aplicación tecnológica dependiendo del objetivo del maestro y de sus estrategias para desarrollar las competencias matemáticas (Barrios, Maradey y Delgado, 2022).

Teniendo en cuenta lo mencionada anteriormente, se hace necesario seguir investigando el impacto que genera la tecnología en la educación y el cómo la RA puede ser una herramienta indispensable para la enseñanza, siendo esta más un recurso que un fin educativo.

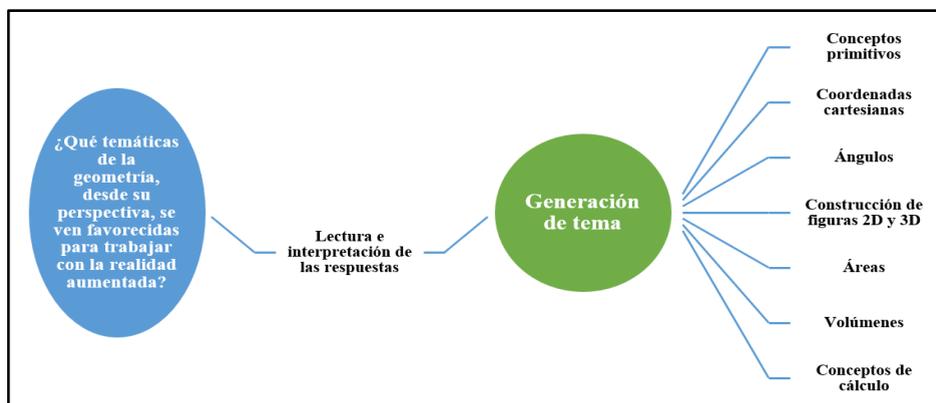


Figura 7. Generación de tema, pregunta #4

Fuente: Elaboración propia (2023)

Conclusiones

El uso de la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría es favorable o positiva, puesto que esta herra-

mienta permite incrementar el interés y la motivación para realizar las actividades que se propongan en la asignatura. La RA ayuda a manipular elementos geométricos que principalmente son

abstractos y ubicarlos dentro de un espacio real por medio de un teléfono celular con cámara, esto ayuda fundamentalmente en el desarrollo cognitivo. También, cuenta con un atractivo visual que despierta el interés de los estudiantes, generando procesos de interacción constante y un manejo flexible, puesto que puede utilizarse en cualquier lugar y momento gracias a su portabilidad.

Según los docentes entrevistados, la RA puede convertirse en un factor distractor en clases, ya que los alumnos se centran en la tecnología en vez del aprendizaje o, por el contrario, tener acceso a otras aplicaciones como las redes sociales, lo que redirecciona el interés en clase. Otros aspectos relacionados con las desventajas de utilizar esta herramienta, se centran en el manejo de recursos tecnológicos como el teléfono celular inteligente, los cuales deben adquirir en ocasiones un software cuyo costo es elevado, llegando a ser contraproducente, puesto que no todos los alumnos cuentan con estos recursos físicos y económicos, especialmente en escuelas públicas; además, se hace necesario que los maestros cuenten con la capacitación necesaria para instruir a los alumnos en este tipo de tecnologías.

La RA puede favorecer un gran rango de temáticas en la geometría, que va desde los conceptos básicos como: punto, plano, segmentos, entre otros; pasando por el área figuras planas y el volumen de cuerpos geométricos, incluso, llegar a estudiar aspectos matemáticos relacionados con el cálculo.

La aplicación de la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría,

conduce a la generación de espacios propicios para el aprendizaje, haciendo que las actividades en la asignatura sean dinámicas y prácticas, lo que se traduce en una ventaja para los procesos pedagógicos que los docentes llevan a cabo y, de esta manera, lograr desarrollar las competencias matemáticas en los alumnos.

Referencias bibliográficas

- Barrios, Luis y Delgado, Mercedes. (2021). Efectos de los recursos tecnológicos en el aprendizaje de las matemáticas. **Revista digital Matemática, Educación e Internet**. Vol. 22, N° 1, pp. 1- 14. Disponible en: https://tecdigital.tec.ac.cr/servicios/revistamatematica/Articulos/RevistaDigital_V22_-n1_2021_Barrios/ Recuperado el 14 de diciembre de 2022.
- Barrios, Luis; Maradey, Juan y Delgado, Mercedes. (2022). Realidad aumentada para el desarrollo del pensamiento geométrico variacional. **Revista Científica UIS-RAEL**. Vol. 9, N° 3, pp. 11-28. Disponible en: <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/599> Recuperado el 20 de febrero de 2023.
- Barrios, Luis; Vargas, Jasson y Delgado, Mercedes. (2021). Las herramientas tecnológicas: ventajas y desventajas en la educación virtual a causa del COVID-19. **Código Científico Revista de Investigación**. Vol. 2, N° 2, pp. 44-55. Dis-

- ponible en: <https://revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/25>. Recuperado el 10 de diciembre de 2022.
- Cabero, Julio y Puentes, Ángel. (2020). La Realidad Aumentada: Tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje. **AULA Revista de Humanidades y Ciencias Sociales**. Vol. 66, N° 2, pp. 35-51. Disponible en <https://revistas.unphu.edu.do/index.php/aula/article/view/138> Recuperado en 17 de octubre de 2022.
- Castillo, Narciso. (2021). Fenomenología como método de investigación cualitativa: preguntas desde la práctica investigativa. **Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social**. Año 10, N° 20, pp. 7-18. Disponible en: http://www.relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/fenomenologia_como_metodo. Recuperado el 20 de noviembre de 2022.
- Castro, Ángel, Delgado, Mercedes y Castro, Roberth. (2020). Aprendizaje de la geometría euclidiana con recursos de la realidad virtual aumentada. **Código Científico. Revista de Investigación**. Vol. 1, N° 2, pp. 57-72. Disponible en: <https://www.revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/9>. Recuperado el 21 de septiembre de 2022.
- CEPAL-UNESCO (2020). **La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. Informe COVID-19**. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Editorial CEPAL, UNESCO, pp. 1-21. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45904>. Recuperado el 23 de octubre de 2022.
- Delgado, José y Chicaiza, Cristian. (2022). Gamificación y herramientas tecnológicas en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**. Vol. 6, N° 6, pp. 262-285. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3485. Recuperado el 07 de febrero de 2023.
- Fajardo, Arnulfo. (2020). Tecnologia e educação matemática em tempos de pandemia. **Olhar De Professor**. Vol. 23, pp. 1-4. Disponible en: <https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/15843>. Recuperado el 14 de octubre de 2022.
- George, Carlos. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. **Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación**. Vol. 58, pp. 143-159. Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/199075>. Recuperado el 12 de septiembre de 2022.
- Gómez, Isidro; Medel, Ricardo y García, Ricardo. (2018). Realidad Aumentada como herramienta didáctica en geometría 3D. **Latin American Journal of Physics**

- Education.** Vol. 12, N° 4, pp.1-8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6960469>. Recuperado el 09 de septiembre de 2022.
- Heredia, Erick. (2022). **Estudio comparativo entre la realidad aumentada y la realidad virtual para la educación como herramienta para la enseñanza en estudiantes de educación básica** (Trabajo de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ciudad de Babahoyo, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/12644>. Recuperado el 14 de febrero del 2023.
- Jaraba, Alirys. (2020). GeoGebra: herramienta didáctica para fortalecer competencias geométricas en Educación Media. **Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas.** Vol. 105, pp. 165-188. Disponible en <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/222720>. Recuperado el 13 de noviembre de 2022.
- Lissabet, José. (2017). Experiencia de la aplicación del método “histórico-lógico” y la técnica cualitativa “análisis de contenido” en una investigación educativa. **Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.** Año V, N° 23, pp. 1-27. Disponible en: <https://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/305>. Recuperado el 16 de septiembre de 2022.
- López, Jesús, Pozo, Santiago, Fuentes, Arturo y López, Juan. (2019). Creación de contenidos y flipped learning: un binomio necesario para la educación del nuevo milenio. **Revista Española de Pedagogía.** Vol. 77, N° 274, pp. 535-555. Disponible en: <https://doi.org/10.22-550/REP77-3-2019-07>. Recuperado el 17 de octubre de 2022.
- Niño, Víctor. (2019). **Metodología de la investigación. Diseño, ejecución e informe.** 2ª edición, Ediciones de la U, Bogotá.
- Ñaupas, Humberto; Valdivia, Marcelino; Palacios, Jesús y Romero, Hugo. (2018). **Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis.** Quinta Edición, Ediciones de la U, Bogotá.
- Ovalle, Shirley y Vásquez, Jemmy. (2020). Realidad aumentada, una herramienta para la motivación en el aprendizaje de la geometría. **Revista Conrado.** Vol. 16, N° 75, pp. 56-60. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v16n75/1990-8644-rc-16-75-56.pdf>. Recuperado el 07 de noviembre de 2022.
- Parrales, Stefany y Rivadeneira, Lucía. (2022). Metodología aula invertida y aprendizaje de destrezas matemáticas en estudiantes de básica superior. **Sinapsis: La revista científica del ITSUP.** Vol. 21, N° 1, pp. 1-10. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8627125>. Recuperado el 19 de febrero de 2023.

- Plasencia, Ángeles. (2022). Aplicación de las actividades del software Scratch en estudiantes de educación básica. **Revista científica Emprendimiento Científico Tecnológico**. N° 3, pp. 1-22. Disponible en: <https://revista.ectperu.org.pe/index.php/ect/article/view/21/22>. Recuperado el 20 de febrero de 2023.
- Rivas, Begoña, Gétrudix, Felipe y Gétrudix, Manuel. (2021). Análisis sistemático sobre el uso de la Realidad Aumentada en Educación Infantil. **Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa**. No. 76, pp. 53-73. Disponible en: <https://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/205>. Recuperado el 15 de enero de 2023.
- Rodríguez, Lissette; Pérez, Anel; Quero, Ortelio y Rodríguez, Neisy. (2021). Tipos de tareas docentes con GeoGebra en la enseñanza de la Matemática. **Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas**. N° 107, pp. 147-167. Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/23598/> Recuperado el 13 de enero de 2023.
- Sambrano, Jazmín. (2020). **Métodos de investigación**. Primera edición, Alpha Editorial, Bogotá.
- Soriano, José y Jiménez, David. (2023). Las ventajas del uso de la realidad aumentada como recurso docente pedagógico. **Revista Innova Educación**. Vol. 5, N° 2, pp. 7-28. Disponible en: <https://www.revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/view/776>. Recuperado el 22 de febrero de 2023.