

UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

FACULTAD DE ARTES LIBERALES Y EDUCACIÓN

INFLUENCIA DE LA REALIDAD AUMENTADA (RA) EN LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE GEOMETRÍA 3D EN LOS ALUMNOS DE BACHILLERATO DEL COLEGIO INTERAMERICANO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL EN EL PERIODO 2025 – 2026

TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: William Polibio Yunda Torres

NOMBRE DEL TUTOR: Isaac Augusto Caicedo Vera, MEE

SAMBORONDÓN, 26 de enero de 2025

Resumen

Éste proyecto analiza la influencia de la realidad aumentada en enseñanza de geometría tridimensional 3D en estudiantes de bachillerato (primero de bachillerato). A través de un diseño mixto que analizaba resultados cualitativos como cuantitativos, se compararon los estudios los resultados académicos de un grupo que utilizó herramienta de realidad aumentada, como GeoGebra 3D, con otro que siguió métodos tradicionales. Los hallazgos revelan mejoras significativas en comprensión espacial, motivación y rendimiento académico en el grupo experimental. Se identificaron fortalezas como la interacción visual y el aprendizaje activo, y las limitaciones relacionadas con el acceso tecnológico y la capacitación docente. La discusión se fundamenta en estudios previos que confirman la efectividad de la RA en contextos educativos. Se concluye que la realidad aumentada representa una herramienta pedagógica innovadora para transformar el aprendizaje de conceptos abstractos y visuales como la geometría espacial y se proponen futuras líneas de investigación sobre su integración curricular.

Palabras clave: Realidad Aumentada, geometría 3D, enseñanza, aprendizaje, tecnología educativa, rendimiento académico.

Abstract

This project analyzes the influence of augmented reality in teaching 3D geometry to high school students (first year of high school). Using a mixed-method design that analyzed both qualitative and quantitative results, the studies compared the academic outcomes of a group that used an augmented reality tool, such as GeoGebra 3D, with another that followed traditional methods. The findings reveal significant improvements in spatial understanding, motivation, and academic performance in the experimental group. Strengths such as visual interaction and active learning were identified, as well as limitations related to technological access and teacher training. The discussion is based on previous studies that confirm the effectiveness of AR in educational contexts. It is concluded that augmented reality represents an innovative pedagogical tool for transforming the learning of abstract and visual concepts such as spatial geometry, and future lines of research on its curricular integration are proposed.

Keywords: Augmented Reality, 3D geometry, teaching, learning, educational technology, academic performance.

Introducción

La enseñanza de una de las áreas de matemáticas como geometría 3D representa un reto para la mayoría de docentes, pues llevar un texto abstracto a una situación real y que el alumno lo asimile es complicado si no se cuenta con las herramientas adecuadas. Recordando claramente que no todos los alumnos tienen esa capacidad visual y espacial (3D) para comprender las explicaciones de estos temas.

Afortunadamente, estamos en una era digital donde nuestros alumnos están constantemente en contacto con la tecnología y, la Realidad Aumentada (RA) puede ser de ayuda para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje ya que proporciona una riqueza visual de imágenes espaciales, que no se consiguen en representaciones estáticas en el papel y, en algunos casos, ni en el espacio físico (Pittalis y Christou, 2010).

Hay algunas definiciones sobre la Realidad Aumentada (RA), la que más se ajusta a lo que hablaremos en esta investigación es que representa objetos virtuales en un espacio real (Azuma, 1997), esto podrá mejorar en los alumnos la capacidad espacial, que es un componente de la inteligencia humana que nos permite formar, reconocer y manipular imágenes, figuras y objetos mentalmente (Arrieta, 2006).

Entonces, nuestro propósito será analizar la problemática para poder medir y analizar de qué manera ayuda esta tecnología a la mejora del aprendizaje y la motivación de los alumnos, realizando test pre y post la muestra de un objeto físico y uno virtual, sabiendo que en el test se representa en 2D los objetos tridimensionales.

Problematización:

Contextualización del problema

La Geometría es una de las ramas de matemáticas que estudia las propiedades y relaciones de las figuras en el plano (2D) y en el espacio (3D). Para Crompton, la geometría es el estudio de las propiedades, relaciones y transformaciones de objetos espaciales en un sistema definido (Crompton, 2018). Así es, que para poder explicar alguna situación geométrica se recurre a objetos que se encuentran en el mundo real, pero no todo es posible, otras veces se hace uso de objetos físicos, materiales didácticos o la imaginación espacial cuando no se tiene a la vista algún objeto geométrico conocido.

Pero, el uso de recursos tecnológicos en la educación está en crecimiento y en los últimos años aparece una herramienta que puede ser de ayuda en la enseñanza de Geometría 3D, esta herramienta es la Realidad virtual, que puede ser de orden interactiva, apareciendo de esta manera la Realidad Aumentada (RA), que permite que el estudiante visualice los objetos tridimensionales al poder girarlos y manipularlos virtualmente en un espacio real (Azuma, 1997).

Para (López Pulido, Hormechea Jiménez, Gonzáles Rodríguez & Camelo Quintero, 2019) en su estudio titulado “Uso de la Realidad Aumentada como estrategia de aprendizaje para la enseñanza de las ciencias Naturales” concluyen que la inclusión de la Realidad Aumentada (RA) como tecnología emergente, se presenta como un instrumento innovador que permite adoptar modelos de aprndizaje constructivistas en

donde la transmisión del conocimiento se presenta al resolver una situación problemática partiendo de un saber adquirido previamente, y, de esta manera la RA permite visibilizar procesos complejos, que bien por su naturaleza científica, no son fáciles de aprender.

Debido a todo esto se hace necesario el abordar el tema desde algunos puntos como son, la preparación docente, el buen uso del recurso tecnológico, las herramientas y la planificación de cada clase con cada tema a enseñar.

Una vez que tenemos entendida la herramienta a usar, se procede a que el estudiante realice lo indicado por el docente para que vaya construyendo su propio conocimiento, puesto que estas disciplinas conllevan un uso más práctico en el aula (Andújar, 2011).

Al hacer uso de la RA en un entorno de aprendizaje, se tratará de mejorar la percepción que tendrán los alumnos con la geometría en entornos reales. Dicha información viene codificada típicamente en forma de imágenes generadas por ordenador y permiten enriquecer la experiencia del usuario en un entorno real (Rovelo, 2012).

La inteligencia espacial abarca conceptos de la percepción espacial, visualización espacial, rotaciones mentales, relaciones espaciales y la orientación espacial, características del ámbito de la geometría, campo educativo que se encarga de mejorar estas habilidades espaciales (Merino, Pino, Meyer, Garrido & Gallardo, 2015)

A pesar de estos beneficios, la implementación de la Realidad Aumentada en la enseñanza de geometría 3D es aún limitada. Las razones incluyen **falta de acceso a la tecnología, escasa capacitación docente y resistencia a innovaciones pedagógicas** (Akcayir, 2017; Chen et al., 2020). Por ello, surge la necesidad de investigar cómo la RA puede influir en la enseñanza-aprendizaje de la Geometría 3D y qué barreras impiden su integración efectiva en el aula.

Técnicas para el Análisis del Problema

Para comprender mejor las causas y efectos del problema planteado, se emplean dos técnicas de análisis: Diagrama de Espina de Pescado y Diagrama de árbol de problemas

Diagrama de Espina de Pescado

Este diagrama permite analizar las principales causas que contribuyen a la dificultad de la enseñanza aprendizaje de la geometría 3D y la implementación de la realidad aumentada en el aula, en este diagrama se detalla las categorías claves del problema.

- Factores metodológicos:
    - Uso predominante de métodos tradicionales (pizarras, libros de texto).
    - Falta de integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza.
    - Dificultad para representar figuras tridimensionales en entornos bidimensionales.

    - Escasez de estrategias pedagógicas para el desarrollo del pensamiento espacial.
    - Enfoque teórico con poca aplicación práctica.
- Factores tecnológicos:
    - Falta de acceso a dispositivos compatibles con realidad aumentada.
    - Insuficiente desarrollo de software educativo en geometría 3D.
    - Infraestructura tecnológica inadecuada e instituciones educativas.
    - Costos elevados de implementación de herramientas de realidad aumentada.
    - Baja conectividad a Internet en algunas zonas.
- Factores docentes:
    - Falta de capacitación en el uso de realidad aumentada en el aula.
    - Resistencia a innovaciones tecnológicas en la enseñanza.
    - Carga laboral elevada que dificultan la adopción de nuevas tecnologías.
    - Escasez de recursos educativos y materiales didácticos con realidad aumentada.
    - Desconocimiento sobre los beneficios del aprendizaje basados en RA.
- Factores estudiantiles
    - Baja motivación hacia la aprendizaje ni geometría 3D.
    - Dificultad en la visualización y manipulación de figuras tridimensionales.
    - Débil desarrollo del pensamiento espacial.
    - Preferencia por métodos pasivos de aprendizaje en lugar de interactivos.
    - Escasa autonomía en el uso de tecnología educativa.

- Factores institucionales
    - Falta de políticas educativas que promuevan el uso de realidad aumentada.
    - Limitada inversión en innovación tecnológica para la enseñanza.
    - Deficiencias en formación de docentes con tecnologías educativas.
    - Falta de evaluación y seguimiento en el impacto del uso de realidad aumentada.
    - Escasa colaboración entre instituciones para compartir experiencias y recursos.

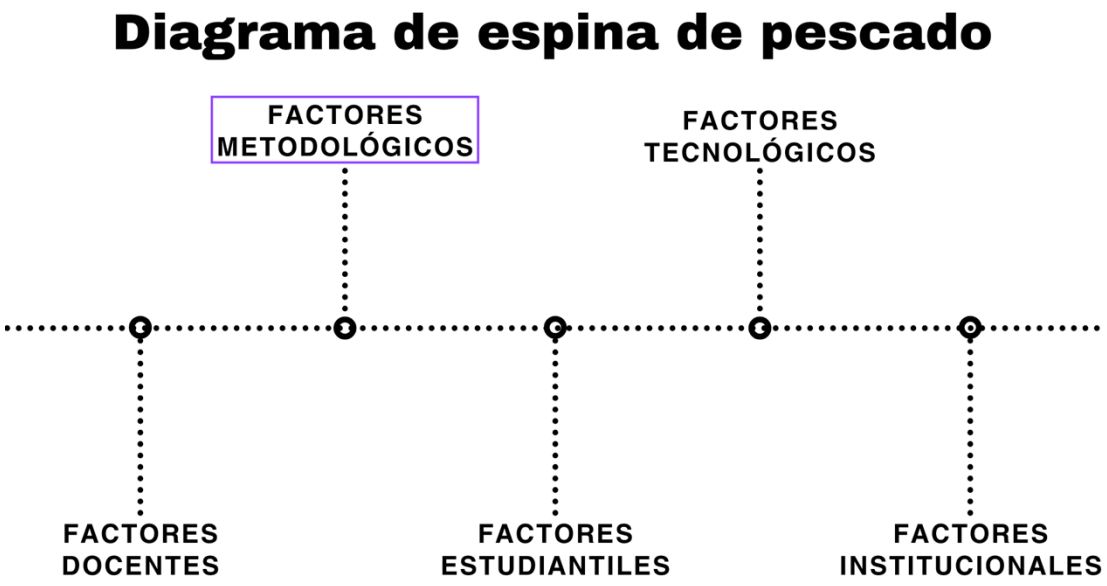


Diagrama de Árbol del problema.

El árbol del problema representa gráficamente las causas y efectos de la limitada implementación de la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría 3D.

Problema Central:

Baja a calidad de la enseñanza aprendizaje de la geometría 3D debido a la limitada implementación de la realidad aumentada.

- Causas principales:
    - Uso de tecnologías tradicionales poco interactivas.
    - Dependencia del material didáctico impreso sin elementos visuales dinámicos.
    - Falta de estrategias para fomentar la exploración de figuras 3D.
    - Evaluaciones centradas en memorización en lugar de comprensión conceptual.
    - Poca aplicación práctica de la geometría en contextos reales.
    - Desconocimiento de plataformas y aplicaciones educativas con realidad aumentada
    - Falta de formación específica de docentes en nuevas tecnologías.
    - Resistencia al cambio y preferencia por métodos tradicionales.
    - Limitado acceso a recursos y tutoriales para integrar realidad aumentada en el aula

- Efectos principales:
    - Bajo rendimiento académica en temas de geometría 3D.
    - Dificultades en la visualización y manipulación de objetos tridimensionales.
    - Menor interés en carreras Steam debido a la falta de comprensión espacial.
    - Débil desarrollo del pensamiento lógico matemático.
    - Frustración y desmotivación al enfrentar problemas geométricos tridimensionales.
    - Dependencia de métodos pasivos que limitan el aprendizaje interactivo.
    - Desactualización de estrategias pedagógicas en el área de geometría.
    - Poca integración de tecnologías educativas en el currículo.
    - Falta de evaluación sobre la efectividad de nuevas estrategias didácticas.

Planteamiento del problema

La enseñanza de la geometría 3D representa un desafío constante en el ámbito educativo, especialmente en los niveles de educación secundaria y superior y la dificultad radica en la abstracción de los conceptos geométricos tridimensionales, lo que limita la capacidad de los estudiantes para visualizar comprender y manipular objetos en el espacio (Battista, 2007; Mason & Sorby, 2018). A pesar de los esfuerzos de los docentes por utilizar representaciones en papel, pizarras y software de modelado, muchos estudiantes continúan presentando dificultades en el desarrollo del pensamiento espacial y la resolución de problemas geométricos (Chen et al., 2020).

En este contexto, la realidad aumentada ha surgido como una tecnología innovadora con el potencial de mejorar la enseñanza y el aprendizaje en diversas áreas del conocimiento, incluyendo la geometría tridimensional. La realidad aumentada permite a los estudiantes interactuar con modelos geométricos virtuales superpuestos en un entorno real, proporcionando una experiencia de aprendizaje más intuitiva y dinámica (Azuma, 1997; Wu et al., 2013). Estudios previos han demostrado que el uso de la realidad aumentada en el aula puede incrementar la motivación, mejorar la comprensión conceptual y fortalecer la capacidad de resolución de problemas espaciales (Bujak et al., 2013; Dunleavy et al., 2009). Sin embargo, a pesar de sus beneficios potenciales, la implementación de esta tecnología en el ámbito educativa sigue siendo limitada debido a factores como la falta de infraestructura, la capacitación docente y la resistencia al cambio en los métodos de enseñanza tradicionales (Akcayir, 2007).

En consecuencia, surge la necesidad de investigar hasta qué punto la realidad aumentada influye en la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje de la geometría 3D y como su implementación puede contribuir a mejorar la comprensión, la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes de colegio.

Preguntas de investigación

Como principal pregunta será: *¿De qué manera influye la Realidad Aumentada en la calidad de la enseñanza-aprendizaje de geometría 3D en los alumnos de bachillerato del colegio Interamericano de Guayaquil en el periodo 2025 – 2026?*

Para poder responder esta pregunta será necesario ir respondiendo algunas de menor profundidad que se derivan de esta, que serían:

1. ¿Cómo influye la realidad aumentada en la comprensión de conceptos de geometría 3D en estudiantes?
2. ¿De qué manera el uso de la realidad aumentada impacta en la motivación y el interés de los estudiantes por la geometría 3D?
3. ¿Cómo afecta la realidad aumentada el desarrollo del pensamiento espacial?
4. Cuáles son los principales obstáculos tecnológicos y pedagógicos que limitan la implementación de la realidad aumentada en la incidencia de geometría 3D.
5. Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes que utilizan realidad aumentada en la enseñanza de geometría 3D en comparación con aquellos que no la utilizan.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la influencia de la Realidad Aumentada en la calidad de la enseñanza-aprendizaje de geometría 3D en los alumnos de bachillerato del colegio Interamericano de Guayaquil en el periodo 2025 – 2026

Objetivos Específicos

1. Evaluar el impacto del uso de la realidad aumentada en la comprensión de los conceptos de geometría 3D mediante pruebas de aprendizaje.
2. Determinar el efecto de la realidad aumentada en la motivación y el interés de los estudiantes por la geometría 3D.
3. Examinar como la realidad aumentada contribuye al desarrollo del pensamiento espacial en los estudiantes.
4. Identificar las principales dificultades y limitaciones que enfrentan los docentes al implementar la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría 3D.
5. Comparar el rendimiento académico entre estudiantes que aprenden geometría 3D con realidad aumentada y aquellos que utilizan los métodos tradicionales.

Hipótesis

Hipótesis Nula (Ho)

La Realidad Aumentada NO influye en la calidad de la enseñanza-aprendizaje de geometría 3D en los alumnos de bachillerato del colegio Interamericano de la ciudad de Guayaquil en el periodo 2025 – 2026.

Hipótesis Alternativa (H1)

La Realidad Aumentada SÍ influye en la calidad de la enseñanza-aprendizaje de geometría 3D en los alumnos de bachillerato del colegio Interamericano de la ciudad de Guayaquil en el periodo 2025 – 2026.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. La Realidad Aumentada en la Educación

La realidad aumentada ha surgido como una tecnología con gran potencial en el ámbito educativo, permitiendo a los estudiantes interactuar con objetivos digitales superpuestos en el mundo real. Azuma (1997) definió la realidad aumentada como una tecnología que combina elementos virtuales con el entorno físico en tiempo real, enriqueciendo la percepción y la interacción con la información. En el ámbito educativo, su implementación ha demostrado mejorar la motivación y la comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes (Dunleavy & Dede, 2014).

La RA se ha utilizado en diversas áreas del conocimiento, como la biología, la historia y la matemática, proporcionando experiencias iinmersivas que facilitan la construcción del conocimiento (Bacca, 2014). Esta tecnología permite transformar los métodos tradicionales de enseñanza, promoviendo un aprendizaje más dinámico, interactivo y visual (Ibañez & Delgado-Kloos, 2018).

2. Aplicación de la Realidad Aumentada en la Enseñanza de Geometría 3D

La enseñanza de geometría tridimensional ha representado un desafío en la educación matemática debido a la dificultad que tienen los estudiantes para visualizar y manipular mentalmente objetivos en tres dimensiones. La realidad aumentada se presenta como una solución efectiva para superar estas limitaciones al permitir la manipulación de figuras geométricas en entornos digitales interactivos (Zhu, Feng, & Dai, 2021).

Díaz et al. (2019) señalan que los estudiantes que aprenden geometría 3D mediante aplicaciones de realidad aumentada desarrolla mejores habilidades espaciales y comprenden con mayor facilidad conceptos como el volumen, la perspectiva y las transformaciones geométricas. Además la RA permite representar estructuras complejas de manera intuitiva, facilitando la identificación de propiedad de geométricas y sus relaciones (Arici, Yildirin, Caliklar, & Yilmaz, 2019).

Investigaciones recientes han demostrado que el uso de la RA en la enseñanza de geometría no sólo mejora la comprensión conceptual, sino que también contribuye a una mayor retención del conocimiento a largo plazo (Chen, Smith, & Ha, 2020). Es un estudio realizado por Akcayir (2017), se evidencia que los estudiantes que usan realidad aumentada en clases de geometría lograron puntajes significativamente más altos en pruebas de valuación en comparación con aquellos que utilizaron métodos tradicionales.

3. Impacto de la Realidad Aumentada en la Motivación y el Aprendizaje.

Uno de los principales beneficios de la realidad aumentada en la educación es su capacidad para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes. La interacción con objetos tridimensionales y la posibilidad de explorar conceptos en un entorno invasivo así que el aprendizaje sea más atractivo y significativo (Ibañez, 2020).

Un metaanálisis realizado por Garson y Acevedo (2019) sobre el uso de la realidad aumentada en educación concluyó que esta tecnología tiene un impacto positivo en la motivación de los estudiantes, ya que genera experiencias de aprendizaje más atractivas y participativas. En el ámbito de la geometría 3D, la posibilidad de manipular y explorar figuras geométricas en tiempo real refuerza la comprensión de los conceptos espaciales y estimula la curiosidad intelectual (Radu, 2014).

Además, estudios han demostrado que la realidad aumentada fomenta el aprendizaje colaborativo, ya que permite a los estudiantes trabajar en equipo para resolver

problemas geométricos y compartir sus descubrimientos en un entorno digital interactivo (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013). Esto se traduce en un aprendizaje más efectivo y en una mayor retención del conocimiento.

4. Desafíos y Limitaciones en la Implementación de la Realidad Aumentada en la Educación.

A pesar de sus múltiples beneficios, la integración de la realidad aumentada en educación enfrenta desafíos que deben ser abordados. Uno de los principales obstáculos es la falta de infraestructura tecnológica en muchas instituciones educativas, ya que la implementación de esta tecnología requiere dispositivos móviles, tabletas o gafas de realidad aumentada, lo que puede suponer un costo elevado (Cheng & Tsai, 2019).

Otro desafío importante es la capacitación docente, pues muchos profesores carecen de la formación necesaria para integrar la realidad aumentada en su metodología de enseñanza (Dünser. Walker, Horner, & Bentall, 2012). La falta de familiaridad con esta tecnología puede limitar su ampliación en el aula y reducir su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

Por último, algunos estudios advierten sobre la posibilidad de una sobrecarga cognitiva, ya que es la combinación de elementos virtuales con la enseñanza tradicional puede generar distracciones o dificultar la asimilación de la información en algunos estudiantes (Parmaxi & Demetriou, 2020). Para mitigar este riesgo se recomienda el

diseño de experiencias de realidad aumentada que sean intuitiva y que complementen, en lugar de reemplazar, los métodos pedagógicos convencionales.

5. Perspectivas Futuras de la Realidad Aumentada en la Educación Matemática.

A medida que la tecnología avanza, se espera que la RA continuar evolucionando y desempeña un papel cada vez más importante en la educación matemática. Investigaciones actuales sugieren que la combinación de la realidad aumentada con otras tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje adaptativo, permitirá desarrollar entornos de aprendizaje más personalizados y efectivos (Dede,Jacobson, & Richards, 2021).

Asimismo, el desarrollo de aplicaciones educativas accesibles y de bajo costo facilitará la adopción de la realidad aumentada instituciones con recursos limitados, ampliando así su impacto en la enseñanza de la geometría y otras áreas del conocimiento (Solak & Cakir, 2015).

En este sentido, es fundamental seguir investigando sobre la efectividad de la realidad aumentada en el aprendizaje de la geometría tridimensional, considerando factores como el nivel cognitivo de los estudiantes, el diseño de las aplicaciones y su integración con el currículo escolar (Garzón, Pavón, & Baldiris, 2019).

ANTECEDENTES

Antecedentes Latinoamericanos e Internacionales

La Realidad aumentada ha sido implementada en diversos estudios educativos a nivel mundial. En la investigación de Wojciechowski y Cellary (2013), se analiza el impacto de la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría tridimensional, demostrando que los estudiantes que utilizan esta tecnología presentan una mejor comprensión espacial en comparación con aquellos que utilizan los métodos tradicionales. Otro estudio realizado por Bacca et al. (2014) revisa diversas aplicaciones de la realidad aumentada en la educación y concluye que mejoran la motivación y el aprendizaje interactivo. En el contexto hispanohablante investigaciones como la de Morales y Ramírez (2019) evidencian que la incorporación de la realidad aumentada en la enseñanza de matemáticas ha facilitado el aprendizaje conceptual de figuras geométricas tridimensionales. El estudio de Gonzáles (2020) destaca la mejora en el rendimiento académico de estudiantes de secundaria mediante el uso de aplicaciones de realidad aumentada en geometría.

La incorporación de tecnologías emergentes en la educación ha sido ampliamente estudiada en las últimas décadas. Entre estas, la realidad aumentada se ha consolidado como una herramienta innovadora que mejoran los procesos de enseñanza aprendizaje en diversas disciplinas, incluyendo la geometría tridimensional.

Según Dunleavy & Dede (2014), proporcionar experiencias inmerecidas que permite a los estudiantes interactuar con modelos tridimensionales en tiempo real,

facilitando la comprensión conceptual y aumentando la motivación. En la misma línea, Wu, Lee, Chang y Liang (2013) afirman que la realidad aumentada fomente el aprendizaje significativo, mejorando la visualización espacial y desarrollo de habilidades cognitivas.

Diversos estudios han examinado el impacto de la realidad aumentada en la educación matemática. Chen, Smith y Ha (2020) encontraron que los estudiantes que utilizaron realidad aumentada para aprender geometría 3D mostraron un 40% de mejora en visualización espacial en comparación con aquellos que usaron métodos tradicionales. Además Akcayir y Akcayir (2017) realizaron una revisión sistemática y concluyeron que la realidad aumentada reduce la carga cognitiva y promueve la autonomía del aprendizaje.

En Latinoamérica, diversas investigaciones han evidenciado el potencial de la realidad aumentada en el aula. Garzón y Acevedo (2019) realizaron un estudio en los colegios colombianos donde la implementación de la regla aumentada en enseñanza de matemáticas aumentó el rendimiento académico en un 25% en comparación con el método tradicional. Estos resultados confirman el valor de la realidad aumentada como estrategia pedagógica para la enseñanza de la geometría tridimensional.

Antecedentes Históricos

La realidad aumentada tiene sus raíces en el desarrollo de la computación gráfica y la inteligencia artificial en la segunda mitad del siglo XX. Iván Sutherlan (1968) diseñó el primer sistema de realidad aumentada con un dispositivo de visualización montado en la cabeza, marcando el inicio de esta tecnología. Posteriormente Azuma (1997) definió la realidad aumentada como la integración de elementos virtuales en un entorno en tiempo real y en tres dimensiones.

En el ámbito educativo, la realidad aumentada comenzó utilizarse a principios de la década de 1990 con aplicaciones limitadas en simulaciones de laboratorio y modelado tridimensional. Sin embargo, con el auge de los dispositivos móviles y el acceso a tecnologías más accesibles, la realidad aumentada ha experimentado un crecimiento significativo en su aplicación en la educación (Bacca, et al., 2014)

En el caso específico de la enseñanza de la geometría, se han desarrollado diversas herramientas que permiten la manipulación de figuras tridimensionales, facilitando el aprendizaje visual y Kinestésico de los estudiantes (Ferrer-Torregrosa, Jiménez, & Torralba, 2015).

Antecedentes Teóricos

Uso de la realidad aumentada en educación está respaldado por diversas teorías del aprendizaje, entre ellas: teoría del constructivismo, aprendizaje significativo y teoría del procesamiento de la información

- *Teoría del Constructivismo.*

El *constructivismo*, propuesto por Jean Piaget (1970) y Lev Vygotsky (1978), sostiene que el conocimiento se construye activamente a través de la interacción del estudiante con su entorno. La realidad aumentada proporciona un entorno interactivo donde los alumnos pueden manipular objetos tridimensionales y explorar conceptos geométricos de manera dinámica, promoviendo un aprendizaje basado en la experiencia (Ibánez & Delgado-Kloos, 2018).

- Aprendizaje Significativo.

Según Ausubel (1963), el aprendizaje es más efectivo cuando los nuevos conocimientos se relacionan con la información previamente adquirida. La realidad aumentada permite esta conexión al súper poner elementos gráficos interactivos en el entorno real, favoreciendo la retención y comprensión de los conceptos matemáticos (Morales & Ramírez, 2019)

- Teoría del Procesamiento de la Información.

Esta teoría, desarrollada por Atkinson y Shiffrin (1968), postula que el aprendizaje ocurre mediante la codificación, almacenamiento y recuperación de la información. La realidad aumentada facilita este proceso al proporcionar representaciones visuales interactivas que estimulan la memoria y el pensamiento crítico de los estudiantes (Wu et al., 2013)

Antecedentes Tecnológicos.

El desarrollo de la realidad aumentada a evolucionado gracias a los avances en dispositivos móviles, software especializado y entornos de programación. Algunos de los desarrollos tecnológicos más importantes incluyen:

- **Dispositivos móviles y tabletas:** aplicaciones como Geogebra AR, Merge Cube y Augment permiten a los estudiantes manipular figuras geométricas en 3D desde sus teléfonos o tabletas (Bacca et al., 2014)
- **Software Educativo:** Herramientas como Unity 3D y ARKit han facilitado la creación de aplicaciones de Realidad Aumentada orientadas a la enseñanza de la Geometría (Billinghurts, Clark, & Lee, 2015).
- **Entornos de Aprendizajes Inmersivos:** la combinación de la realidad aumentada con la realidad virtual ha permitido el desarrollo de aulas virtuales donde los estudiantes pueden interactuar con objetos geométricos en tiempo real (Ferrer-Torregrosa et al., 2015)

Estos avances han permitido que la realidad aumentada sea accesible y aplicable en diversos contextos educativos promoviendo un aprendizaje más visual, interactivo y significativo.

Antecedentes en Proyectos Educativos.

Diversos estudios han analizado el impacto de la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría 3D, demostrando mejoras en la comprensión, motivación y rendimiento académico de los estudiantes.

- **Estudios Internacionales**
    - *Estudio de Radu (2014):* encontró que los estudiantes que usaron realidad aumentada en matemáticas mostraron una mayor participación y comprensión en comparación con aquellos que utilizaron métodos tradicionales.
    - *Investigación de Dunleavy, Dede & Mitchell (2009):* analizó el impacto de la Reloj aumentada en el aprendizaje colaborativo, concluyendo que fomenta la resolución de problemas en equipo.
- **Investigaciones en América Latina**
    - *Morales y Ramírez (2019):* implementaron la realidad aumentada en la enseñanza de geometría en México, obteniendo un aumento significativo en la motivación y comprensión de los estudiantes.
    - *Ferrer-Torregrosa et al. (2015):* En España, demostraron que la realidad aumentada mejora el razonamiento espacial de los alumnos, facilitando la enseñanza de la geometría tridimensional.

MARCO TEÓRICO

Concepto y Evolución de la Realidad Aumentada (RA)

La realidad aumentada es una tecnología que combina el mundo real con elementos virtuales en tiempo real, permitiendo una interacción entre el usuario y los objetos digitales. Según Rodríguez y Ramírez (2019), la realidad aumentada mejora la experiencia educativa al permitir que los estudiantes visualicen y manipulen conceptos abstractos mediante modelos tridimensionales.

Le evolución de la realidad aumentada ha estado marcada por avances tecnológicos que han facilitado su integración en educación. En América latina, países como México, Argentina y Colombia han desarrollado investigaciones sobre el impacto de esta tecnología en la enseñanza (González & Torres, 2021).

Aplicación de la Realidad Aumentada en la Educación.

La realidad aumentada es una tecnología que permite la superposición de elementos virtuales sobre el mundo real en tiempo real (Azuma, 1997). Su aplicación en educación ha mostrado beneficios en la mejora de la experiencia de aprendizaje, especialmente en disciplinas que requieren visualización tridimensional, como la Geometría (Cabero & Barroso, 2016).

Según García et al. (2018), la realidad aumentada facilita el aprendizaje significativo al proporcionar representaciones visuales interactivas que favorecen la comprensión de conceptos abstractos. Además, estudios como el de Ibáñez y Delgado-

Kloos (2018) indican que el uso de la realidad aumentada en educación mejora la retención de conocimientos y la motivación de los estudiantes.

El uso de la realidad aumentada en el aula ha crecido debido a la accesibilidad de dispositivos móviles y aplicaciones educativas. Según Fernández et al. (2020), la realidad aumentada fomenta un aprendizaje interactivo y significativo, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades espaciales y analíticas.

Los estudios de Pérez y García (2018) concluyen que la realidad aumentada promueve un aprendizaje experiencial, donde los estudiantes adquieren conocimientos a través de la exploración e interacción con modelos tridimensionales.

La Geometría 3D y sus desafíos en la Enseñanza.

El aprendizaje de la geometría tridimensional presenta dificultades debido a la abstracción de sus conceptos. En este sentido, la realidad aumentada ha demostrado ser una herramienta eficaz para la visualización de estructuras geométricas. Investigaciones realizadas en Colombia por Ramírez y Vargas (2020) evidencian que el uso de modelos 3D en realidad aumentada mejora la comprensión de los estudiantes.

Según estudio en México (López & Rodríguez, 2021), la implementación de realidad aumentada en la enseñanza de la geometría 3D primitiva una mejora del 35% en el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con los métodos tradicionales.

Beneficios de la Realidad Aumentada en Educación Matemática.

Los beneficios de la realidad aumentada en enseñanza de geometría 3D incluyen:

- *Mejora de la visualización espacial:* Permite representar objetos geométricos tridimensionales de manera interactiva (Pérez et al.,2020).
- *Mayor motivación y compromiso del estudiante:* El aprendizaje se vuelve más dinámico (López & Gómez, 2019).
- *Aprendizaje Activo:* Los estudiantes exploran conceptos geométricos en tiempo real, favoreciendo la comprensión y retención (Ramírez & Vargas, 2020).

Implementación de la realidad aumentada en la educación y sus desafíos.

A pesar de los beneficios, la implementación de la realidad aumentada en la educación presenta ciertos desafíos. Según Bacca et al. (2014), estos incluyen:

- *Limitaciones tecnológicas:* La infraestructura y el acceso a dispositivos adecuados pueden ser barreras para la integración de la realidad aumentada en instituciones educativas.
- *Capacitación docente:* Es necesario que los educadores reciban información para diseñar estrategias didácticas efectivas con realidad aumentada.
- *Resistencia al cambio:* La adopción de nuevas metodologías pueden enfrentar resistencia por parte de docentes y alumnos acostumbrados a métodos tradicionales.

No obstante, estudios como el de la UNESCO (2019) sugieren que, con una planificación adecuada y políticas de inclusión tecnológica, estas dificultades puedan superarse.

Contribución de la Realidad Aumentada el Futuro de la Educación.

La realidad aumentada es una herramienta con un gran potencial para transformar la educación. Su uso en la enseñanza de geometría 3D representa un avance significativo en la mejora de la calidad educativa y en la promoción de nuevas estrategias de aprendizaje. De acuerdo con el Ministerio de Educación de Ecuador, la incorporación de tecnologías emergentes en la educación es una prioridad para garantizar la equidad y la excelencia académica.

Fundamentos Teóricos del Aprendizaje y la Realidad Aumentada.

- *Constructivismo y aprendizaje experiencia.*

  El constructivismo de Piaget (1950) y la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (1984) son fundamentales para comprender el impacto de la realidad aumentada en la educación. Según Piaget, los estudiantes construyen su conocimiento a través de la interacción con el entorno, y la realidad aumentada proporciona en la plataforma donde pueden explorar y manipular objetos virtuales en un contexto real. Kolb, por su parte, sostiene que el

aprendizaje es más efectivo cuando se experimenta directamente, en este sentido, la realidad aumentada facilita experiencias de aprendizaje activo al permitir a los estudiantes interactuar con modelos tridimensionales y simulaciones.

- *Teoría Sociocultural de Vygotski y Zona de Desarrollo Próximo.*

  Vygotski (1978) argumenta que el aprendizaje se produce en el contexto social y cultural, donde la mediación y la interacción con otros juegan un papel crucial. La realidad aumentada fomenta el aprendizaje colaborativo al permitir que los estudiantes trabajen juntos en la resolución de problemas y preparación de conceptos complejos. Además, la realidad aumentada puede actuar como una herramienta de mediación en la Zona de Desarrollo Próximo, donde los docentes pueden guiar a los estudiantes a través de experiencias de aprendizaje aumentadas.

- *Aprendizaje Basado en la Gamificación y Motivación.*

  Según García et al. (2018), la realidad aumentada permite la incorporación de elementos de Gamificación en el aula, lo que aumenta la motivación y el compromiso de los estudiantes. El uso de retos, recompensas y experiencias inmersivas a través de la realidad aumentada ha demostrado mejorar la retención del conocimiento y la participación activa en el proceso de aprendizaje.

MARCO PEDAGÓGICO

1. Fundamentos Pedagógicos de la Realidad Aumentada en la Educación.

La inclusión de la realidad aumentada en el ámbito educativo se basa en múltiples teorías del aprendizaje. Jean Piaget (1950) plantea que el aprendizaje es un proceso activo en el cual los estudiantes construyen su conocimiento a través de la interacción con el entorno. En este sentido, la realidad aumentada potencia esta construcción del conocimiento al permitir una manipulación interactiva de objetos y conceptos en un espacio virtual.

Desde el punto de vista del constructivismo de Vygotsky (1978), la realidad aumentada favorece el aprendizaje social y colaborativo, ya que posibilita que los estudiantes trabajen en equipo para resolver problemas y explorar conceptos geométricos en un ambiente digital invertido. La zona de desarrollo próximo de Vygotsky resalta la importancia de la mediación en la aprendizaje, lo cual es especialmente relevante en el uso de la realidad aumentada, dado que los docentes pueden guiar a los estudiantes en la exploración de modelos tridimensionales y conceptos abstractos.

Kolb (1984) y su teoría del aprendizaje experiencia refuerzan la idea de que el aprendizaje es más efectivo cuando se realiza a través de experiencias concretas. La realidad aumentada ofrece un entorno en el que los estudiantes pueden interactuar directamente con los contenidos, fortaleciendo su comprensión y retención de la información.

2. *Aplicación Didáctica de la Realidad Aumentada en la Geometría 3D.*

La realidad aumentada en la enseñanza de geometría 3D tiene el potencial de transformar la educación tradicional mediante diversas estrategias didácticas.

- Aprendizaje basado en la Exploración.

  Los estudiantes pueden manipular objetos tridimensionales en un entorno aumentado, lo que facilita la comprensión de figuras geométricas, sus propiedades y sus interacciones en el espacio (Cabero &Barroso, 2016). Esto permite un aprendizaje más dinámico y visual, en contraposición a los métodos tradicionales que dependen del dibujo bidimensional.

- Gamificación

  La realidad aumentada facilita la implementación de estrategias de Gamificación en la enseñanza de geometría 3D. Según García et al. (2018), la introducción de elementos de juego en el aula a través de la realidad aumentada incrementa la motivación y el interés de los estudiantes favoreciendo la retención del conocimiento.

- Aprendizaje Autónomo y Personalizado.

  Gracias a la realidad aumentada, los estudiantes pueden acceder a modelos geométricos en cualquier momento y lugar, permitiendo un aprendizaje personalizado y adaptado a su ritmo (Radu, 2014). Esto contribuye a una mayor independencia en el proceso de adquisición del conocimiento.

- Aprendizaje Colaborativo.

  La realidad aumentada permite que los estudiantes trabajen en conjunto en la resolución de problemas geométricos, fomentando habilidades de trabajo en equipo y comunicación (Wu et al, 2013). Las experiencias interactivas fortalecen la colaboración y la co-construcción del conocimiento.

- Desarrollo del Pensamiento Espacial.

  Uno de los principales beneficios de la realidad aumentada en enseñanza de geometría 3D es la mejora del pensamiento espacial de los estudiantes. Según Bacca et al. (2014), los entornos aumentados facilitan la visualización y manipulación de objetos geométricos en un entorno tridimensional, lo que permite una comprensión más profunda de sus características.

3. Desafíos Pedagógicos en la Implementación de la Realidad Aumentada.

Si bien la realidad aumentada ofrece múltiples beneficios en la enseñanza de la geometría 3D, su implementación en el aula presenta desafíos que deben ser abordados para maximizar su efectividad.

- Diseños de Materiales Educativos Adaptados

  El desarrollo de contenido educativo adaptado a la realidad aumentada es fundamental para su integración en enseñanza. Es necesario diseñar materiales que

permitan la interacción y exploración, alineados con los objetivos pedagógicos (Cabero & Barroso, 2016).

- Formación Docente

  Para que la realidad aumentada sea utilizada de manera efectiva en el aula, es imprescindible capacitar a los docentes en su uso y aplicación pedagógica (UNESCO, 2019. La resistencia al cambio metodológico puede hacer un obstáculo, por lo que la formación continua es clave.

- Accesibilidad y Equidad.

  Es importante garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a la tecnología necesaria para utilizar la realidad aumentada en su aprendizaje. La brecha digital sigue siendo un reto en muchas regiones, lo que puede limitar la implementación de estas herramientas. Ministerio de Educación de Ecuador, 2023).

- Evaluación de Impacto Educativo.

  Se deben establecer métodos de valuación que permitan medir el impacto de la realidad aumentada en el aprendizaje de geometría 3D. Esto implica desarrollar instrumentos de valuación adecuados para analizar la mejora en la comprensión y el rendimiento académico de los estudiantes.

- Integración Curricular

  Para que la releo mental tengo un impacto significativo, debe ser integrada dentro del currículo educativo de manera efectiva. Es necesario establecer lineamientos

pedagógicos que permitan su implementación sistemática y alineada con los planes de estudio.

4. *Perspectivas Futuras de la Realidad Aumentada en la Educación.*

El uso de la realidad aumentada en la educación continúa evolucionando y expandiéndose. Según la Unesco (2019), la incorporación de tecnologías emergentes como la realidad aumentada es clave para mejorar la equidad y la calidad de la educación a nivel global. En Ecuador, el Ministerio de Educación (2023) ha enfatizado la necesidad de modernizar los métodos de enseñanza a través de la integración de tecnologías innovadoras.

Los avances en la inteligencia artificial y computación espacial permitirán el desarrollo de experiencias de realidad aumentada aún más avanzadas, con aplicaciones en diversas disciplinas educativas. La realidad aumentada se perfila como una herramienta fundamental para la enseñanza del futuro, permitiendo a los estudiantes aprender de manera más dinámica, interactiva y efectiva.

MARCO LEGAL

1. Constitución de la República del Ecuador.

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece en su artículo 26 que la educación es un derecho fundamental de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado. Este artículo subraya la importancia de la educación como área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantizando la igualdad e inclusión social como condición indispensable para el Buen Vivir.

En el artículo 27 de la misma Constitución dispone que la educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el Marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia. Además, enfatiza que la educación será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez, impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz, y estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar.

2. Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)

La Ley Orgánica de Educación Intercultural, promulgada en 2011 desarrolla los principios constitucionales en materia educativa. En el artículo 2, la LOEI establece que la educación es un proceso de aprendizaje y enseñanza que se desarrolla a lo largo de la vida, y que tiene como finalidad el desarrollo integral de las personas,

contribuyendo a la construcción de una sociedad justa, equitativa, solidaria, democrática, participativa, intercultural y plurinacional.

En el artículo 6 de la LOEI señala que uno de los fines de la educación es promover el desarrollo de competencias, habilidades y destrezas que permitan a las personas integrarse activa y críticamente en la sociedad. En este sentido, la incorporación de tecnologías emergentes, como la realidad aumentada, en la enseñanza de la geometría 3D, se alinean con este fin al facilitar el desarrollo de habilidades espaciales y tecnologías en los estudiantes.

3. Reglamento General a la LOEI

El Reglamento General a la ley orgánica de educación intercultural, emitido en 2012, complementan las disposiciones de la LOEI. En su artículo 4, establece que el sistema nacional de educación promoverá el uso de Tecnologías de la Información y comunicación (TIC) como herramientas pedagógicas que contribuyan al mejoramiento de la calidad educativa y al acceso al conocimiento.

Además, el artículo 10 del reglamento dispone que el Ministerio de Educación fomentará la investigación e innovación educativa, incentivando la incorporación de metodologías y tecnologías que mejoren los procesos de enseñanza aprendizaje. Esto respalda la implementación de herramientas como la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría 3D, promoviendo entornos de aprendizaje más dinámicos e interactivos.

4. Plan Nacional de Desarrollo.

El Plan Nacional de Desarrollo vigente, conocido como “Plan Toda una Vida” (2017–2021), establecen su objetivo cuatro la necesidad de fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía. Dentro de este Marco, se promueve la modernización del sistema educativo mediante la integración de tecnologías emergentes que mejoren la calidad de la educación y preparen a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

5. Políticas del Ministerio de Educación.

El Ministerio de Educación del Ecuador ha implementado diversas iniciativas para incorporar tecnologías emergentes en el ámbito educativo. En 2023, lideró el congreso internacional de tecnologías emergentes y Disruptivas en educación, donde se destacó que en estas tecnologías permiten personalizar la educación, fomentar el aprendizaje interactivo y preparar a los estudiantes para la demanda del futuro laboral.

6. Consideraciones Éticas y de Inclusión.

La implementación de tecnologías emergentes en educación ecuatoriana debe considerar aspectos éticos y de inclusión. La Constitución y la ley orgánica de educación intercultural enfatizan la necesidad de una educación inclusiva y equitativa. Por lo tanto, es fundamental garantizar que todos los estudiantes, independientemente de su contexto socioeconómico, tengan acceso a estas herramientas tecnológicas.

METODOLOGÍA

Objetivo General de la Investigación

Analizar la influencia de la Realidad Aumentada en la calidad de la enseñanza-aprendizaje de geometría 3D en los alumnos de bachillerato del colegio Interamericano de Guayaquil en el periodo 2025 – 2026

Descripción del Método

Con la finalidad de llegar a cumplir el objetivo, se llevará a cabo un procedimiento mixto empleando métodos cuantitativos y cualitativos para una evaluación integral del impacto de la Realidad Aumentada en el aprendizaje de Geometría 3D. esto permitirá obtener una visión más completa de los efectos de la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría 3D. Se utilizarán instrumentos como encuestas, entrevistas y pruebas de rendimiento académico, con el fin de evaluar tanto la percepción de los estudiantes como los resultados medibles de su aprendizaje.

Según Hernández Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), el enfoque mixto "combina la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para alcanzar una mejor comprensión del fenómeno de interés" (p. 534)

Se compararán dos grupos de estudiantes de bachillerato: uno que utilizará la realidad aumentada en sus clases de geometría 3D (Grupo de Control - GC) y otro que recibirá la enseñanza tradicional (Grupo Experimental - GE). Para ambos grupos se mostrarán figuras que no conocen al momento y luego de la enseñanza mediante las

diferentes clases se evaluarán resultados mediante test tipo encuesta y así poder visualizar el impacto de la enseñanza mediante Realidad Aumentada para Geometría.

Tabla 1

Diseño de investigación

Grupos	**Pre-test**	**Clase**	**Post-test**
Control (GC)	C_A	Tradicional	C_D
Experimental (GE)	E_A	Realidad Aumentada	E_D

Nota: C_A = Aplicación del test Antes al grupo de Control, C_D = Aplicación del test Después al grupo de Control, E_A = Aplicación del test Antes al grupo de Experimental, E_D = Aplicación del test Después al grupo de Experimental.

Es importante mencionar que esta clase será puntual para dos días de trabajo con los estudiantes, con la finalidad de no privar a un grupo de estudiantes de una enseñanza diferente a la de otro grupo de estudiantes a lo largo de la unidad de estudio.

Recolección de datos.

La recolección de datos se hará sobre un conjunto de 62 estudiantes matriculados en el primer año de bachillerato. El análisis se hará sobre la población total de alumnos, pero con una diferencia entre la cantidad de alumnos del grupo de control con respecto al grupo experimental, el grupo de control será de 21 alumnos

mientras que el grupo experimental será de 41 alumnos ya que estaban separados en tres grupos de aproximadamente 20 alumnos por cada clase.

Tabla 2

Distribución de la Población de Estudio

Grupos	Clase	Cantidad de Estudiantes
Control (GC)	Tradicional	21
Experimental (GE)	Realidad Aumentada	41

Nota: Elaborada por el autor.

Como se mencionó antes, se laboró un test tipo encuesta donde se mostraba una figura tridimensional impresa en papel y se pedirá reconocer ciertos elementos de esta figura. Luego se hacía un test con una figura diferente y se pedían otros elementos de esta nueva figura y así poder medir la dificultad reconocer los elementos luego de la enseñanza tradicional y la enseñanza con realidad aumentada. También es importante mencionar que dicha enseñanza estaba dentro del plan de estudio para este año lectivo de los estudiantes de acuerdo al currículo que se maneja en la institución.

La aprobación de los test fue autorizada por la jefatura de área de la institución y por los docentes que aplicaron dicha prueba, cada test y clase tuvo una duración de 45 minutos.

Métodos de Análisis de Datos

Con la finalidad de lograr el objetivo, se realizará diferentes métodos de análisis cuantitativos al conjunto de datos obtenidos tales como análisis de frecuencia, estadística descriptiva, prueba de Chi cuadrado.

a) Análisis de frecuencias: es el proceso en el cual se organiza y se compara datos obtenidos que tengan un mismo origen o relación entre ellos.
b) Estadística Descriptiva: esta parte resume los datos obtenidos de manera cuantitativa mostrando valores como media, mediana, moda, Rango de datos, cuartiles, varianza y desviación estándar. Pero para este proyecto se usarán los que beneficien y aporten a la conclusión de las hipótesis.
c) Prueba de Chi cuadrado: esta prueba permite comparar la independencia entre datos que no son numéricos haciendo un análisis de frecuencias, es decir, comparación entre datos cualitativos.

Procedimiento

1. *Planeación*:
    - Sección del grupo experimental y de control.
    - Capacitación básica de los docentes sobre el uso de aplicaciones de realidad aumentada.
2. *Aplicación del Pre-test*
    - Evaluación diagnóstica de conocimientos de geometría 3D, específicamente una figura y elementos de esta figura.
3. Intervención Educativa
    - Grupo experimental: se utilizan algunas aplicaciones móviles de realidad aumentada (como GeoGebra AR) durante las clases prácticas.
    - Grupo de control: se continuará con la metodología tradicional de la enseñanza mediante figuras impresas y pizarra
4. Aplicación del post-test
    - Se realizará al finalizar las dos clases para ambos grupos.
5. Aplicación de encuestas y entrevistas.
    - Recolección de datos sobre percepción, satisfacción y motivación.
6. Análisis de datos
    - Comparación de resultados pre y post intervención.
    - Análisis temático de las entrevistas.

Consideraciones Éticas

- Sentimiento informado de padres, autoridades y estudiantes.
- Anonimato y confidencialidad de la información recolectada.
- Uso de los datos exclusivamente con fines académicos.

Según la asociación americana de psicología (APA, 2020) “es fundamental respetar la privacidad y proteger los datos personales en investigaciones educativas” (p. 19).

A continuación, se muestra el test hecho a los alumnos con la finalidad de obtener resultados para un análisis cuantitativo.

Test – Geometría 3D – 1ero de Bachillerato

Nombre del estudiante: _____ANÓNIIMA _____

Fecha: _____ Curso: _____

Parte 1: Preguntas Conceptuales (Escritas) (5 pts cada ítem)

Instrucciones: Responde con claridad.

1. ¿Qué es una figura tridimensional?

   _____

2. Menciona tres características de un cubo.

   _____

3. ¿Cuál es la diferencia entre un prisma y una pirámide?

   _____

4. Define los siguientes términos:

   a) Cara: _____

   b) Arista: _____

   c) Vértice: _____

5. ¿Qué es un poliedro regular? Da un ejemplo.

   _____

   _____

6. ¿Qué unidades se utilizan comúnmente para medir volumen en geometría 3D?

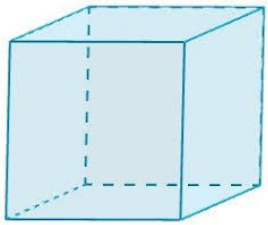
   _____

7. ¿Qué fórmula se utiliza para calcular el volumen de un prisma rectangular?

Parte 2: Identificación Gráfica y Análisis Visual (5 pts cada ítem)

Instrucciones: Observa las figuras y responde.

8. Observa el siguiente cubo:



a) ¿Cuántas caras tiene el cubo? _____

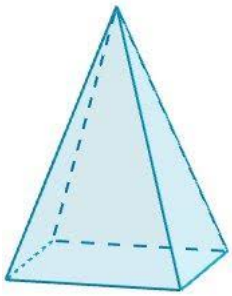
b) .¿Cuántas aristas tiene? _____

c) ¿Cuántos vértices tiene? _____

d) Si cada arista mide 3 cm, ¿cuál es su volumen? _____ cm^3

e) ¿Qué forma tiene la base?

9. Observa esta pirámide cuadrangular:



a) ¿Qué forma tiene la base? _____

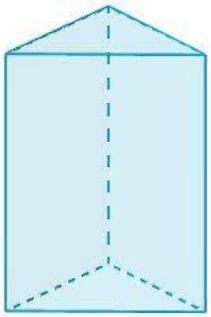
b) ¿Cuántas caras laterales tiene? _____

c) ¿Es un poliedro? ( ) Sí ( ) No

d) En el mismo gráfico, dibuja la altura de una de las caras.

e) ¿Cuántas aristas tiene?

10. Observa este prisma triasngular:



a) ¿Cuántas caras tiene? _____

b) ¿Qué forma tienen las bases? _____

c) ¿Cuál es la diferencia entre las caras laterales y las bases?

_____

d) Dibuja una vista lateral de este prisma.

Parte 3: Nivel de Motivación (sin puntaje)

Del 1 al 5, siendo el 1 el menor puntaje y 5 el mayor, indique su nivel de motivación.

Nivel	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Motivación					

RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO

Para poder hacer el procedimiento se llevó a cabo un test de diagnóstico el cual tenía un puntaje total de 100 puntos, el cual se llevó a cabo antes y después de las clases tanto experimental como tradicional.

Luego de aplicar dicha prueba, se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 3.

Resultados de los test antes y después de las clases

ID	Grupo	Pretest	Motivación Antes	Postest	Motivación Después
1	Experimental	46	5	79	5
2	Experimental	50	3	82	4
3	Experimental	47	2	79	4
4	Experimental	48	2	80	5
5	Experimental	46	2	78	4
6	Experimental	49	3	83	5
7	Experimental	45	2	78	5
8	Experimental	50	3	81	4
9	Experimental	47	2	79	5
10	Experimental	48	2	80	4
11	Experimental	46	3	77	5
12	Experimental	49	2	83	5
13	Experimental	47	4	79	4
14	Experimental	48	4	81	4
15	Experimental	46	5	78	5
16	Experimental	45	5	77	5
17	Experimental	49	5	83	5
18	Experimental	48	4	80	4
19	Experimental	47	4	79	4
20	Experimental	46	5	78	5
21	Experimental	50	4	83	4
22	Experimental	49	2	82	5
23	Experimental	48	3	81	4
24	Experimental	45	2	77	5

25	Experimental	47	2	79	4
26	Experimental	46	3	78	5
27	Experimental	48	2	80	5
28	Experimental	49	2	82	4
29	Experimental	50	3	83	5
30	Experimental	45	3	77	4
31	Experimental	47	5	79	5
32	Experimental	46	4	78	4
33	Experimental	48	5	80	5
34	Experimental	49	2	82	5
35	Experimental	50	3	83	4
36	Experimental	47	3	79	4
37	Experimental	45	2	77	5
38	Experimental	48	2	80	5
39	Experimental	49	2	82	5
40	Experimental	46	3	78	4
41	Experimental	49	2	81	5
42	Control	47	2	58	2
43	Control	49	3	57	2
44	Control	46	2	56	2
45	Control	50	3	61	3
46	Control	47	2	57	2
47	Control	48	2	59	3
48	Control	49	3	60	2
49	Control	45	2	55	2
50	Control	46	2	56	3
51	Control	48	3	58	2
52	Control	50	3	61	3
53	Control	47	2	57	2
54	Control	46	2	56	3
55	Control	45	2	55	2
56	Control	49	3	60	3
57	Control	47	2	57	3
58	Control	48	3	58	3
59	Control	46	2	56	2
60	Control	45	2	55	3
61	Control	47	3	57	2
62	Control	46	2	56	2

Con estos datos obtenidos hacemos un análisis del cambio de resultados antes de la prueba y después de la prueba, empezaremos con la media o también llamado promedio. Otra cantidad que también se obtendrá es el porcentaje de cambio.

Promedio de Datos: para obtener el promedio se usará la siguiente ecuación

$$\tilde{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$$\tilde{x} = \frac{Suma\ de\ todos\ los\ datos}{cantidad\ de\ datos}$$

Porcentaje de datos: Para poder ver el cambio en comparación con el valor inicial es importante este proceso matemático.

$$Porcentaje = \frac{Valor\ Después - Valor\ Antes}{Valor\ Antes} x100\%$$

Realizando el proceso para hallar el promedio de ambos grupos se obtiene lo mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 4

Promedio de calificaciones del Grupo Experimental

	PreTest	PosTest	Diferencia
Calificación	47,5	79,9	+ 32,4
Motivación	3,1	4,6	+ 1,5

Nota: Elaborada por el autor

Como podemos ver, hay un aumento significativo en la calificación, sin embargo, para poder ver la cantidad en relación a su cantidad inicial obtendremos el porcentaje de aumento.

$$Porcentaje = \frac{79{,}9 - 47{,}5}{47{,}5} x100\%$$

$$Porcentaje = 68{,}1\%$$

Este porcentaje es muy alto, representativo significativamente, pero no representa mucho si no es comparado con el cambio en el grupo de control. Otro de los datos obtenidos fue la motivación, también hubo aumento, pero buscaremos el porcentaje para poder ver referente a la cantidad inicial.

Para obtener el porcentaje de motivación, realizaremos el siguiente proceso:

$$Porcentaje = \frac{4{,}6 - 3{,}1}{3{,}1} x100\%$$

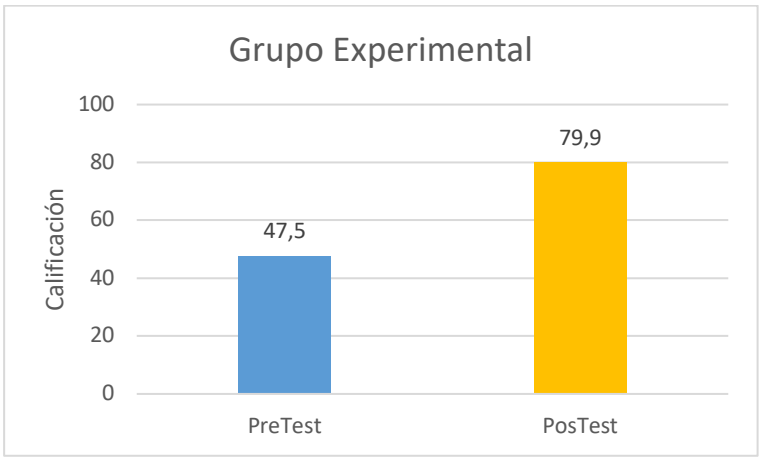
$$Porcentaje = 48{,}4\%$$

Es una cantidad alta, cerca del 50%, pero menor a la del grupo Experimental.

El valor de aumento es grande en ambos datos, pero procederemos a realizar una gráfica para poder visualizar este aumento, sin embargo, es importante recordar que debemos obtener los valores del Grupo de Control para poder ver una comparación de los resultados obtenidos antes y después de los dos tipos de clases, tanto la Tradicional como la Experimental.

Gráfico de datos del Grupo Experimental.

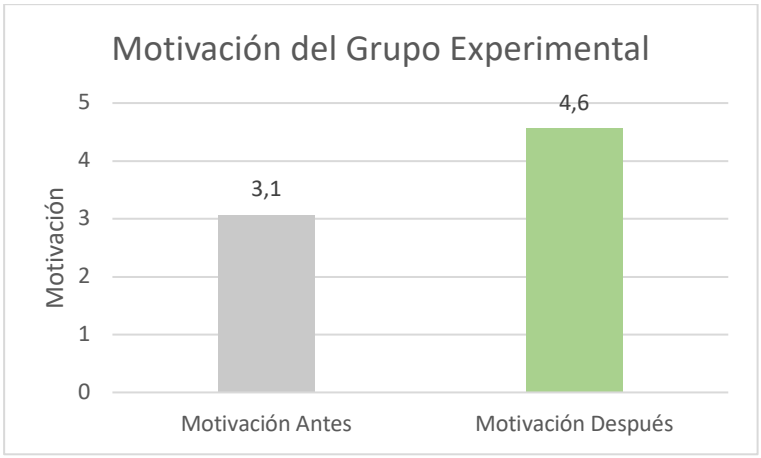
Realizando la gráfica de los datos obtenidos para el Grupo Experimental:



Gráfica 1. Promedio de calificaciones del Grupo Experimental

Aquí se puede visualizar el gran cambio de resultados entre las Calificaciones.

Realizando el gráfico de la motivación.



Gráfica 2. Promedio de Motivación del Grupo Experimental

También se puede observar un aumento considerable entre la motivación.

Promedio de datos del Grupo de Control

Tabla 4

Promedio de Motivación del Grupo de Control

	PreTest	PosTest	Diferencia
Calificación	47,2	57,4	+ 10,2
Motivación	2,4	2,4	0,0

Nota: Elaborada por el autor

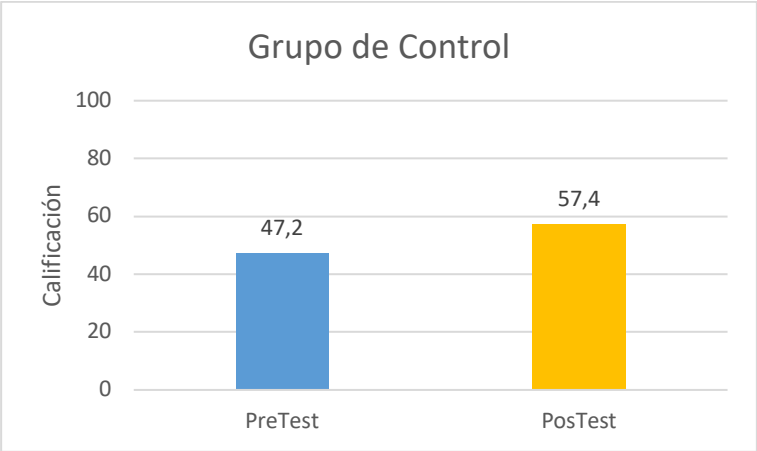
También podemos observar que en las Calificaciones tienen un aumento, pero no en la misma cantidad respecto al cambio del Grupo Experimental, así mismo podemos notar que la motivación no ha sufrido cambio alguno.

Realizaremos el cálculo del porcentaje de este cambio, también se hará el gráfico.

$$Porcentaje = \frac{57{,}4 - 47{,}2}{47{,}2} x100\%$$

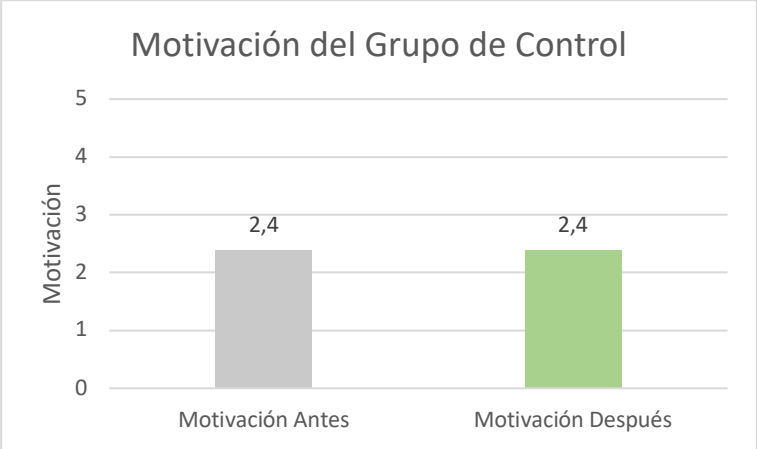
$$Porcentaje = 21{,}6\%$$

Con estos datos realizamos el gráfico de barras para este grupo, obteniendo las siguientes gráficas tanto de la calificación como de la motivación.



Gráfica 3. Promedio de calificaciones del Grupo de Control

Cuando realizamos el gráfico de la motivación, notaremos que debe ser el mismo ya que no había cambio antes y después de las clases, a pesar de que individualmente algunos valores fueron diferentes pero obteniéndose un mismo promedio final.



Gráfica 4. Promedio de Motivación del Grupo de Control.

Como se había mencionado, la altura entre las barras sería la misma ya que no había cambios en la motivación antes y después de las clases.

El Test realizado a la Población de estudiantes no fue la única información obtenida de los estudiantes, también se realizó una encuesta para poder realizar un análisis cualitativo, dicha encuesta se trata sobre la percepción, motivación y evaluación de las clases con Realidad Aumentada, pero se hará únicamente para los alumnos del Grupo Experimental ya que ellos son los que recibieron este tipo de clases.

La hoja de la encuesta se muestra a continuación:

Encuesta – Clases con Realidad Aumentada

Nombre del estudiante: _____ ANÓNIMO _____ Género: _____

Fecha: _____ Curso: _____

Considerando 1 como la nota menos satisfactoria aumentando hasta 5 la más satisfactoria, califique cada una de las siguientes secciones de esta encuesta.

Sección A: Percepción de la Realidad Aumentada

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
A 1	La Realidad Aumentada facilitó mi comprensión de la geometría 3D.					
A 2	Usar Realidad Aumentada fue más efectivo que las clases tradicionales.					
A 3	Pude interactuar fácilmente con los modelos 3D en RA.					
A 4	Me sentí más involucrado(a) en la clase al utilizar RA.					
A 5	La Realidad Aumentada hizo las clases más entretenidas.					

Sección B: Motivación Académica

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
B 1	Sentí mayor interés por aprender geometría gracias a la RA.					
B 2	La RA incrementó mi deseo de participar en clase.					
B 3	Me esforcé más en las actividades cuando se usó RA.					

Sección C: Evaluación Técnica

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
C 1	La aplicación de RA funcionó de manera adecuada.					
C 2	No tuve problemas técnicos al usar la RA.					
C 3	Me resultó fácil aprender a usar la aplicación de RA.					

Sección D: Resultados de Aprendizaje

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
D 1	Aprendí conceptos nuevos de geometría 3D gracias a la RA.					
D 2	Logré visualizar mejor figuras y estructuras tridimensionales.					
D 3	Mi desempeño académico mejoró tras usar RA en las clases.					

Sección Final: Comentario (seleccione solo una opción)

Comentario Final	Selección
Prefiero seguir usando RA en otras materias.	
Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	
Aprendí más rápido usando RA.	
Fue difícil al principio, pero después entendí mejor.	
Me hubiera gustado más variedad de modelos.	

Los resultados de estas encuestas se muestran a continuación.

Tabla 6.

Resultados de la encuesta para el análisis Cualitativo.

ID	Sexo	Comentario	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
1	Femenino	Prefiero seguir usando RA en otras materias.	4	4	5	5	4	3	4	5	4	3	3	4	4	4
2	Masculino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	4	5	5	4	5	4	4	4	4	3	3	4	4	4
3	Femenino	Aprendí más rápido usando RA.	4	4	4	3	3	5	4	4	3	3	5	4	5	3
4	Femenino	Fue difícil al principio, pero después entendí mejor.	4	4	4	4	3	4	4	5	5	4	5	5	5	3
5	Masculino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	5	4	4	3	4	5	5	5	4	3	5	4	4	4
6	Masculino	Aprendí más rápido usando RA.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5
7	Femenino	Prefiero seguir usando RA en otras materias.	4	5	4	4	5	4	4	4	3	3	5	5	5	5
8	Femenino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	3	4	3	3	4	4	3	5	5	3	4	4	4	5
9	Femenino	Prefiero seguir usando RA en otras materias.	5	4	4	4	3	3	3	5	3	3	3	4	5	4
10	Masculino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	4	4	5	4	3	5	4	4	3	4	3	4	5	5
11	Femenino	Fue difícil al principio, pero después entendí mejor.	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	5	4
12	Masculino	Aprendí más rápido usando RA.	5	4	4	4	5	4	5	4	3	3	4	5	5	4
13	Femenino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	4	4	4	3	5	3	4	4	4	3	4	4	4	5
14	Femenino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	5	4	5	4	4	4	3	4	4	2	4	4	4	5
15	Masculino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	4	5	4	5	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4
16	Masculino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	5	4	4	4	3	4	3	3	2	2	4	5	4	5
17	Femenino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	4	4	5	4	4	3	4	4	4	3	4	3	5	4
18	Masculino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	4	5	4	4	5	5	5	4	2	4	3	4	4	4
19	Masculino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	4	5	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	5	4
20	Masculino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	3	4	4	4	4	4	4	3	3	5	3	4	4	4
21	Masculino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	3	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4
22	Masculino	Prefiero seguir usando RA en otras materias.	4	5	4	4	4	4	4	4	5	2	3	5	4	4
23	Masculino	Prefiero seguir usando RA en otras materias.	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
24	Masculino	Fue difícil al principio, pero después entendí mejor.	4	4	3	5	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4
25	Masculino	Aprendí más rápido usando RA.	5	4	5	3	5	5	5	5	5	4	4	5	3	5
26	Masculino	Prefiero seguir usando RA en otras materias.	5	4	4	4	4	3	5	4	3	3	3	5	4	5
27	Masculino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	3	4	4	4	4	5	3	3	4	3	4	5	5	3
28	Femenino	Prefiero seguir usando RA en otras materias.	5	4	4	5	3	4	3	4	5	4	4	4	4	4
29	Femenino	Fue difícil al principio, pero después entendí mejor.	4	5	3	4	4	3	4	4	5	3	2	5	4	4
30	Femenino	Fue difícil al principio, pero después entendí mejor.	5	3	3	5	4	5	5	4	3	2	4	4	4	4
31	Femenino	Aprendí más rápido usando RA.	4	4	4	4	4	3	4	3	4	5	4	4	4	4
32	Femenino	Prefiero seguir usando RA en otras materias.	4	5	4	3	5	5	5	4	4	4	2	5	4	5
33	Masculino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	4	5	5	4	5	3	5	4	4	4	3	5	4	4
34	Femenino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	4	5	5	4	4	5	3	4	5	4	3	5	4	4
35	Masculino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5
36	Femenino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	5	4	5	4	5	4	3	4	4	3	3	4	4	5
37	Masculino	Aprendí más rápido usando RA.	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5
38	Femenino	Aprendí más rápido usando RA.	5	4	4	4	3	3	3	5	3	4	4	4	5	5
39	Masculino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	4	5	4	3	4	4	3	5	5	3	4	5	4	4
40	Masculino	Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	4	4	4	4	4	4	5	4	3	3	4	4	4	5
41	Femenino	Me hubiera gustado más variedad de modelos.	4	5	5	5	3	5	5	4	4	3	4	4	4	4

A pesar que se tiene información sobre el género de los estudiantes, no se realizará un análisis alguno con respecto a esta información ya que no es motivo principal de la encuesta.

Intentando organizar de acuerdo al comentario, vemos la complicación de qué un mismo comentario puede tener diferentes calificaciones, por lo que vamos hacer un resultado promedio de la calificación del comentario y de acuerdo a este número hacer un análisis de cuán satisfactorio se encuentra sobre este ítem la respuesta de los estudiantes.

En relación al comentario se tomará la frecuencia de la selección de cada uno para poder establecer cuál o cuáles son los de mayor recurrencia.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 7.

Estado de los promedios por cada ítem de la encuesta.

Valores Promedio de la encuesta realizada por cada Ítem

Sección A: Percepción de la Realidad Aumentada

Ítem	Afirmación	Promedio
A 1	La Realidad Aumentada facilitó mi comprensión de la geometría 3D.	4,2
A 2	Usar Realidad Aumentada fue más efectivo que las clases tradicionales.	4,3
A 3	Pude interactuar fácilmente con los modelos 3D en RA.	4,1
A 4	Me sentí más involucrado(a) en la clase al utilizar RA.	4,0
A 5	La Realidad Aumentada hizo las clases más entretenidas.	4,0

Sección B: Motivación Académica

Ítem	Afirmación	Promedio
B 1	Sentí mayor interés por aprender geometría gracias a la RA.	4,0
B 2	La RA incrementó mi deseo de participar en clase.	4,0
B 3	Me esforcé más en las actividades cuando se usó RA.	4,1

Sección C: Evaluación Técnica

Ítem	Afirmación	Promedio
C 1	La aplicación de RA funcionó de manera adecuada.	3,8
C 2	No tuve problemas técnicos al usar la RA.	3,4
C 3	Me resultó fácil aprender a usar la aplicación de RA.	3,7

Sección D: Resultados de Aprendizaje

Ítem	Afirmación	Promedio
D 1	Aprendí conceptos nuevos de geometría 3D gracias a la RA.	4,3
D 2	Logré visualizar mejor figuras y estructuras tridimensionales.	4,2
D 3	Mi desempeño académico mejoró tras usar RA en las clases.	4,3

Sección Final: Comentario (seleccione solo una opción)

Comentario Final	Frecuencia
Prefiero seguir usando RA en otras materias.	8
Me gustó mucho interactuar con las figuras 3D.	11
Aprendí más rápido usando RA.	7
Fue difícil al principio, pero después entendí mejor.	5
Me hubiera gustado más variedad de modelos.	10

Nota: Tabla realizada por el autor

Por los resultados obtenidos podemos decir que tres secciones tienen la calificación de cuatro en adelante, siendo esto que cada uno de estos ítems resulta muy satisfactorio y una de las secciones tienen un valor promedio menor a cuatro.

La sección que tuvo las notas más bajas de toda la encuesta fue la sección **C** que se refiere a la Evaluación Técnica, siendo el ítem correspondiente a “no tuve problemas técnicos al usar la RA” el más bajo de todos, indicando que hubo algo de

complicación al usar la realidad aumentada ya sea con los dispositivos o con la aplicación.

Respecto al comentario final el ítem que logró una mayor frecuencia es el referente a “me gustó mucho interactuar con las figuras 3D” y el de menor frecuencia se refiere al que indicaba “fue difícil al principio, pero después entendí mejor”, lo que quiere decir que a pocos alumnos se les complicó el uso o la interpretación en las clases con Realidad Aumentada.

Ahora realizaremos un análisis por sección, hallaremos el promedio y la desviación estándar de cada uno de estos valores, el valor de la desviación estándar es para indicar cuánto es el promedio de diferencia entre cada valor respecto a la media. Esto se hará con la finalidad de indicar el intervalo donde se encuentra en la mayoría de los datos y la dispersión correspondiente en cada sección para poder tener una referencia de cada uno de los resultados sin tener que recurrir a la tabla original de resultados.

La ecuación para la desviación estándar es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \overline{x})^2}{n}}$$

Luego de hacer un cálculo del promedio y la desviación estándar con el documento de Excel se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 7.

Valor del promedio y desviación estándar de la sección de comentarios.

Sección	Promedio	Desviación Estándar	Intervalo de valores
Sección **A**: Percepción de la Realidad Aumentada	4,1	0,6	(3,5 ; 4,7)
Sección **B**: Motivación Académica	4,0	0,7	(3,3 ; 4,7)
Sección **C**: Evaluación Técnica	3,6	0,8	(2,8 ; 4,4)
Sección **D**: Resultados de Aprendizaje	4,3	0,6	(3,7 ; 4,9)

Nota: Elaborada por el autor.

Con esta información podemos deducir que en efecto la sección **C** correspondiente a la Evaluación Técnica es el que tiene el menor promedio y además la mayor desviación estándar, lo que quiere decir que sus datos se encuentran más dispersos con respecto a los otros, siendo el intervalo donde se encontrarán la mayoría de los datos desde 2,8 hasta 4,4 donde el menor valor del intervalo es el más bajo de todos y el mayor valor del intervalo también es el más bajo de todos.

Por otro lado, habíamos mencionado que las otras tres secciones tenía un promedio de cuatro en adelante, sin embargo, no podíamos hacer una deducción de cuál tenía el mejor resultado hasta que no se encontrara la desviación estándar para este conjunto de datos lo cual nos arrojó que la sección **D** correspondiente a resultados de aprendizaje es la que tiene el mayor promedio pero la menor desviación estándar, lo

que quiere decir que los datos se encuentran más agrupados (menos dispersos) alrededor de la media, por esto resulta que el intervalo de los datos se encuentra desde 3,7 hasta 4,9 siendo los más altos de todos los intervalos de las secciones.

Regresando un poco a la tabla cuatro, podemos observar que entre el Grupo Experimental y el Grupo de Control se pueden hacer algunos comentarios respecto a la diferencia de Motivación y la diferencia de Calificación, mostramos primero la tabla del Grupo de Control a continuación:

Tabla 8.

Diferencia de motivación y calificación en el grupo de control.

ID	Grupo	Diferencia de Motivación	Diferencia de Calificación
42	Control	0	11
43	Control	1	8
44	Control	0	10
45	Control	0	11
46	Control	0	10
47	Control	0	11
48	Control	1	11
49	Control	0	10
50	Control	0	10
51	Control	1	10
52	Control	0	11
53	Control	0	10
54	Control	0	10
55	Control	0	10

56	Control	0	11
57	Control	1	10
58	Control	0	10
59	Control	0	10
60	Control	0	10
61	Control	1	10
62	Control	0	10

Nota: Elaborada por el autor

En esta tabla podemos notar que la motivación ha subido 1 punto o 0 puntos luego de la clase tradicional mientras que la diferencia de calificación está entre los 10 y 11 puntos en su mayoría.

Ahora procedemos a mostrar y analizar la tabla del grupo experimental para ver qué cambios ha sufrido respecto a los del grupo de control, de la tabla es la siguiente:

Tabla 8.

Diferencia de motivación y calificación en el grupo Experimental.

ID	Grupo	Diferencia de Motivación	Diferencia de Calificación
1	Experimental	0	33
2	Experimental	1	32
3	Experimental	2	32
4	Experimental	3	32
5	Experimental	2	32
6	Experimental	2	34
7	Experimental	3	33
8	Experimental	1	31
9	Experimental	3	32
10	Experimental	2	32
11	Experimental	2	31

12	Experimental	3	34
13	Experimental	0	32
14	Experimental	0	33
15	Experimental	0	32
16	Experimental	0	32
17	Experimental	0	34
18	Experimental	0	32
19	Experimental	0	32
20	Experimental	0	32
21	Experimental	0	33
22	Experimental	3	33
23	Experimental	1	33
24	Experimental	3	32
25	Experimental	2	32
26	Experimental	2	32
27	Experimental	3	32
28	Experimental	2	33
29	Experimental	2	33
30	Experimental	1	32
31	Experimental	0	32
32	Experimental	0	32
33	Experimental	0	32
34	Experimental	3	33
35	Experimental	1	33
36	Experimental	1	32
37	Experimental	3	32
38	Experimental	3	32
39	Experimental	3	33
40	Experimental	1	32
41	Experimental	3	32

Nota: Elaborada por el autor

Rápidamente podemos notar que la motivación ha subido entre 2 y 3 puntos en su mayoría mientras que la calificación ha subido un valor mayor a 30 puntos, lo cual muestra una significativa diferencia con respecto a lo del grupo de control.

Sin embargo, nuestra hipótesis consiste en determinar el impacto que sufren las clases con realidad aumentada es decir las clases del grupo experimental, por lo que haremos un análisis y ver si existe alguna relación entre la motivación y el aumento de calificación. Literalmente nuestra hipótesis indica lo siguiente:

"La Realidad Aumentada NO influye en la calidad de la enseñanza-aprendizaje de geometría 3D en los alumnos de bachillerato del colegio Interamericano de la ciudad de Guayaquil en el periodo 2025 – 2026"

Entendemos por calidad de enseñanza aprendizaje, a lo que el alumno pueda aprender y cuán motivado se encuentra ante esta metodología de innovación en clases.

Por lo tanto, realizaremos una prueba de Chi cuadrado para comprobar la dependencia entre estas variables, por lo que mostraremos la tabla de frecuencias entre las calificaciones que tiene un aumento de 31 puntos en adelante en relación al aumento de la motivación. La tabla que resume estas frecuencias es la siguiente:

Tabla 9

Frecuencias Observadas

		Aumento de la Motivación				
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos	Total
Aumento de Calificación	31 o 32 puntos	9	5	6	7	27
	33 o 34 puntos	4	2	3	5	14
	Total	13	7	9	12	41

Nota: Tabla elaborada por el autor.

Dado que los valores son obtenidos de un conjunto de datos que son población del estudio, entonces el nivel de significación que usaremos aquí será del 5%.

Éstos son los valores observados de la Tabla 8. Sin embargo, es importante determinar cuáles serían los valores esperados para la clasificación entre motivación y calificación.

El valor esperado para cada uno de los casilleros de la Tabla 9, es determinado mediante la siguiente ecuación:

$$f_{esperada} = \frac{Total_{fila}\ x\ Total_{columna}}{Total}$$

Ejemplo: Si se quiere obtener la frecuencia esperada de alumnos que obtuvieron un aumento en la calificación de 31 o 32 puntos y que el aumento en la motivación haya sido de 3 puntos, se lo obtendría de la siguiente manera:

$$f_e = \frac{27\ x\ 12}{41} = 7{,}9$$

Este valor difiere con el observado que es de 7 puntos pero el esperado es de aproximadamente 8 puntos, realizando este mismo procedimiento para todos los casilleros, se obtiene la siguiente tabla de frecuencias esperadas:

Tabla 10

Frecuencias Esperadas

		Aumento de la Motivación				
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos	Total
Aumento de Calificación	31 o 32 puntos	8,6	4,6	5,9	7,9	27
	33 o 34 puntos	4,4	2,4	3,1	4,1	14
	Total	13	7	9	12	41

Nota: Tabla elaborada por el autor.

Los grados de libertad se obtienen mediante la siguiente ecuación:

$$Grados\ de\ libertad = (filas - 1)(columnas - 1)$$

Para esta tabla que tiene dos filas y cuatro columnas el proceso quedaría de la siguiente manera:

$$Grados\ de\ libertad = (2 - 1)(4 - 1) = 3$$

Los grados de libertad en este caso serían 3, importante para poder determinar el valor de Chi cuadrado crítico y compararlo con el Chi cuadrado estadístico y así poder indicar la independencia entre estas dos características.

El Chi cuadrado crítico se la obtiene de la tabla siguiente usando dos valores importantes como el nivel de significancia y los grados de libertad, este sería el siguiente:

Tabla 11

Distribución de Chi Cuadrado Crítico χ^2

v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99
1	0,3573	0,2750	0,2059	0,1485	0,1015	0,0642	0,0358	0,0158	0,0039	0,0010	0,0002
2	1,1957	1,0217	0,8616	0,7133	0,5754	0,4463	0,3250	0,2107	0,1026	0,0506	0,0201
3	2,1095	1,8692	1,6416	1,4237	1,2125	1,0052	0,7978	0,5844	0,3518	0,2158	0,1148
4	3,0469	2,7528	2,4701	2,1947	1,9226	1,6488	1,3665	1,0636	0,7107	0,4844	0,2971
5	3,9959	3,6555	3,3251	2,9999	2,6746	2,3425	1,9938	1,6103	1,1455	0,8312	0,5543
6	4,9519	4,5702	4,1973	3,8276	3,4546	3,0701	2,6613	2,2041	1,6354	1,2373	0,8721
7	5,9125	5,4932	5,0816	4,6713	4,2549	3,8223	3,3583	2,8331	2,1673	1,6899	1,2390

Fuente: Instituto de Física, Facultad de ciencias. Tabla de chi cuadrado: http://labrad.fisica.edu.uy/docs/tabla_chi_cuadrado.pdf

Esta tabla nos indica en la parte horizontal el porcentaje de acierto en la toma de datos expresado en decimal, mientras que en la parte vertical indican los grados de libertad. Como nuestro nivel de significación fue del 5%, es decir, aceptamos un 5% de error en la toma de datos por este motivo el porcentaje de aciertos es de 95% expresado en decimal es 0, 95.

De acuerdo a esta tabla, el valor crítico de Chi cuadrado es de 0,3518 por lo que ahora corresponde encontrar el valor estadístico de Chi cuadrado que lo obtenemos mediante la siguiente ecuación:

$$\chi^2{}_{estadístico} = \sum \frac{(fe - fo)^2}{fe}$$

Donde *fe* indica frecuencia esperada y *fo* la frecuencia observada.

Luego de hacer este proceso matemático hemos obtenido el valor de Chi cuadrado estadístico de 0,4671.

Este valor de Chi cuadrado estadístico es mayor que el Chi cuadrado crítico, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1) que nos indica que existe una dependencia entre el aumento de la calificación respecto al aumento de la motivación.

Por tal motivo podemos asumir que las clases de geometría dictadas con realidad aumentada provocan un aumento en la calificación mayor al aumento que se obtiene con las clases tradicionales, además que existe un aumento en la motivación que depende del aumento en la calificación.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos invitan a abrir un debate en el mayor uso o la adaptación de este tipo de tecnologías hacia la enseñanza, ya que se convierten en un mecanismo clave para mejorar la motivación, el compromiso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes, especialmente en temas que son de opción abstracta y netamente visual. No sólo en matemática, también en otras materias puede aplicarse el uso de la realidad aumentada, incluso dentro de matemática existen temas que no sería de mucha ayuda la realidad aumentada pero sí otras herramientas de carácter tecnológico.

Una de las principales dificultades en el momento de enseñar geometría 3D es la dificultad que tienen los estudiantes para visualizar elementos de una figura como diagonales, alturas de la figura o de una de sus caras, incluso el poder hacer rotaciones o traslaciones. Según Bujak et al. (2013), la realidad aumentada (RA) "facilita la comprensión espacial al superponer modelos tridimensionales manipulables directamente en el entorno físico del estudiante".

Además, estudios como el de Quintero et al (2019) sostienen que los estudiantes logran un mejor desempeño académico y la retención del conocimiento cuando pueden interactuar activamente con modelos 3D, en lugar de simplemente observarlos de forma pasiva.

La realidad aumentada no solamente mejora en la comprensión de los conceptos, sino que también aumenta la motivación de los estudiantes. En un estudio

con estudiantes de bachillerato, García-Holgado et al. (2020) encontraron que “los estudiantes que utilizaron aplicaciones educativas basadas en realidad aumentada mostraron niveles significativamente más altos de motivación y participación activa en comparación con aquellos que recibieron instrucción tradicional”.

Desde la perspectiva de las teorías de aprendizaje constructivista, el uso de la realidad aumentada permite generar experiencias de aprendizaje más significativas, en las que los estudiantes no sólo observan, sino que construyen su conocimiento mediante la exploración activa (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978).

Pero un estudio en la unidad educativa “El Empalme” (Ecuador), donde se dividió a 42 estudiantes de tercer año de bachillerato en dos grupos: uno experimental que utilizó GeoGebra 3D con realidad aumentada y otro de control con métodos tradicionales. Los resultados mostraron que el grupo experimental obtuvo un promedio de 7,25 mientras que el grupo de control alcanzó 5,60 evidenciando una mejora significativa en la comprensión de geometría espacial (López Chica, 2022).

Entre los resultados más importantes de este proyecto están: la mejora del rendimiento académico, el incremento en la motivación de los estudiantes. Esto es respaldado por Pérez (2021) donde indica que los estudiantes se mostraron más interesados y comprometidos durante las actividades con realidad aumentada.

Sin embargo, existen variables que podrían afectar los resultados, estos se deben a la formación docente que debería capacitarse en diferentes herramientas del uso de realidad aumentada, además del uso de tecnología en educación. Por otro lado,

la planificación de un programa de estudio que incluya un nuevo diseño de actividades a realizar en clase. Según Sua y Gutiérrez (2023) la calidad y relevancia de las tareas diseñadas para utilizar realidad aumentada impactan en los resultados del aprendizaje.

Una de las limitaciones en este estudio es el tamaño de la muestra (población), lo que puede reducir la generalización de los resultados. Otra limitación puede ser el tiempo de estudio que no permitiría observar efectos a largo plazo.

Estudios como el de Gómez-Vargas (2018) también encontraron que la realidad aumentada mejora la enseñanza de la geometría 3D, al permitir una interacción más dinámica con los conceptos. Sin embargo, algunos trabajos señalan que sin una adecuada integración pedagógica, la realidad aumentada por sí sola no garantiza mejoras significativas en el aprendizaje (Sua & Gutiérrez, 2023).

Resumiendo, los resultados obtenidos bajo los contextos que se tuvieron en este proyecto, para futuros proyectos sería importante investigar:

- ¿Cómo afecta el uso prolongado de la en el desarrollo del pensamiento espacial de los estudiantes?
- ¿Cuál es el impacto de la realidad aumentada en estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje o necesidades educativas especiales?
- ¿Qué estrategias de formación docente son más efectivas para la integración de la realidad aumentada en el currículum de matemáticas?

CONCLUSIÓN

Luego de haber realizado la investigación de este proyecto respecto al uso de la realidad aumentada en las clases para geometría 3D se pudo evidenciar algunos aspectos importantes como:

- El uso de la realidad aumentada en clases donde el contenido es de carácter abstracto y visual tiene un impacto positivo ya que mejora el rendimiento académico de los estudiantes.
- Aumenta el interés por estas clases, teniendo una gran motivación al uso de la realidad aumentada ya que se observa una clase diferente, entretenida e innovadora.
- La preparación docente es diferente y muy importante al momento de ejercer este tipo de clases por lo que debería tenerse una mayor preparación para el uso en diferentes temas y en diferentes materias.
- El desempeño académico en las clases experimentales aumentó un 32% mientras que en las clases tradicionales aumentó un 10%, siendo esta una cantidad significativa si sólo consideramos el número de clases, el tema y la cantidad de alumnos del experimento.
- El pensamiento espacial se ve mejorado ya que no sólo podían manipular los elementos de la realidad aumentada, sino que también podían mentalmente visualizar otros objetos tridimensionales y poder anticipar posibles elementos de este nuevo cuerpo geométrico.

Éstos son los principales puntos que hacen que nuestros objetivos se cumplan, sin embargo, es importante acotar lo siguiente:

En este proyecto, los estudiantes del grupo experimental que utilizaron una aplicación de realidad aumentada a las clases de geometría 3D obtuvieron un mejor rendimiento que los alumnos del grupo de control que recibieron las clases tradicionales. Esto respalda lo encontrado por Cheng y Tsai (2013), quienes afirmaron que "la capacidad de los estudiantes para rotar mentalmente y manipular objetos 3D mejora significativamente con el uso de realidad aumentada"

Esta investigación buscaba determinar la influencia del uso de la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría 3D. Los resultados afirmativos respaldan que la realidad aumentada es una herramienta efectiva para este propósito, al facilitar la comprensión y el aprendizaje activo de conceptos geométricos complejos (López Chica, 2022)

Este proyecto puede tener resultados diferentes al de otros, al estar en un contexto educativo diferente y al nivel educativo de los estudiantes, tales como el grado o curso, conocimientos previos, cantidad de alumnos, pueden ser otro de los aspectos que hagan que se obtengan resultados algo diferentes.

Finalmente, este proyecto demuestra que la realidad aumentada es una herramienta poderosa para mejorar la enseñanza de la geometría 3D, así también para mejorar la motivación en los alumnos estudiantes al facilitar la comprensión de conceptos complejos, abstractos y visuales. Su implementación puede transformar las prácticas pedagógica tradicionales y adaptarlas a las necesidades del siglo XXI, puesto que tenemos estudiantes que están en constante contacto con la tecnología y hoy somos más visuales que antes.

Resumiendo todo el proceso que se realizó, otro de los puntos que se puede concluir es que se cumplieron los objetivos, tanto generales como específicos, además de que se evaluó la hipótesis y resultó una dependencia entre la motivación y el rendimiento en los alumnos del grupo experimental que recibieron la clase interactiva con realidad aumentada. El proceso fue evaluado de forma cualitativa como cuantitativa y los resultados son satisfactorios y muy positivos en esta clase experimental cuya línea de investigación está basada en la innovación educativa.

Referencias Bibliográficas

- Andújar, J. M.; Mejías, A.; Márquez, M. A. (2011). Augmented Reality for the Improvement of Remote Laboratories: An Augmented Remote Laboratory. IEEE Transactions on Education, 54 (3), (492-500)
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review, 20*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002
- Arrieta, I. y M. C. Medrano, Un Análisis de la Capacidad Espacial en Estudios de Ingeniería Técnica, PNA, ISSN: 1887-3987, Revista de Investigación en Didáctica de La Matemática, 9(2), 85-106 (2015)
- Asociación Americana de Psicología (APA). (2020). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (7.ª ed.)
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of Learning and Motivation, 2*, 89-195.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Azuma, R. 1997. "A survey on augmented reality." Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6 (4): 355-385.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society, 17*(4), 133-149.

- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human–Computer Interaction, 8*(2-3), 73-272.
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In *F. K. Lester (Ed.), Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 843-908). National Council of Teachers of Mathematics.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education, 68*, 536-544. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.017
- Cabero, J., & Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal), 5(1), 44-50.
- Ferrer-Torregrosa, J., Jiménez, M., & Fernández, M. (2015). Using Augmented Reality to Promote Geometrical Visualization. Journal of Science Education and Technology, 24(5), 756-764.
- García, C., Pérez, A., & Torres, J. (2018). Realidad aumentada y su impacto en la educación. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 17(2), 89-102.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education
- Kerlinger, F. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales*. McGraw-Hill

- Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice Hall.
- López Pulido, C., Hormechea Jiménez, K., González Rodríguez, L., & Camelo Quintero, Y. (2019). Uso de la Realidad Aumentada como estrategia de aprendizaje para la enseñanza de las ciencias naturales. Bogotá: Facultad de Educación. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Merino, C.; Pino, S.; Meyer, E.; Garrido, J.M.; Gallardo, F. "Realidad Aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química". Educación Química, Vol. 26, pp. 94-99, (2015).
- Ministerio de Educación de Ecuador. (2023). Lineamientos para la integración de tecnologías en la educación. Quito, Ecuador.
- Morales, J., & Ramírez, L. (2019). Implementación de la realidad aumentada en la enseñanza de la geometría: Un estudio de caso en México. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 18*(2), 45-61.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Pittalis, M. & Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. *Educational Studies in Mathematics*, *75*(2), 191–212. https://doi.org/10.1007/s10649-010-9251-8
- Rovelo, G. Sistema de ayuda a la enseñanza de geometría basado en Realidad Aumentada. Tesis de Master. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia, España.

- UNESCO. (2019). Technologies in education: Advancing equity and access. Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370939
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities, and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education, 62*, 41-49.
- Instituto de Física, Facultad de ciencias. Tabla de chi cuadrado: http://labrad.fisica.edu.uy/docs/tabla_chi_cuadrado.pdf
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education, 68*, 570-585. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014