



UNIVERSIDAD DE OTAVALO

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

**ANÁLISIS DEL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS, INCORPORANDO
REALIDAD AUMENTADA EN ESTUDIANTES DE DÉCIMO AÑO DE LA
UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO YACHAY**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGISTER EN EDUCACIÓN**

EDGAR MAURICIO ORDEN YAMBAY

TUTOR: PhD. Jesús Francisco González Alonso

OTAVALO, OCTUBRE 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **EDGAR MAURICIO ORDEN YAMBAY**, declaro que este trabajo de titulación: **ANÁLISIS DEL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS, INCORPORANDO REALIDAD AUMENTADA EN ESTUDIANTES DE DÉCIMO AÑO DE LA UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO YACHAY** es de mi total autoría y que no ha sido previamente presentado para grado alguno o calificación profesional. Así mismo declaro que dicho trabajo no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo como autores la responsabilidad ante las reclamaciones que pudieran presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de cualquier responsabilidad al respecto.

Que de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social, conocimientos, creatividad e innovación, concedo a favor de la Universidad de Otavalo licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, conservando a mi/ nuestro favor los derechos de autoría según lo establece la normativa de referencia.

Se autoriza además a la Universidad de Otavalo para la digitalización de este trabajo y posterior publicación en el repositorio digital de la institución, de acuerdo a lo establecido en el artículo 144 de la ley Orgánica de Educación Superior. Por lo anteriormente declarado, la Universidad de Otavalo puede hacer uso de los derechos correspondientes otorgados, por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



EDGAR MAURICIO ORDEN YAMBAY

C.I. 100251491-5

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el trabajo de investigación titulado “Análisis del aprendizaje de matemáticas, incorporando Realidad Aumentada en estudiantes de décimo año de la Unidad Educativa del Milenio Yachay” bajo mi dirección y supervisión, para aspirar al título de Magister en Educación, del estudiante Edgar Mauricio Orden Yambay, cumple con las condiciones requeridas por el programa de maestría.

En Otavalo, a los 07 días del mes de octubre de 2021.



Tutor del Trabajo de Titulación
PhD. Jesús Francisco González Alonso
CC.: 175700853-5

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a
Dios, mi fuente de inspiración, sabiduría,
y comprensión.

A mi amada esposa, quien me ha
apoyado durante todo este proceso y cuyo
aliento se ha asegurado de que dé todo lo
que sea necesario para terminar lo que
comencé.

A mis hijos, fuente de inspiración para
perseguir mis sueños.

A todos quienes me apoyaron.

Gracias

Mauricio

RESUMEN

La evolución constante de las Tecnologías de la Información y Comunicación impulsó el desarrollo de nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje que se basan en combinar la realidad y la tecnología con las necesidades educativas del estudiante del siglo XXI. La conjugación de la tecnología de realidad aumentada con el ámbito educativo permite poner en marcha una variedad de aplicaciones automatizadas que mejoran la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje resultando más atractivo para el estudiante ya que enlaza mundos físicos y virtuales en un mismo ambiente de carácter interactivo.

Este trabajo consistió en analizar la incorporación de la realidad aumentada en estudiantes de décimo año de educación general básica, para lo cual, en primer lugar, se llevó a cabo una investigación bibliográfica que permitió conocer la situación actual de la población estudiada, seguidamente se realizó la investigación de campo que se fundamentó en cuatro fases: recolección de datos, procesamiento, presentación y análisis de la información. Los resultados arrojaron que los estudiantes a los que se les aplicó la realidad aumentada mostraron mejores resultados de conocimiento y actitud frente a aquellos que trabajaron bajo el modelo educativo tradicional.

De esta manera se pudo demostrar que la realidad aumentada aporta notablemente a la mejora del modelo educativo tradicional puesto que transforma por completo la experiencia de aprendizaje del estudiante, sumergiéndolo en un ambiente inmersivo con grandiosas experiencias gráficas visuales en tiempo real, despertando su interés lo cual incide en que sean más eficientes, todo esto sin la necesidad de realizar algún tipo de inversión de hardware.

Palabras clave: realidad aumentada, conectivismo, tecnologías de la información y comunicación, interactividad, educación virtual.

ABSTRACT

The constant evolution of Information and Communication Technologies has driven the development of new models of teaching and learning. Accordingly, augmented reality emerges, which according to research, generates a positive impact on education. The combination of augmented reality technology with the educational field allows the launching of a variety of automated applications that improve the effectiveness of the teaching-learning process, resulting in a more joyful experience for the student as it links physical and virtual worlds in the same interactive environment.

This work consisted of analyzing the incorporation of augmented reality in students of grade 10. First, bibliographic research was conducted to analyze the current situation of the studied population. Then, the field research was separated into four phases: data collection, processing, presentation, and analysis of information. The results showed that the students under augmented reality improved their knowledge and attitude compared to those under the traditional educational model.

This research demonstrated that augmented reality highly contributes to the improvement of traditional education. Augmented reality completely transformed the student's learning experience by immersing the student in an environment with great visual experiences in real-time. Furthermore, it awakened the student's interest, making them more efficient, all this without hardware investment.

Keywords: augmented reality, connectivism, information and communications technologies, interactivity, virtual education

1. INTRODUCCIÓN

La reciente pandemia por coronavirus (COVID-19) modificó considerablemente la vida de todos en diferentes ámbitos, siendo uno de los más relevantes la educación, obligando a sus actores a innovar los procesos de enseñanza-aprendizaje adaptándose a una nueva realidad haciendo uso de las herramientas tecnológicas como principal recurso a través guías, aplicaciones o plataformas que posibiliten el bienestar integral del estudiante (UNESCO, 2020).

Lograr un aprendizaje óptimo en el área de matemáticas siempre se ha sido una tarea compleja y con la llegada de la “modalidad virtual” esto se ha acrecentado. Así, en la Unidad Educativa del Milenio Yachay, se adoptó el método de enseñanza a distancia bajo un modelo tradicional, que basados en las evaluaciones de rendimiento académico, podrían no ser suficientes para lograr una formación significativa en el área de matemáticas en los estudiantes del décimo año de Educación General Básica, la problemática radica en que los escolares no pueden visualizar claramente formas y objetos matemáticos, esto se relaciona directamente con la falta de desarrollo del “pensamiento espacial”; siendo que, el estudio de matemáticas requiere en su mayoría que el estudiante tenga ciertas habilidades imaginativas (Aguilar Herrera, 2016).

Es conveniente resaltar el papel fundamental que juegan, el pensamiento relacional, el razonamiento espacial y el modelado matemático en el desarrollo de habilidades de comprensión para la resolución de problemas matemáticos por parte de los estudiantes.

El razonamiento espacial se relaciona directamente con el éxito de los estudiantes en niveles posteriores de matemáticas, como el pensamiento proporcional y el razonamiento algebraico. Varios estudios como “The Importance of Spatial Reasoning in Early Childhood Mathematics” hacen énfasis en que los educadores reconozcan la importancia de desarrollar habilidades de razonamiento espacial con los estudiantes en todas las áreas de las matemáticas (Rich y Brendefur, 2018).

De igual manera, desde que se dio a conocer la definición de pensamiento espacial a raíz de la teoría de inteligencias múltiples propuestas por Howard Gardner se dice que aquellas personas que tienen bastante desarrollada su inteligencia visual-espacial son buenas visualizando cosas e identificando patrones con base en mapas, gráficos, videos y cualquier tipo de imagen en general. Está comprobado que el razonamiento espacial puede ser estimulado por el desarrollo de poderosos paquetes de visualización contenidos en computadores u otros aparatos tecnológicos (Kovačević, 2019).

Según datos proporcionados por el Ineval (2018), los estudiantes de Ecuador obtuvieron un promedio de 377 puntos en matemáticas, mientras que el promedio alcanzado es 379, lo cual coloca a la asignatura por debajo del umbral de la demás. Esto implica la necesidad de incorporar nuevas metodologías y estrategias que motiven directamente al estudiante. En el artículo titulado “Augmented Reality for Learning Mathematics: A Systematic Literature Review” por Ahmad y Junaini (2020) se detallan los principales inconvenientes que tienen los estudiantes en el contexto del aprendizaje de matemáticas, la tabla 1 exhibe el resumen.

Tabla 1

Principales problemas en el aprendizaje de las matemáticas

Problema	Explicación
Visualización	Dificultad para visualizar y categorizar formas geométricas.
	Dificultad para visualizar e interactuar con imágenes en 3D.
	Dificultad para visualizar información.
	Dificultad para visualizar aplicaciones abstractas de probabilidad en matemáticas.
	Dificultad para comprender la visualización de vectores 3D y 2D.
Comprensión	Dificultad para comprender formas geométricas.
	Dificultad para comprender las formas geométricas 2D y 3D.

Nota. La tabla 1 indica los principales problemas de visualización y comprensión que inciden en el aprendizaje de matemáticas.

Fuente: Augmented Reality for Learning Mathematics: A Systematic Literature Review”.

Ahmad y Junaini (2020).

En este ámbito, surgió la realidad aumentada (RA, por sus siglas) que pasó de ser un término de moda entre los amantes de la tecnología y la informática a mencionarse en conversaciones a nivel global. Un claro ejemplo de ello, es el juego de Pokemon Go que convirtió, las plazas, los ríos y los centros comerciales de las ciudades en parques temáticos donde pueden interactuar con sus criaturas virtuales y también relacionarse con otros jugadores (Cabero Almenara, Vázquez Cano, y López Meneses, 2018).

La investigación titulada “Pokémon GO and Improvement in Spatial Orientation Skills” expuso los beneficios que tuvo su uso en una población de estudiantes universitarios, concluyendo que este juego mejora la orientación espacial de quien se entretiene con él, ya que combina dos principios básicos como son: la orientación espacial a través de la lectura de mañan y la perspectiva a nivel del suelo que es la orientación en sí (Carrera, Saorín, y Medler, 2018).

La realidad aumentada consiste en enriquecer la experiencia de comunicación visual del estudiante en un entorno visual de aprendizaje interactivo que permita “palpar” de mejor manera los contenidos que se imparten en matemáticas. La realidad aumentada constituye una tecnología inversiva que permite a los usuarios experimentar contenido renderizado digitalmente tanto en espacios físicos como virtuales, proporcionando un potencial notable para la innovación de la tecnología educativa. Esta tecnología permite reducir las barreras del espacio físico, mejorar la colaboración y el aprendizaje práctico, y proporcionar enfoques de aprendizaje individualizados que pueden ayudar a los estudiantes de todos los niveles a prosperar en el área de matemáticas (Ramírez P., 2017).

De manera general, la realidad aumentada se está catalogando como una de las tendencias con más auge, se proyectó que dentro los próximos dos años existirán más de 2.400 millones de usuarios de realidad aumentada alrededor del mundo, considerando que en el 2015 solamente había 200 millones de usuarios, se puede decir que esta tecnología está creciendo a pasos agigantados (Sinha, 2021).

La realidad aumentada como herramienta educativa no es un concepto nuevo, sin embargo, el aprendizaje “a distancia” produjo la incursión de su uso con un rápido crecimiento. En países desarrollados, la realidad aumentada es el principal recurso para excursiones virtuales, experimentos científicos, simulaciones, entre otros. Muchas experiencias básicas que van desde el escaneo de códigos QR hasta la resolución de ejercicios con aplicaciones que mapean lo que se escribe a mano, resultan cada vez más compatibles con dispositivos móviles, lo cual incluso reduce los costos e incrementa su asequibilidad (Markowitz, Laha, Perone, Pea, y Bailenson, 2018).

La incorporación de estrategias tecnológicas como la realidad aumentada, supone una mejora notable en el campo educativo. La fusión de la realidad aumentada con la educación atrajo recientemente la atención de la investigación debido a su capacidad para permitir que los estudiantes se sumerjan en experiencias realistas, así lo expresa Medina Herrera (2021) en su artículo “Visualización matemática con realidad aumentada: cálculo multivariado” en el cual demostró cómo el uso de la tecnología con realidad aumentada a través de la visualización 3D le permitió al estudiante desarrollar su pensamiento espacial, el cual se basa en la capacidad de resolver problemas que requieren la imaginación de objetos espaciales, obteniendo resultados bastante favorables, que sirvieron de hipótesis para la aplicación de esta tecnología en el Centro de Investigación escogido, misma que se sustentó en que el aprendizaje matemático fundamentado en realidad aumentada podría ayudar a visualizar mejor el contenido, proporcionando a los estudiantes procesos de aprendizaje divertidos e interactivos, lo que conlleva una mayor comprensión y una visualización mejorada.

Por consiguiente, se planteó la interrogante principal: ¿qué impacto tiene el uso de la realidad aumentada en el proceso de aprendizaje de matemática de los estudiantes de décimo año de la U.E. del Milenio Yachay?

Y de ella se derivaron otras interrogantes que permitieron el desarrollo de la investigación:

¿Qué tipo de contenido dentro del currículo del área de matemáticas es aplicable para utilizarlo en el contexto de la Realidad Aumentada?

¿Cuáles recursos de RA deberán incorporarse en el proceso de aprendizaje del área de matemática?

¿Cuál es el nivel de conocimiento matemático actual de los sujetos de estudio de la Unidad Educativa del Milenio Yachay?

¿Cuál es la diferencia entre el nivel de conocimiento de los estudiantes que se les aplicó la RA frente a los que continuaron con el método educativo tradicional?

Este trabajo se enmarcó dentro de la línea de investigación de “Aplicación de las TIC al proceso de enseñanza aprendizaje y de gestión educativa” y pretendió analizar qué tan conveniente resultaría aplicar la realidad aumentada en estudiantes de décimo año, es decir, determinó el que papel juega esta tecnología en el proceso de aprendizaje de matemáticas; y a su vez, de ser posible, abrir camino a un nuevo método de enseñanza con alternativas digitales más interactivas dentro de un contexto real; en el cual la Unidad Educativa del Milenio “Yachay” será el Centro de Investigación.

2. METODOLOGÍA

2.1. Delimitación de la investigación

Los datos considerados para la realización de este trabajo estuvieron enmarcados en el año lectivo 2021-2022, el Centro de Investigación seleccionado fue la Unidad Educativa del Milenio “Yachay”, institución educativa pública perteneciente a la Coordinación Zonal 1, Distrito 10D01 del Ministerio de Educación Intercultural y Bilingüe de Ecuador, conforme a la Ley Orgánica de Educación Intercultural y Bilingüe (LOEI), cuya misión es ofertar los servicios que posee brindando una educación de calidad y calidez en la jornada matutina con la oferta de bachillerato en Ciencias (BGU).

Este proyecto de investigación se orientó hacia los estudiantes de décimo año de educación general básica de la institución mencionada. Para el desarrollo de la metodología se empezó describiendo la información bibliográfica que sustenta la investigación misma que detalla las teorías de aprendizaje utilizadas, la temática en cuestión referente a realidad aumentada,

los recursos utilizados y por supuesto el diseño de investigación con las técnicas e instrumentos empleados.

2.2. Marco Referencial

Las teorías del aprendizaje se plantearon hace más de veinte años, en una época donde el conocimiento no se afectaba directamente por la tecnología. Sin embargo, esta última se ha ido desarrollando tanto, que actualmente influye sobre la manera en que viven las personas, como se comunican y por ende como aprenden esto no significa que se deban descartar las teorías originales, la educación requiere un aprendizaje continuo que tenga como base ciertos enfoques, estos se revisarán en los siguientes apartados. Cabe recalcar que algunos de los procedimientos que anteriormente manejaban las teorías de aprendizaje, principalmente lo que se conoce como procesamiento cognitivo de la información, actualmente puede utilizar la tecnología como recurso de apoyo (West, 2018).

2.2.1. Constructivismo.

Esta corriente pedagógica se insertó en la presente investigación por cuanto la realidad aumentada potencia el enfoque constructivista motivando en el estudiante la formulación de sus propios materiales de aprendizaje, permitiendo que él mismo pueda ser el artífice de su propio conocimiento, en contraposición con las metodologías educativas diversas en las cuales el estudiante es receptor y el docente es el guía del conocimiento.

Según las teorías constructivistas, el aprendizaje es un avance social que implica el lenguaje, situaciones del mundo real e interacción y colaboración entre los sujetos de aprendizaje. Cuando el estudiante está motivado, ejerce su voluntad, determinación y acción para recopilar información selectiva, convertirla, formular hipótesis, probar estas suposiciones a través de aplicaciones, interacciones o experiencias y extraer conclusiones verificables.

Jean Piaget y Lev Vygotsky son los pioneros en el desarrollo de las teorías del conocimiento constructivistas. Comparten la creencia común de que las aulas deben ser entornos constructivistas que le brinden al estudiante los recursos para la resolución de problemas y construcción de su propio conocimiento; sin embargo, existen diferencias en cuanto a sus

teorías y variaciones sobre la forma en cómo debe llevarse a cabo el constructivismo en las aulas (Granja, 2015).

2.2.2. Conectivismo.

El Conectivismo se presentó como una evolución a las teorías de aprendizaje anteriores, se considera “la teoría del aprendizaje para la era digital” ya que se fundamenta en la conexión de múltiples nodos de red amplia de conocimiento e información en la cual el docente propone que el estudiante asuma nuevos retos para producir y alimentar su conocimiento; el estudiante se vuelve el personaje principal de este paradigma y su guía solamente se encarga de orientarlo a lograr sus objetivos de aprendizaje (Kop y Hill, 2021).

El conectivismo, es particularmente relevante para una sociedad digital. Aquí, son las conexiones colectivas entre todos los “nodos” en una red, las que dan como resultado nuevas formas de conocimiento. Para Siemens (2004), el conocimiento se crea más allá del nivel de los participantes humanos individuales y está evolucionando permanentemente, es decir, combina información previa con información actual para crear nuevos significados y entendimientos. Elieson (2013) afirma que “no es posible aprender algo nuevo sin antes haber obtenido ciertos conocimientos previos”. La idea es que el conocimiento cambia constantemente con múltiples influencias, que incluyen, entre otras, la tecnología y los medios (Underwood, 2016). La atención se centra en el “nodo estudiantes” como principal protagonista en su aprendizaje, quien se debería encargar de crear conexiones entre sus entendimientos anteriores y actuales, interactuando con otros nodos simultáneamente lo cual promovería el trabajo colaborativo; el rol del profesor por su parte es convertirse en el administrador del conocimiento y supervisor de la información (López De La Cruz, 2020).

2.2.3. Realidad Aumentada

La realidad aumentada es una de las diez tecnologías en desarrollo con mayor potencial pedagógico desde 2008. El término realidad aumentada abreviado RA, comprende la ampliación artificial de la percepción de la realidad, por medio de información virtual. Dicha información virtual es generada con técnicas asistidas por ordenador y representada mediante los componentes tecnológicos específicos. La realidad aumentada puede abordar

todos los sentidos humanos de la percepción, sin embargo su variación más extendida comúnmente es la representación de información virtual visual añadida al entorno real (Saidin, Halim, y Yahaya, 2015).

Línea del tiempo de la Realidad Aumentada. Desde los primeros gráficos y proyecciones generados por computadora en los años sesenta y setenta hasta los juegos de realidad aumentada más nuevos, las aplicaciones y posibilidades en torno a la realidad aumentada no han dejado de evolucionar. En el año 2020, la inversión total en realidad aumentada alcanzó los 2.000 millones de dólares y no muestra signos de desaceleración (“La Realidad Aumentada y Virtual Acumulan En 2020 Una Inversión de 2.000 Millones de Dólares | Tendencias | ComputerWorld,” 2020).

Dicho de otra manera, el comienzo de la realidad aumentada se remonta al año 1968, cuando el estadounidense Ivan Sutherland, catedrático de la Universidad de Harvard, considerado el “padre de la computación gráfica” desarrolló el primer sistema de visualización, siendo el primer programa informático que permitió la manipulación directa de objetos gráficos.

Los avances posteriores en la realidad aumentada incluyeron aplicaciones en dispositivos virtuales y destinados únicamente para la Fuerza Aérea y la NASA. El término Realidad Aumentada no fue adoptado hasta 1990 por el investigador de Boeing Tom Caudell en inglés “Augmented Reality”. La realidad aumentada e Internet finalmente se unieron a principios de la década de 2000, sin embargo su auge fue 2009, impulsado por la revolución de los teléfonos inteligentes, que el interés en esta la tecnología estalló, véase figura 1 (Van der Straeten, 2017).



Figura 1. Línea del tiempo de la Realidad Aumentada

Fuente: Elaboración propia.

2.2.4. Recursos de Realidad Aumentada en el área de matemática

Actualmente las tecnologías constituyen parte fundamental en el diario vivir de las personas ya que permiten el acceso inmediato al contenido de diversas maneras y el ámbito educativo no se excluye, tal es el caso que la Ley Orgánica de Telecomunicaciones en su Título X referente a la Sociedad de la Información y del Conocimiento y Servicio Universal en el artículo 88 literal 2 “promueve el acceso universal a los servicios de telecomunicaciones” en beneficio de los ciudadanos ecuatorianos, así como también en el literal 6 del mismo artículo se exhibe “apoyar la educación en materia de Informática y Tecnologías de la Información”(Ley Orgánica de Telecomunicaciones, 2015).

La utilización de la realidad aumentada en el contexto educativo implica cierta reducción de costos frente a otro tipo de recursos didácticos, sin embargo, se requiere que el docente o facilitador tenga conocimiento acerca de su manejo en implementación. En la investigación realizada por Prendes, llamada “Realidad Aumentada y Educación: Análisis de Experiencias Prácticas”, el autor detalla que a partir del nivel de dificultad, la RA se puede clasificar en cuatro niveles (Prendes, 2015):

Nivel 0: con en base en códigos de barra o códigos QR, estas imágenes son hipervínculos a otro tipo de contenido, basta utilizar un escáner de códigos de barras o en su defecto un teléfono inteligente y apuntar su cámara o lector a dicho código, el cual se encargará de redireccionar a la temática deseada; en este nivel no existe registro en tres dimensiones (3D).

Nivel 1: utiliza marcadores que vienen siendo imágenes relativamente simples para el reconocimiento de objetos en dos o tres dimensiones.

Nivel 2: se fundamenta en el uso de acelerómetros y sistemas GPS que permiten la superposición puntos de interés. Es decir, se basa en la proyección de estos puntos de interés sobre la realidad “real”.

Nivel 3: son dispositivos de última tecnología que fusionan la tecnología como tal con aparatos de visión como lentes de contacto, esto se denomina “visión aumentada” y se vuelve inmersiva.

2.3. Diseño de investigación

El diseño de la investigación se utiliza para recabar información y herramientas relevantes que faciliten el escalado sin problemas de las diversas etapas de investigación, lo que genera la máxima información. El diseño de la investigación también proporciona una estructura básica al investigador para la planificación de la respuesta a la pregunta de investigación o la prueba de hipótesis. El diseño investigativo puede ser bibliográfico, descriptivo, exploratorio, explicativo, longitudinal, transversal, casual, diseño de investigación de acción, diseño de investigación de cohortes y diseño de estudio de caso (Pawar, 2020).

En este caso, como punto inicial, se hará uso de una investigación de tipo bibliográfica, en la cual se analizará la información sobre la realidad aumentada y educación a partir de fuentes documentales tales como: periódicos, diarios, mapas, folletos, publicaciones estadísticas, y archivos varios. Es fundamental considerar la calidad de los documentos que se utilizarán como evidencia, evitar blogs, webs, o sitios que no son confiables. En este caso en particular se revisarán bases de datos, repositorios digitales actualizados, y revistas indexadas, todos aprobados por la comunidad científica.

Posteriormente se llevará a cabo la investigación de campo, que consiste en observar y participar en el comportamiento social y tratar de comprenderlo; al desarrollar una investigación de campo, el investigador debe determinar las actividades o prácticas exactas que son de su interés, en consecuencia se desarrollará la investigación en la población en particular comprendida por el cuerpo estudiantil y docente perteneciente a la Unidad Educativa del Milenio Yachay, y que podrían llevar responder a la pregunta de investigación planteada.

La metodología de investigación propuesta se desarrollará en cuatro fases como se expone en la figura 2, que va desde la recolección de datos en primera instancia, su procesamiento, la presentación de la información a través de tablas estadísticas y finalmente el análisis de la información.

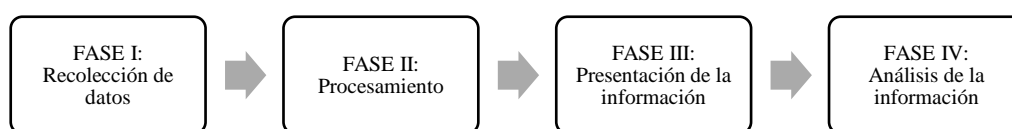


Figura 2. Fases de desarrollo del proyecto de investigación.

Fuente: Elaboración propia

Los contenidos seleccionados para esta investigación se fundamentaron en los tres ejes de concreción curricular que abarcan al Ministerio de Educación, la Unidad Educativa del Milenio Yachay y la planificación en el aula. De esta manera se obtuvieron tres bloques principales con los contenidos de álgebra (funciones lineales), geometría (sólidos) y lógica matemática (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016).

2.4. Enfoque de investigación

El enfoque aplicado a la investigación fue mixto, cualitativo por cuanto se llevó a cabo un análisis del aprendizaje de matemáticas, incorporando la realidad aumentada en décimo año tomando en cuenta variables cualitativas respecto al nivel de percepción de los estudiantes que fue medido mediante una encuesta de satisfacción al finalizar el proceso. El criterio cuantitativo, enfatizó la necesidad de medir variables a través de codificaciones requeridas

para el análisis de los hechos observados, valiéndose de procedimientos científicos. La cuantificación se realizó mediante el procesamiento estadístico de los datos que en su análisis permitirán determinar los resultados de la aplicación de la realidad aumentada (University of Southern California, 2021).

2.5. Tipo de investigación

Según Thomas Watson Jr, ex presidente de IBM (Multinacional de tecnología) un buen diseño es un buen negocio, he ahí, la importancia de seleccionar o adaptarse adecuadamente al tipo de investigación, conociendo que éste se relaciona directamente con el problema que va a solucionar, objetivos por cumplir y por supuesto el acceso a los recursos académicos, humanos o financieros.

El objetivo de este estudio fue analizar el impacto de la realidad aumentada como recurso pedagógico de enseñanza - aprendizaje en el área de matemática en los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa del Milenio “Yachay” por lo que se enmarcó en el ámbito de una investigación descriptiva y explicativa.

La investigación descriptiva tiene como objetivo establecer el escenario de un problema, para comprender completamente la situación actual, constituye un estudio diseñado para representar a los participantes de manera precisa. En resumen, la investigación descriptiva trata de describir a las personas que participan en el estudio (Siedlecki, 2020). Se identifican tres maneras en que se puede desarrollar esta investigación:

Observacional: definido como un método de visualización y grabación de los participantes.

Estudio de caso: corresponde a un estudio en profundidad de un individuo o grupo de individuos.

Cuestionario: interrogantes o discusión sobre un tema en particular.

Seguidamente se aplicó la investigación explicativa, que se centra en los detalles, es decir se estudia el fenómeno de investigación con mayor profundidad, su propósito es continuar con los enfoques de investigación (Žukauskas, Vveinhardt, y Andriukaitienė, 2018). Un

conocimiento adecuado del tema dará lugar a que el investigador encuentra más interrogantes relacionadas con él, mismas que harán grandes avances en el ámbito que investiga, los métodos más utilizados son: investigación de grupos focales, investigación de literatura e investigación de análisis de casos.

2.6. Población y muestra

Se define como población al conjunto de individuos u objetos a los cuales se les va a realizar la investigación, esta población puede contener miles de individuos a estudiar, por consiguiente, se debe proceder a extraer una muestra, que represente al conjunto universo denominado población, la cual a su vez deberá contener la mayor parte de la información sobre los parámetros a examinar (López, 2021). La población a la cual se enfocó este trabajo está formada por los estudiantes del décimo año de Educación General Básica (EGB) de la U.E. del Milenio Yachay que cuenta con dos paralelos “A” y “B” consolidando un total de 76 personas, 37 y 39 estudiantes por cada grupo, respectivamente; 5 docentes del área de matemáticas y 2 autoridades institucionales. La sumatoria de los sujetos de investigación dio un total de 83 personas incluyendo estudiantes, docentes y autoridades en año lectivo 2021-2022. En las tablas 2 y 3 se describieron las características de esta población:

Tabla 2

Características de la población estudiantil

Item	Sujeto a investigar	Cantidad
1	Estudiantes décimo año EGB paralelo “A”	Hombres: 17
		Mujeres: 20
		Total: 37
2	Estudiantes décimo año EGB paralelo “B”	Hombres: 19
		Mujeres: 20
		Total: 39
TOTAL		76

Nota. La tabla 2 describe las características de la población estudiantil investigada.

Elaboración propia.

Tabla 3

Características de la población docente

Item	Sujeto a investigar	Cantidad
1	Docentes del área de matemáticas	5
2	Coordinador de Área (autoridad)	1
3	Vicerrector o rector (autoridad)	1
TOTAL		7

Nota. La tabla 3 describe las características de la población docente investigada.

Elaboración propia.

Como se puede observar, todos los individuos que se estudiaron representan elementos finitos y accesibles dentro del conjunto universo, por tal motivo no fue necesario aplicar una técnica de muestreo ya que la población es pequeña y accesible. El método utilizado cuando se tiene una población accesible de manejar se denomina “censo poblacional” el cual se basa en estudiar a cada individuo que es miembro de la población (Gómez, 2013).

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas, herramientas o instrumentos para recolección de datos son procedimientos que dan lugar al acercamiento de la realidad, la cual será interpretada más adelante. Así, en primer lugar, se utilizó el método de la entrevista para los docentes, cuyas interrogantes fueron formuladas con base en las preguntas de investigación, posteriormente se seleccionará las herramientas de realidad aumentada acorde a los contenidos de décimo año, después se aplicó el cuestionario de validación de conocimientos relacionados a la materia, para finalmente ejecutar una encuesta de nivel de satisfacción dirigida a los estudiantes con alternativas que fueron desde “totalmente de acuerdo” a “muy en desacuerdo”.

2.7.1. Instrumentos aplicados a los docentes

En cuanto a los docentes y autoridades, las métricas para recolección de datos se basaron en variables cualitativas relacionadas al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación resumidas en el estudio titulado “Uso que le dan los Docentes a las TIC's en

el Proceso enseñanza aprendizaje” del Tecnológico de Monterrey (Díaz, 2015), así como de Realidad Aumentada, dicha entrevista presentó un prefacio en donde se explicó la realidad aumentada, cuyo fin fue detallar su definición, ya que era posible que los docentes sí la hayan utilizado en su nivel más bajo pero desconociendo de que se trata. Las preguntas realizadas fueron:

¿Con qué frecuencia usted utiliza los recursos tecnológicos (se excluye la utilización de herramientas ofimáticas como Word) como apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje?

Siempre – casi siempre – a veces – casi nunca – nunca

¿Conoce lo que significa la “Realidad Aumentada”?

Sí – No

¿Ha utilizado códigos de barra o códigos QR para compartir algún tipo de contenido con sus estudiantes?

Sí – No

¿Considera que la utilización de realidad aumentada mejoraría su forma de llegar al estudiante en conocimientos de la asignatura?

Sí – No

¿Considera que la RA podría incentivar al estudiante a adquirir conocimiento fuera del aula en lugar de limitarse a la guía del docente?

Sí – No

Si su respuesta anterior fue sí, indique ¿en qué rama de las matemáticas le gustaría aplicar la RA?

2.7.2. Instrumentos aplicados a los estudiantes

Cuestionario. Los cuestionarios tienen muchos usos, sobre todo para descubrir lo que piensan las masas. Estos incluyen: investigación de mercado, encuestas políticas, retroalimentación de servicio al cliente, evaluaciones y conocimiento, encuestas de opinión e investigación en ciencias sociales (O’Leary, 2017).

Con el propósito de obtener información real de los estudiantes, la herramienta de recolección de datos “cuestionario” estuvo conformada por una evaluación piloto llevada a cabo con los contenidos de estudio revisados hasta la fecha, y tomando en cuenta los lineamientos del Ministerio de Educación y la autonomía de la Unidad Educativa del Milenio “Yachay”, este cuestionario estuvo conformado por 5 ítems de base estructurada, cuya validez fue aprobada por el Comité Técnico-pedagógico y la Junta Académica, autoridades de la institución y docentes de la asignatura de matemáticas. Las temáticas abordadas se exponen en la tabla 4. El primer bloque se basó en la resolución de funciones lineales aplicando cualquier método gráfico o procedimental matemático, el segundo bloque analizó la superficie de figuras y sólidos como polígonos o prismas, y el último bloque responde a problemas de lógica matemática que, generalmente para su resolución se hace uso del razonamiento espacial. Los dos primeros temas tuvieron una ponderación del 40% cada uno, mientras que el tercero representó el 20%, así se alcanzó la rúbrica total de 100%.

Tabla 4

Descripción del contenido de la prueba de conocimiento piloto.

Bloque	Tema	Subtema	Número de preguntas	Ponderación por pregunta	Ponderación total
1	Álgebra	Funciones: afines y lineales.	2	20%	40%
2	Geometría	Áreas y perímetros de figuras planas y sólidos	2	20%	40%
3	Lógica Matemática	Razonamiento espacial	1	10%	20%
TOTAL					100%

Nota. La tabla 4 describe los contenidos utilizados en la realización de la prueba piloto.

Elaboración propia.

Selección de herramientas de realidad aumentada.

El interés de este trabajo fue analizar la incorporación de realidad aumentada en un grupo de estudiantes, para lo cual se realizó la selección de las herramientas disponibles. La búsqueda de información llevada a cabo en la fase correspondiente a la investigación reveló una variedad de herramientas y aplicaciones de realidad aumentada basadas en la web y compatibles con la mayoría de los sistemas operativos de dispositivos móviles y computadoras.

Para el proceso de selección se aplicó un filtro inicial, para el cual se hizo uso de checklist o listas de control con parámetros a manera de interrogantes respecto a si la herramienta es relevante para los contenidos de matemáticas, los ajustes son personalizables, la aplicación brinda algún tipo de retroalimentación, entre otros; no obstante al utilizar listas de control, las respuestas quedan encerradas en una función booleana de sí y no, en consecuencia esta técnica no fue suficiente de modo que se procedió a evaluar la herramienta encontrada utilizando la rúbrica propuesta por Walker (2010) que se detalló en la tabla 5, esta contempla criterios como flexibilidad, usabilidad, motivación, gratuidad de funciones. La ventaja de este método es que posibilita graduar cada criterio a través de una puntuación (Kohlert, 2012).

Aunque esta investigación no se enmarcó en la utilización de herramientas de software libre, los costos fueron un aspecto importante a considerar por cuanto la población a la que se dirigió este trabajo constituyó una población económica de clase media, y por tal motivo la selección arbitraria de software propietario no sería la opción más factible de momento. El proceso de elección de la herramienta de realidad aumentada adecuada fue una decisión que contempló diversos factores ya que aparte de buscar las funciones más óptimas se tomaron en cuenta la factibilidad económica y usabilidad.

La recomendación inicial fue empezar por aplicaciones gratuitas y de fácil manejo, explorando todas sus funcionalidades; para posteriormente estar en la capacidad de que el usuario se actualice y se arriesgue a probar aplicaciones propietarias acorde a sus preferencias.

Tabla 5
Rúbrica para la selección de herramientas de realidad aumentada



Criterio	4	3	2	1
Usabilidad	Se puede utilizar la aplicación de manera intuitiva.	Se requiere estudiar indicaciones previas antes de utilizar la aplicación.	Cada vez que se va a utilizar una nueva función se necesita revisar las indicaciones iniciales.	La herramienta resulta bastante complicada de manejar.
Flexibilidad	Se puede modificar la configuración de la aplicación acorde a las necesidades	Permite leves modificaciones	Su flexibilidad es bastante limitada.	No permite que la configuración inicial se personalice acorde a las necesidades.
Diseño	Diseño atractivo a la vista.	Medianamente atractivo	Diseño funcional sin mucho uso de colores	La aplicación no resulta atractiva visualmente.
Gratuidad / Licencia	La aplicación es gratuita sin anuncios publicitarios	La aplicación es gratuita con publicidad	La aplicación tiene su versión gratuita con funciones limitadas	La aplicación es con licencia de suscripción.


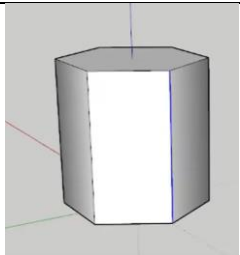
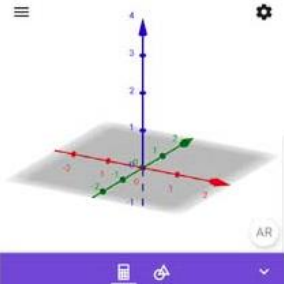
	Propende a			
	que el	Propende a	Propende a	La aplicación
	usuario	que el usuario	que el usuario	tiene
	desarrolle sus	desarrolle sus	desarrolle sus	limitaciones para
Retroalimentación	habilidades a	habilidades a	habilidades a	que el usuario
	partir de la	partir del	partir de la	obtenga una
	creación de	análisis del	memorización	retroalimentación
	su propio	contenido	de tareas.	de las actividades
	contenido.	existente		realizadas.

Nota. La tabla 5 indica los criterios tomados en Cuenta para la selección de herramientas de realidad aumentada. Fuente: “The influences of the 2D image-based augmented reality and virtual reality on student learning”. Kohlert (2012)

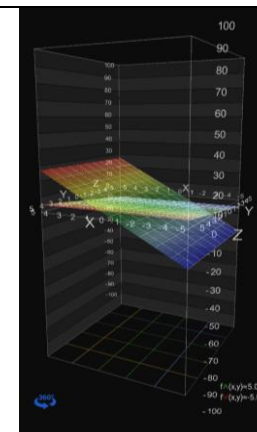
Con base en los criterios de la tabla 5 se procedió a llenar una ficha para cada herramienta encontrada a fin de contextualizar y organizar la información. Las aplicaciones que atravesaron la primera selección con el mayor puntaje se presentan en la tabla 6.

Tabla 6
Comparación entre las herramientas de realidad aumentada aplicables al área de matemáticas

Item	Herramienta RA	Descripción	Nivel RA	Compatibilidad con plataformas	Gratuita/De paga	Ejemplo
1	Quiver ^a	Fichas interactivas con QR para colorear	0	Sí	Versión gratuita y premium	
2	Photomath ^b	Escaneo de ecuaciones escritas por computador o a mano	0	Solo dispositivos móviles	Versión gratuita y premium	

3	Symbolab ^c	Escaneo de ecuaciones escritas por computador o a mano	0	Web y dispositivos móviles	Versión gratuita y pro	
4	Sketchup ^d	Software de modelado en 3D	1	Web y aplicativo.	Gratuita	
5	Geogebra ^e	Procesador geométrico y algebraico	2	Web, aplicativo y dispositivos móviles	Gratuita	

6	Visual Math 4D ^f	Calculadora gráfica que permite visualizar y animar en 2D y 3D	2	Dispositivos móviles	De paga
---	--------------------------------	---	---	----------------------	---------



Nota. La tabla 6 muestra las principales herramientas de realidad aumentada. Fuente: ^a(Quiver, 2020), ^b(Photomath, 2021), ^c(Symbolab, 2021), ^d(Sketchup, 2021), ^e(Geogebra, 2021), ^f(Visual Math 4D, 2021)

2.8. Aplicación de la realidad aumentada en la población de muestra

El cuestionario aplicado al grupo experimental consta de cinco preguntas de un nivel similar de dificultad con la prueba piloto. Las dos primeras preguntas pertenecen al bloque de álgebra, se relacionan con el tema de funciones lineales y afines, determinando su gráfica y hallando los puntos de corte con el eje x y con el eje y así como determinar la expresión algebraica general de la función dadas las coordenadas de dos puntos. Las próximas dos preguntas conciernen a geometría, que evaluaron simetría, semejanza, áreas y perímetros en la construcción de figuras. Finalmente se añadió una interrogante de lógica matemática que según la publicación titulada “Realidad aumentada e inteligencias múltiples en el aprendizaje de matemáticas”, esta no se manifiesta únicamente en la resolución correcta de ejercicios, sino más bien a través del proceso que conlleva a dicha resolución, el cual debe ser lo más dinámico posible, permitiéndole al estudiante interesarse en la asignatura y descubrir patrones que faciliten el hallazgo de la respuesta (Rivera Caspa, Quispe de la Cruz, y Montalvo Yarnold, 2011).

Los participantes utilizaron sus teléfonos móviles con las aplicaciones Photomath, Sketchup y Geogebra, descargadas con anterioridad. Durante la sesión de tareas de tratamiento del grupo experimental, los participantes recibieron instrucciones paso a paso sobre cómo usar estas herramientas para resolver y aprender por su cuenta.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El conocimiento como tal, comprende un cruce de situaciones basadas en información adquirida, experiencias, y valores. (Barajas, Saavedra, Albéniz, y Carriloo, 2014) . Nace en función del individuo que conoce y el objeto desconocido, en el proceso de adquisición de conocimientos cada ser humano se sumerge en la realidad propia de dichos objetos siendo que esta realidad puede tomar varios niveles (Alan y Cortes Suarez, 2017).

En este aspecto, el conocimiento viene siendo una forma de aproximación al potencial de lo que puede resultar conocido. Así, en este apartado se presenta la data procesada en torno a los experimentos realizados a través de cuadros estadísticos. La primera dimensión indica el nivel de conocimiento actual de los docentes y autoridades respecto a la realidad aumentada,

mientras que el parámetro siguiente relaciona el nivel de conocimiento de los estudiantes del décimo año de educación general básica de la Unidad Educativa del Milenio Yachay, quienes aprendieron bajo un modelo tradicional en contraste con aquellos a los que se les aplicó realidad aumentada.

3.1.1. Nivel de conocimiento sobre realidad aumentada en los docentes y autoridades.

La herramienta de recolección de datos utilizada fue la entrevista, abarcando al total de la muestra conformada por los docentes y autoridades. Esta se realizó de manera presencial y las preguntas tuvieron respuestas cerradas de lo cual se pidió justificación, todos los datos fueron registrados en reportes impresos y firmados por los participantes: entrevistador y entrevistado, para su constancia.

Pregunta 1: ¿Con qué frecuencia usted utiliza los recursos tecnológicos (se excluye la utilización de herramientas ofimáticas como Word) como apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje?

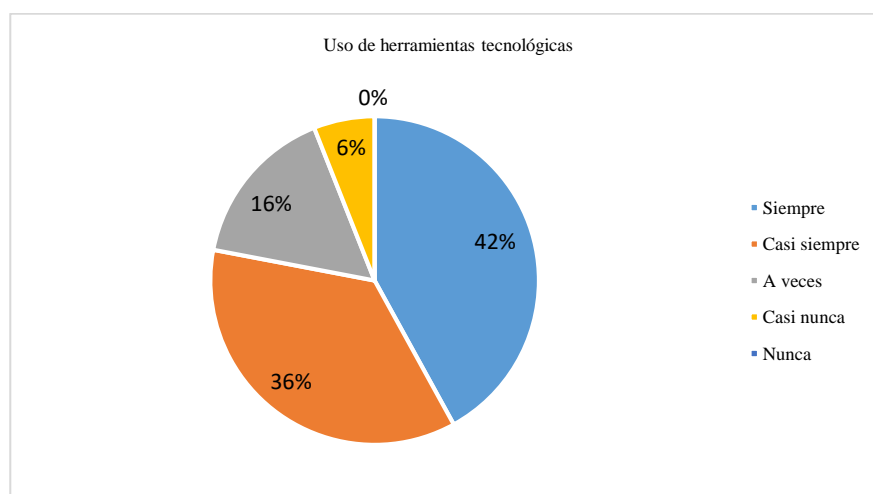


Gráfico 1. Uso de herramientas tecnológicas por parte de los docentes

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 1 indica que el 42% de los docentes sí hacen uso de herramientas tecnológicas aplicables principalmente a gamificación o formularios en línea. El 36% indica que casi siempre las utiliza, el 16% a veces, y el 6% casi nunca. Los docentes que respondieron que “casi nunca” consideran que les resulta complicado el manejo de recursos virtuales en la asignatura por cuanto los números son de difícil transcripción hacia aparatos electrónicos como computadores o celulares.

Pregunta 2: ¿Conoce lo que significa la “Realidad Aumentada”?

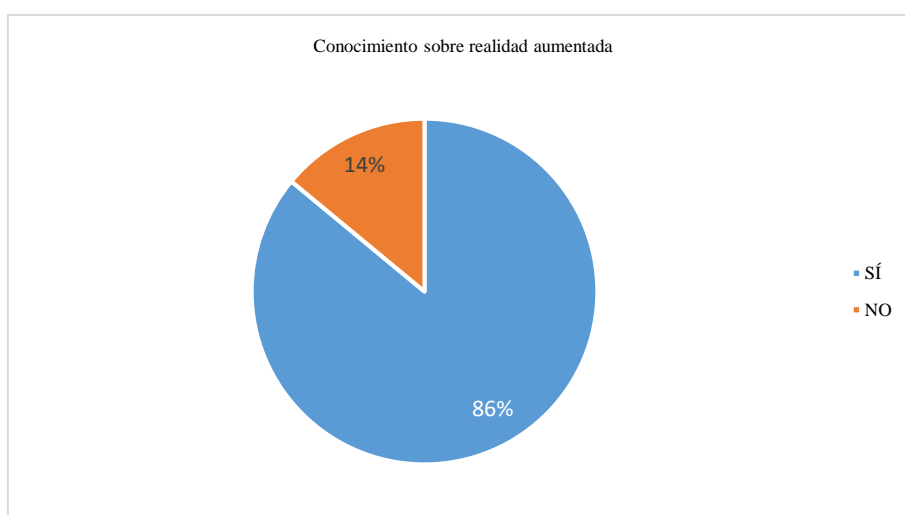


Gráfico 2. Conocimiento sobre realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 2 indica que el 86% de los docentes sí tienen conocimientos generales sobre lo que significa la realidad aumentada, el 14% restante expresa que ha escuchado ese término sin embargo no recuerda lo que representa.

Pregunta 3: ¿Ha utilizado códigos de barra o códigos QR para compartir algún tipo de contenido con sus estudiantes?

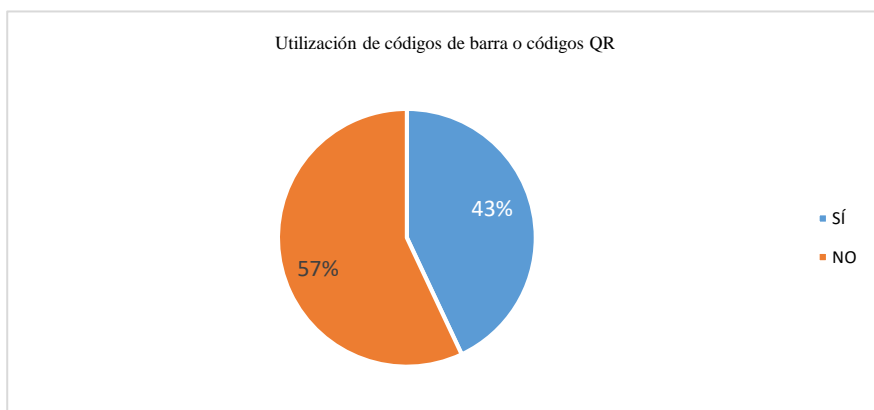


Gráfico 3. Utilización de códigos de barra o códigos QR.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 3 se observa que 43% de los docentes expresan que sí han hecho uso de códigos QR o códigos de barra para proporcionar contenido adicional a sus estudiantes, pero no con tanta frecuencia en comparación a las herramientas descritas en la primera pregunta. Los docentes desconocen que la utilización de códigos de barra o códigos QR es parte de la tecnología de realidad aumentada, ya que ésta solamente la solían asociar a objetos virtuales sobreexpuestos.

Pregunta 4: ¿Considera que la utilización de realidad aumentada mejoraría su forma de llegar al estudiante en conocimientos de la asignatura?

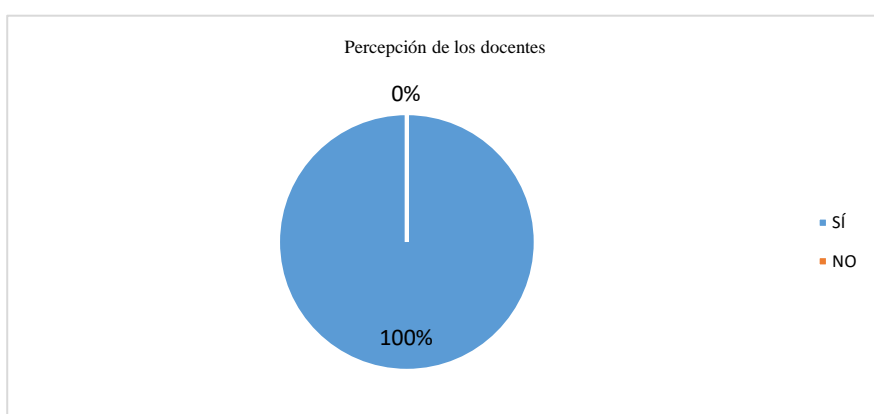


Gráfico 4. Percepción de los docentes frente a la utilización de realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 4 indica que todos los docentes están de acuerdo en que la implementación de herramientas innovadoras como la realidad aumentada resultaría interesante para el estudiante, lo que permitiría mejorar la manera en que se imparte el conocimiento.

Pregunta 5: ¿Considera que la realidad aumentada podría incentivar al estudiante a adquirir conocimiento fuera del aula en lugar de limitarse a la guía del docente?

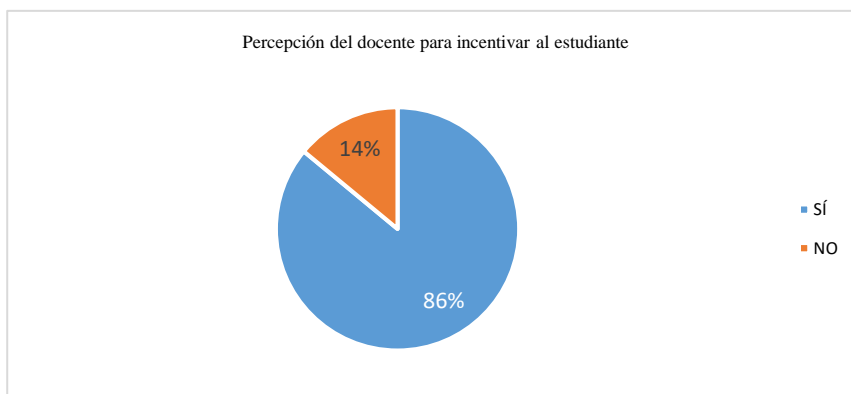


Gráfico 5. Percepción de los docentes para incentivar al estudiante con realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

El 86% de los docentes coincide en que la realidad aumentada podría motivar al estudiante a buscar su propio conocimiento.

Pregunta 6: ¿Si su respuesta anterior fue sí, indique ¿en qué rama de las matemáticas le gustaría aplicar la realidad aumentada?

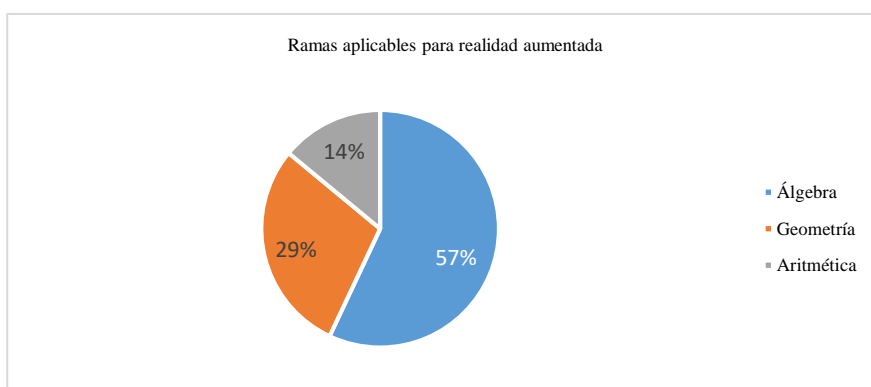


Gráfico 6. Ramas aplicables para realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

Toda la población respondió esta interrogante relacionada al criterio manifestado en la pregunta 5. Las ramas líderes de matemática en las que se podría incursionar en esta tecnología dentro de la Unidad Educativa del Milenio Yachay, son: Álgebra (57%), Geometría (29%) y Aritmética (14%); véase gráfico 6.

3.1.2. Nivel de conocimiento inicial de toda la población

Las tablas 7 y 8 en conjunto con las figuras 3 y 4 permiten apreciar los resultados obtenidos en la aplicación del test inicial, en la cual la apreciación grupal de valores ubica al paralelo “A” por encima del “B”. En el caso del paralelo “A” se tiene un total de 37 estudiantes, de los cuales ninguno ha obtenido una calificación entre 9 y 10 por lo tanto ninguno domina los aprendizajes, el 27% obtuvo una calificación entre 7 y 8 por lo que en la escala cualitativa alcanzan los aprendizajes requeridos, la mayoría de estudiantes están próximos a alcanzar los aprendizajes puesto que han obtenido una calificación entre 5 y 6; el menor porcentaje responde a 5 estudiantes que son los que no alcanzaron una calificación superior a 4/10 y representan el 14% de la muestra.

Tabla 7

Interpretación de resultados de la prueba de conocimiento piloto de Décimo A.

Calificación Cualitativa	Nro. Estudiantes	Porcentaje
Domina Los Aprendizajes	0	0%
Alcanza Los Aprendizajes	10	27%
Esta Proximo A Alcanzar	22	59%
No Alcanza Los Aprendizajes	5	14%
Total	37	

Nota. La tabla 7 muestra los resultados obtenidos en la prueba piloto paralelo “A”.

Fuente: Elaboración propia.

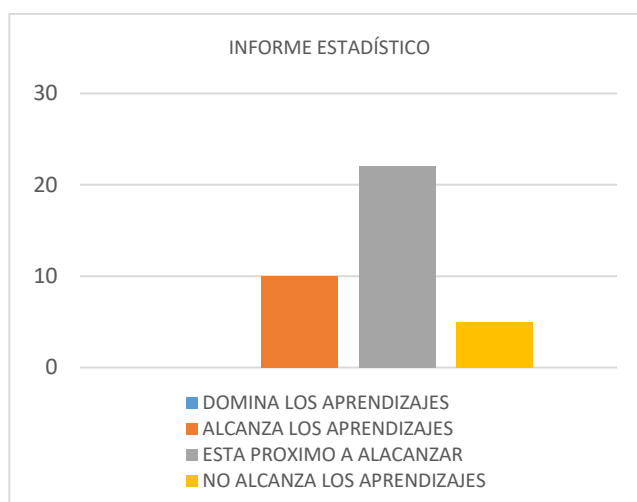


Figura 3. Informe estadístico de evaluación piloto Décimo A.

Fuente: Elaboración propia.

Según el instructivo para la aplicación de la evaluación publicado por el Ministerio de Educación, las notas cuantitativas señalan el nivel de cumplimiento de los objetivos de aprendizaje planteados en el currículo (Ministerio de Educación del Ecuador, 2017). Entonces, para el caso del décimo año paralelo “B”, conformado por un total de 39 estudiantes, se tiene que ninguno domina los aprendizajes, el 16% alcanzan los aprendizajes (obtuvieron su calificación entre 7 y 8), el 43% está próximo a alcanzar, aquí se encuentra la mayor porción de esta población que lograron su calificación entre 5 y 6, mientras que 16 estudiantes se encuentran en el grupo de aquellos que no alcanzan los aprendizajes con una nota inferior a 4.

Tabla 8

Interpretación de resultados de la prueba de conocimiento piloto de Décimo B.

Calificación Cualitativa	Nro. Estudiantes	Porcentaje
Domina Los Aprendizajes	0	0%
Alcanza Los Aprendizajes	6	16%
Esta Próximo a Alcanzar	17	43%
No Alcanza Los Aprendizajes	16	41%
Total	39	

Nota. Nota. La tabla 8 muestra los resultados obtenidos en la prueba piloto paralelo “B”.

Fuente: Elaboración propia.

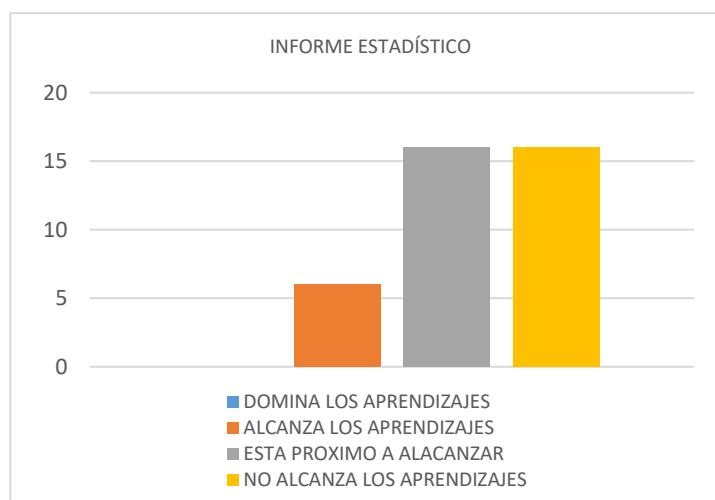


Figura 4. Informe estadístico de evaluación piloto Décimo B

Fuente: Elaboración propia.

Por tal motivo, es preciso expresar que los dos paralelos no se encuentran en el mismo nivel de conocimiento, requerimiento necesario para analizar la incorporación de la realidad aumentada, objetivo principal de este estudio, el cual exige que las condiciones deben ser exactamente las mismas para todos los participantes del experimento. Así se propone la utilización del método de investigación denominado “aleatorización estratificada” que consiste en identificar los estratos y los sujetos de investigación para asignar un número equitativo de participantes con cierta característica al grupo o bloque de estudio; esta tiene el propósito de minimizar las variables de confusión garantizando una asignación pareja (Zurita-Cruz et al., 2018).

Así, se procede a consolidar los resultados de los dos paralelos para luego conformar dos equipos, denominados grupo experimental y grupo de control. Un grupo experimental es una muestra de prueba o el grupo que percibe un procedimiento experimental. Este grupo está expuesto a cambios en la variable independiente que se está probando. Se registran los valores de la variable independiente y el impacto sobre la variable dependiente, este estudio incluye un único grupo experimental (Husni, 2020).

Por su parte, el grupo de control es una porción separada del resto del experimento de manera que la variable independiente que se está probando no puede influir en los resultados. Esto aísla los efectos de la variable independiente en el experimento y puede ayudar a descartar explicaciones alternativas de los resultados experimentales (Husni, 2020). Por tanto, se deducen las variables de la investigación siendo la variable independiente la realidad aumentada y la variable dependiente el aprendizaje de matemáticas.

Para este estudio, el grupo experimental recibirá el tratamiento con realidad aumentada mientras que el grupo de control recibirá el tratamiento estándar mediante la educación tradicional. Al finalizar el experimento los estudiantes que conforman el grupo experimental llenarán la encuesta de satisfacción que permitirá conocer el punto de vista desde su perspectiva en cuanto a la utilización de la tecnología en cuestión. La tabla 9 consolida los resultados de todos los estudiantes de Décimo Año de Educación General Básica. De esta manera los dos grupos quedan separados de una manera equitativa respecto a su nivel de conocimiento inicial.

Tabla 9
Consolidación de resultados de los estudiantes de Décimo Año.

Calificación Cualitativa	Nro. Estudiantes	Porcentaje
Domina los aprendizajes	0	0%
Alcanza los aprendizajes	16	21%
Está próximo a alcanzar	38	51%
No alcanza los aprendizajes	22	28%
Total	76	

Nota. La tabla 9 indica la consolidación de resultados de la prueba piloto de los estudiantes de décimo año.
Fuente: Elaboración propia.

Cumpliendo con el método de aleatorización estratificada se procede a separar los estudiantes según su calificación cuantitativa, esto quiere decir que cada equipo no necesariamente se conformará por estudiantes del mismo curso, sino según su conocimiento, por ejemplo, en la métrica de “alcanza los aprendizajes” se puede observar que son 16

estudiantes que se encuentran en este punto, de los cuales al 50% de ellos se los incluirá en el grupo experimental mientras que el otro 50% permanecerá en el grupo de control, en el siguiente caso se disponen de 38 estudiantes próximos a alcanzar los aprendizajes, por tanto 19 se colocarán en el grupo experimental y 19 irán al grupo de control. Este procedimiento de separación o estratificación se realizará para las otras métricas, lo cual da como resultado la tabla 10 y la tabla 11, mismas que se exhiben posteriormente.

Tabla 10

Sujetos de investigación del grupo experimental.

Calificación Cualitativa	Nro. Estudiantes	Porcentaje
Domina los aprendizajes	0	0%
Alcanza los aprendizajes	8	21%
Está próximo a alcanzar	19	51%
No alcanza los aprendizajes	11	28%
Total	38	

Nota. La tabla 10 indica la calificación del grupo experimental. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11.

Sujetos de investigación del grupo de control

Calificación Cualitativa	Nro. Estudiantes	Porcentaje
Domina los aprendizajes	0	0%
Alcanza los aprendizajes	8	21%
Está próximo a alcanzar	19	51%
No alcanza los aprendizajes	11	28%
Total	38	

Nota. La tabla 11 indica la calificación del grupo de control. Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con el proceso investigativo, para la etapa de procesamiento se requiere conocer cuáles son las herramientas que permiten hacer uso de la tecnología de realidad aumentada y que promulguen el alcance del objetivo de investigación. Resulta preciso esclarecer la diferencia que existe entre la realidad aumentada y la realidad virtual para evitar ambigüedades, la primera se basa en superponer objetos sobre el mundo real, mientras que la segunda reemplaza por completo la realidad. Los ambientes de aprendizaje de realidad virtual brindan fenómenos simulados, pero no permiten interactuar con objetos reales, por el contrario, los ambientes de aprendizaje con realidad aumentada promueven una experiencia realista al combinar las simulaciones con elementos físicos (Liou, Yang, Chen, y Tarnng, 2017).

3.1.3. Nivel de conocimiento en estudiantes con el método de enseñanza tradicional (Grupo de Control)

Una vez aplicada la evaluación a los estudiantes de la Institución Educativa seleccionados como grupos de control y experimental con el propósito de diagnosticar el nivel de conocimiento matemático en los temas de álgebra, geometría y lógica matemática, se procede a realizar la presentación de resultados, para lo cual se hace uso de la estadística descriptiva. La estadística descriptiva ofrece un resumen sobre la población que se está estudiando sin realizar ningún tipo de inferencia basada en la teoría de la probabilidad. Aunque el objetivo principal del estudio implica la estadística inferencial, el objetivo primordial de la estadística descriptiva consiste en proporcionar un resumen general. Cuando se describe la población utilizando herramientas como tablas de distribución de frecuencias, porcentajes y otras medidas de tendencia central como la media, se está hablando de estadística descriptiva. Esta rama de las matemáticas puede ayudar a resumir los datos en forma de medidas cuantitativas sencillas, como porcentajes o medias (Kaliyadan y Kulkarni, 2019).

Las distribuciones de frecuencias indican el número real de observaciones que repercuten en cada rango o porcentaje de observaciones y se utiliza para medir variables cualitativas o

cuantitativas, entonces, una tabla de frecuencias se define como un arreglo de doble entrada en el que, en la primera columna van los datos de la variable de estudio, la frecuencia absoluta se añade en las próximas columnas, esta representa el número de veces que aparece cualquier valor de la variable de estudio y la frecuencia absoluta acumulada es la adición de la frecuencia absoluta de un valor con todos los datos anteriores. Por su parte, la frecuencia relativa es la división de la frecuencia absoluta y el número de datos (Hill y Berry, 2021).

Así que, se tiene una población de 76 estudiantes segmentados en dos grupos: control y experimental. Los 38 participantes del grupo de control respondieron al cuestionario haciendo uso de las herramientas tradicionales únicamente. La tabla 12 indica los resultados obtenidos en este segmento.

Tabla 12

Resultados de la evaluación del Grupo de control

Calificación cualitativa	Límite inferior	Límite superior	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. relativa acumulada
No alcanza los aprendizajes	0,00	4,00	2	9	9	24%	24%
Está próx. a alcanzar los aprendizajes	4,01	6,99	5,5	19	28	50%	74%
Alcanza los aprendizajes	7,00	8,99	7,995	10	38	26%	100%
Domina los aprendizajes	9,00	10,00	9,5	0	38	0%	100%
Total				38		1	

Nota. La tabla 12 detalla las variaciones de frecuencia obtenidas en la evaluación del grupo de control.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Nivel de conocimiento en estudiantes con aprendizaje basado en realidad aumentada (Grupo Experimental).

El siguiente segmento de la población seleccionada corresponde al grupo experimental, es decir, individuos que resolvieron el mismo cuestionario, pero utilizando la realidad aumentada como recurso de apoyo. Estos participantes recibieron una capacitación previa en torno a la utilización de las aplicaciones. Los resultados se exponen en la tabla 13.

Tabla 13

Resultados de la evaluación del Grupo Experimental

Calificación cualitativa	Límite inferior	Límite superior	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. relativa acumulada
No alcanza los aprendizajes	0,00	4,00	2	4	4	11%	11%
Está próx. a alcanzar los aprendizajes	4,01	6,99	5,5	17	21	45%	55%
Alcanza los aprendizajes	7,00	8,99	7,995	14	35	37%	92%
Domina los aprendizajes	9,00	10,00	9,5	3	38	8%	100%
Total				38		1	

Nota. La tabla 13 detalla las variaciones de frecuencia obtenidas en la evaluación del grupo experimental.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla estadística de frecuencias del grupo experimental mostrada en la parte superior señala que 8% de la población domina los aprendizajes requeridos ya que logró una calificación entre 9,00 y 10,00; el 37% de los estudiantes alcanzan los aprendizajes requeridos consiguiendo una calificación entre 7,00 y 8,99; el 45% de los estudiantes están

próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos obteniendo una calificación entre 4,01 y 6,99; mientras que el 11% no llegaron a satisfacer los requerimientos para lograr una nota superior a 4.

Parte del proceso investigativo implica analizar la percepción del estudiante frente a la utilización de aplicaciones de realidad aumentada, para ello se realizó una encuesta considerando la escala de medición de Likert, que generalmente se aplican en su mayoría en estudios de mercado para la aceptación o rechazo de un producto, que a diferencia de las típicas respuestas de sí y no, les permite dar una puntuación a cada respuesta que va desde el máximo positivo con “muy de acuerdo” hasta el mínimo negativo con “muy en desacuerdo”, resulta conveniente su aplicación para mediciones de comportamiento y actitud, como es este caso ya que cuantifica el grado de conformidad de los estudiantes hacia la tecnología de realidad aumentada. Para la recopilación de datos, se presentó a los participantes preguntas o declaraciones de tipo Likert y una serie de posibles respuestas con cinco elementos. A cada ítem se le asignó una puntuación numérica para que los datos puedan analizarse cuantitativamente (Chyung, Roberts, Swanson, y Hankinson, 2017) .

Tabla 14

Percepción de los sujetos de investigación del grupo experimental frente a la realidad aumentada

Perspectiva	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni de		
			acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Muy en desacuerdo
Ya había escuchado el término realidad aumentada	55%	35%	5%	5%	0%
Entiendo claramente lo que es la realidad aumentada	65%	20%	15%	0%	0%
Compartiré mi conocimiento con mi familia y amigos	50%	15%	25%	10%	0%

La realidad aumentada es una estrategia interesante para aprender matemáticas.	74%	22%	4%	0%	0%
La realidad aumentada me ayuda a comprender de mejor manera la asignatura de matemáticas.	78%	22%	0%	0%	0%
Con la realidad aumentada sería capaz de realizar un aprendizaje independiente.	70%	18%	10	2%	0%
Con un poco más de conocimiento me gustaría desarrollar mi propio contenido de realidad aumentada	90%	0%	10%	0%	0%
Las aplicaciones de realidad aumentada deberían incluirse en la enseñanza en el aula	82%	18%	0%	0%	0%

Nota. La tabla 14 exalta los datos recabados en la encuesta de evaluación del nivel de percepción en cuanto a la utilización de realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 14 expone que la mayoría de estudiantes tiene una actitud positiva al utilizar aplicaciones con realidad aumentada en la resolución de problemas. Estas mediciones se realizan con la encuesta de nivel de satisfacción compuesta por variables generales; Los resultados de la investigación muestran una relación directa entre las actitudes sobre realidad aumentada y los logros en cuanto a solución del cuestionario, es decir, a medida que los estudiantes responden correctamente aumenta su nivel de confianza en sí mismos minimizando situaciones de frustración.

3.1.5. Análisis comparativo entre los grupos de estudio

Para comprender la influencia que tiene la incorporación de la realidad aumentada en la población de estudio se realiza la consolidación de las tablas estadísticas de frecuencias de los datos recabados en las tablas 13 y 12. Las figuras 11, 12, 13 y 14 ofrecen la comparación general entre cada una de las calificaciones cuantitativas de ambos grupos mediante los gráficos de barras.

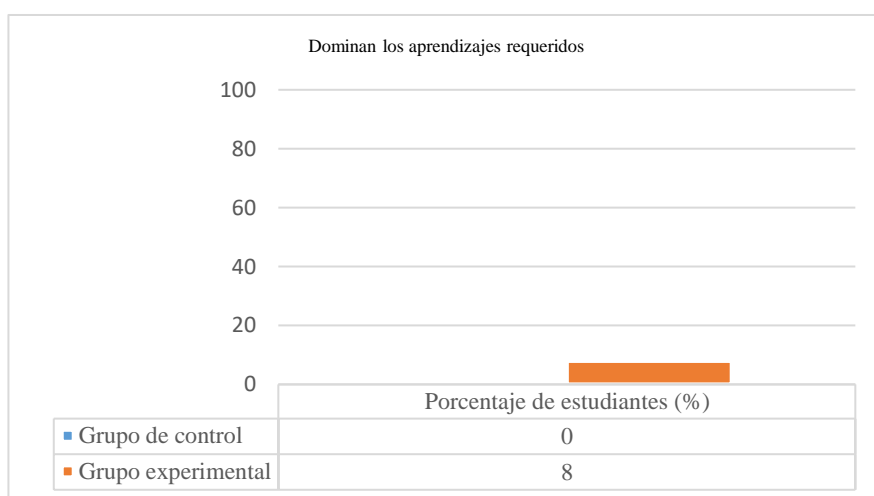


Gráfico 7. Porcentaje de estudiantes que dominan los aprendizajes grupo de control vs grupo experimental

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 7 indica que mientras en el grupo de control ninguno de los estudiantes obtuvo una calificación entre 9,00 y 10,00; el grupo experimental tiene el 8% de individuos que sí lograron las más altas puntuaciones, lo que los convierte en estudiantes que dominan los aprendizajes requeridos en el área de matemáticas. Esto sugiere una ventaja de la realidad virtual frente a la educación tradicional.

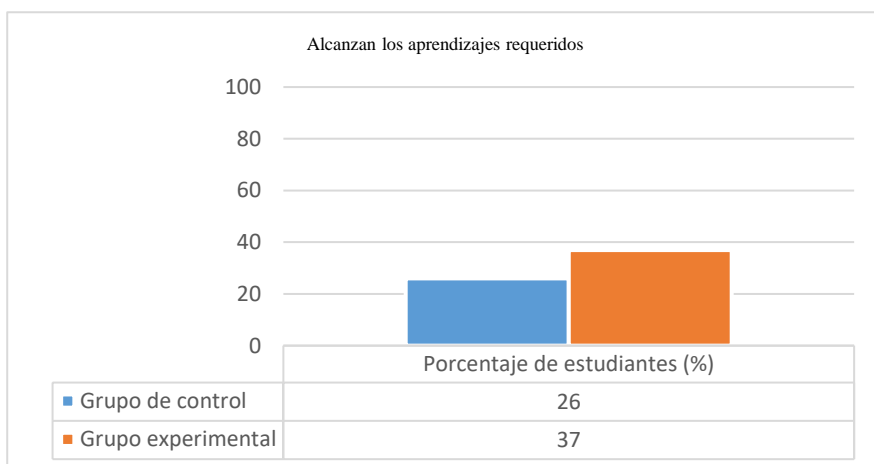


Gráfico 8. Porcentaje de estudiantes que alcanzan los aprendizajes grupo de control vs grupo experimental

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 8 expone que el 26% de los estudiantes pertenecientes al grupo de control alcanzan los aprendizajes requeridos logrando una puntuación entre 7,00 y 8,99. Por otro lado, en el grupo experimental se tiene que el 37% de los estudiantes consiguieron esta ponderación.

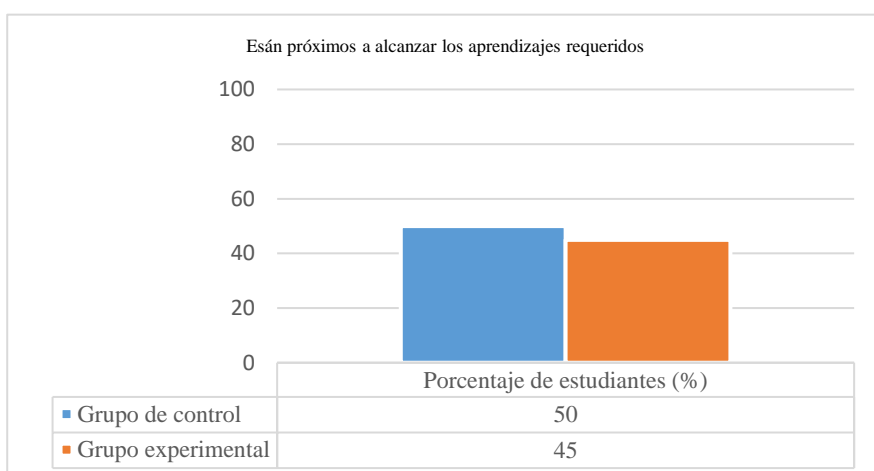


Gráfico 9. Porcentaje de estudiantes que están próximos a alcanzar los aprendizajes grupo de control vs grupo experimental

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 9 presenta los resultados de los estudiantes que obtuvieron una puntuación entre 4,01 y 6,99 y se encuentran dentro de la escala cualitativa de estudiantes que están próximos

a alcanzar los aprendizajes requeridos. Como se contempla en la imagen el grupo de control representa el 50% de estudiantes y el grupo experimental supone el 45%. Es preciso mencionar que en el grupo de control no existen estudiantes que dominan los aprendizajes, por lo tanto, el cálculo de la ponderación difiere respecto al grupo experimental.

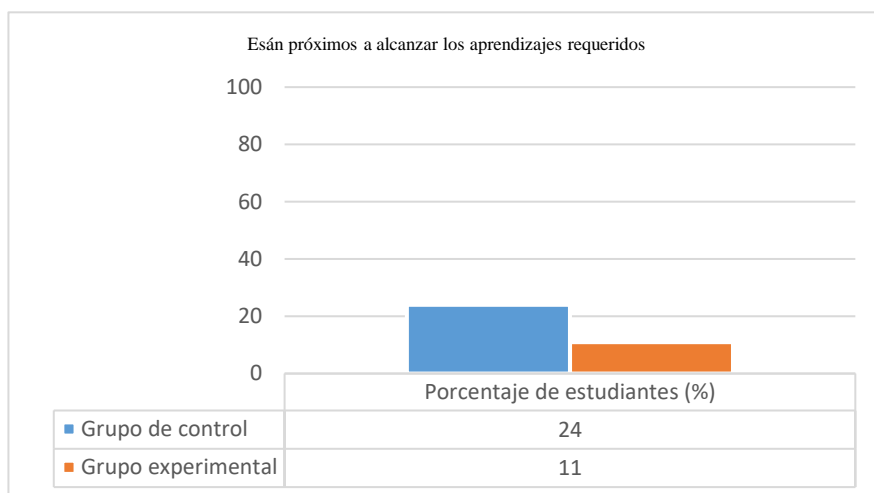


Gráfico 10. Porcentaje de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes grupo de control vs grupo experimental

Fuente: Elaboración propia

Como se puede notar en el gráfico 10, en la barra que refiere al grupo experimental existe un 11% de participantes que obtuvieron una calificación inferior a 4,00; mientras que, en la barra correspondiente al grupo de control, el 24% son los que no obtuvieron la nota base; por tal motivo se localizan en la escala cualitativa de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos.

De igual manera la encuesta de satisfacción realizada al grupo experimental resumida en las gráficas de las figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22 permiten afirmar que el grado de interés y predisposición para la utilización de la tecnología de realidad aumentada es muy bueno y se de utilizar como alternativa y apoyo en las clases de matemáticas.

Pregunta 1: Ya había escuchado el término realidad aumentada (antes de esta práctica)

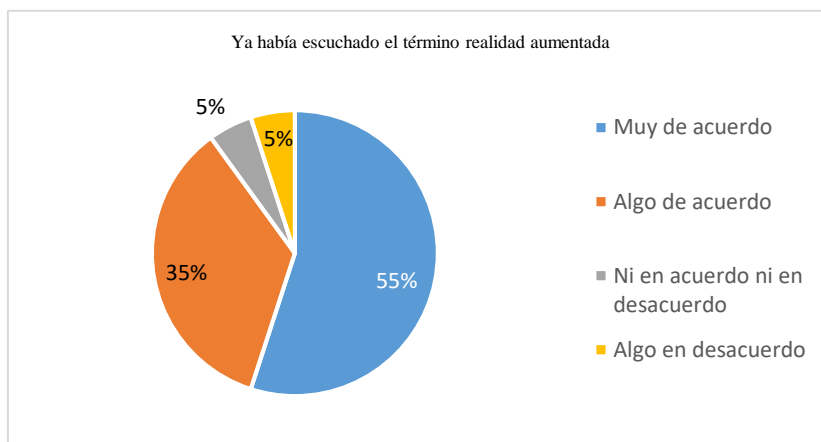


Gráfico 11. Conocimiento general del estudiante sobre realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 11 resalta que el 55% de los estudiantes ya había escuchado el término realidad aumentada en educación, el 35% lo había escuchado en un ámbito distinto de la educación, el 5% no recuerda y el otro 5% no lo ha escuchado con anterioridad a esta investigación.

Pregunta 2: Entiendo claramente lo que es la realidad aumentada.

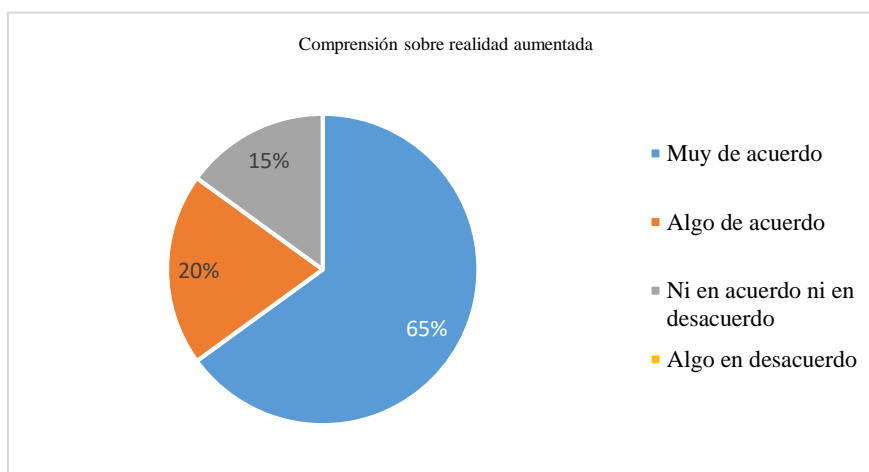


Gráfico 12. Comprensión del estudiante sobre realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

Después de los ejercicios realizados el 65% de estudiantes comprenden claramente lo que significa realidad aumentada, el 20% entiende su concepto en su mayoría, mientras que el 15% considera que se requiere ahondar más en el tema, véase gráfico 12.

Pregunta 3: Compartiré mi conocimiento con mi familia y amigos

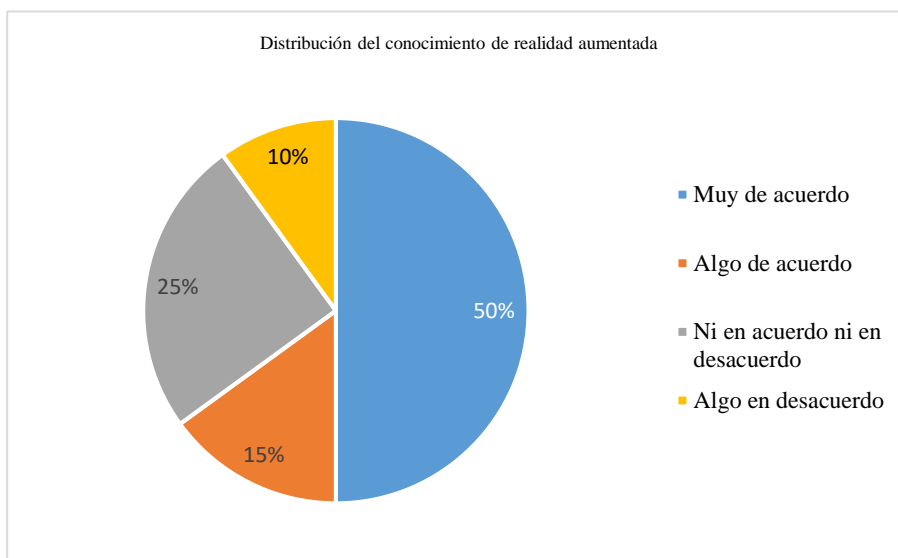


Gráfico 13. Distribución del conocimiento sobre realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 13 muestra que el 50% de los estudiantes piensan que lo aprendido es una información útil que podrán compartirla con sus familiares y amigos, el 15% considera que sí podría compartir su conocimiento con quienes les interese, el 25% expresa que es probable que comparta lo aprendido durante el experimento y el 10% dice que aún requiere comprender de mejor manera la realidad aumentada antes de compartir su experiencia.

Pregunta 4: La realidad aumentada es una estrategia interesante para aprender matemáticas.

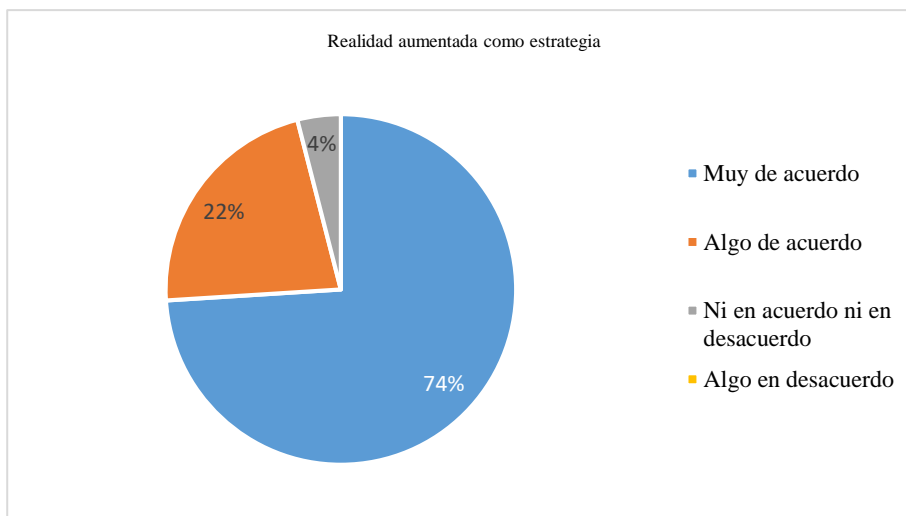


Gráfico 14. Percepción del estudiante sobre realidad aumentada como estrategia educativa.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 14 detalla que al 74% de los estudiantes les parece que la realidad aumentada es una estrategia interesante para aprender matemáticas y el 22% la considera una herramienta muy buena. El 4% no define su criterio.

Pregunta 5: La realidad aumentada me ayuda a comprender de mejor manera la asignatura de matemáticas

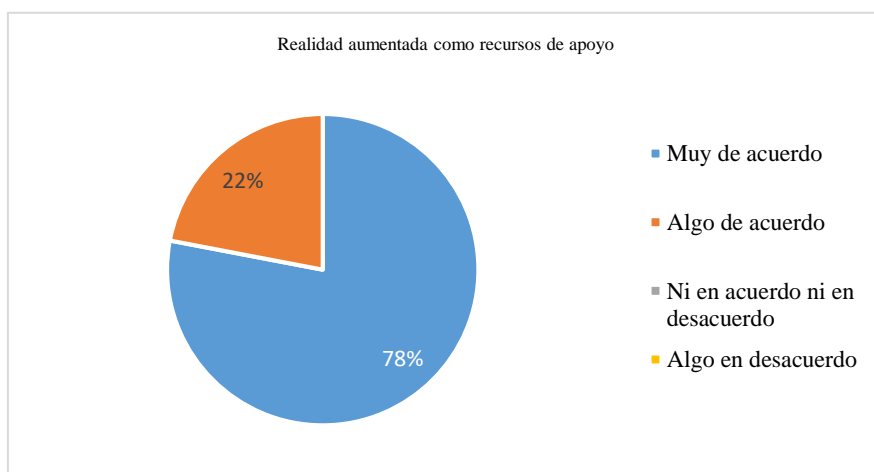


Gráfico 15. Percepción del estudiante sobre realidad aumentada como recurso de apoyo.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico 15, el 78% de los estudiantes expresa que la realidad aumentada le ha ayudado a comprender de mejor manera los problemas planteados en el cuestionario, mientras que el 22% cree que es una herramienta muy buena pero que sí requiere tener conocimientos previos de la asignatura.

Pregunta 6: Con la realidad aumentada sería capaz de realizar un aprendizaje independiente.

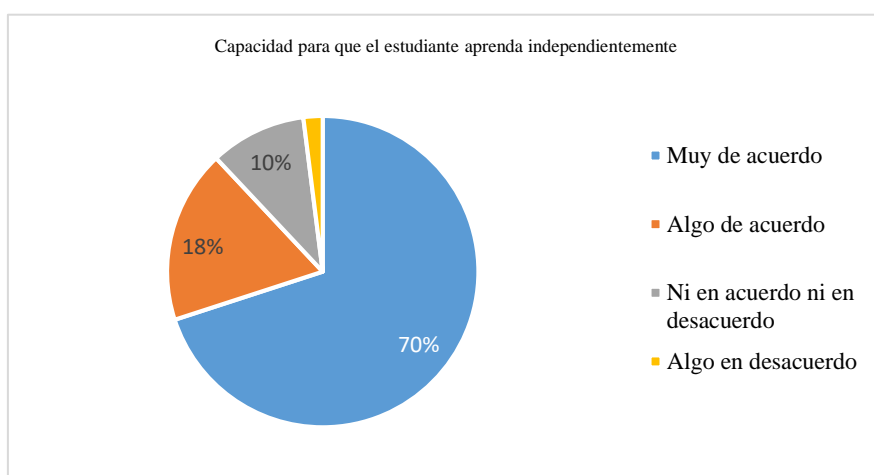


Gráfico 16. Percepción del estudiante sobre realizar un aprendizaje independiente apoyándose en la realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 16 detalla que el 70% de los estudiantes piensan que explotando las mejores ventajas de la realidad aumentada podrían aprender de manera autónoma desde su hogar o en el aula, el 18% cree que podría realizar su propio aprendizaje con la guía de su docente, el 10% piensa que la explicación del docente tutor debe realizarse con cada nueva actividad enviada, mientras que el 2% cree que es una herramienta complementaria que de ninguna manera sustituye a su maestro.

Pregunta 7: Con un poco más de conocimiento me gustaría desarrollar mi propio contenido de realidad aumentada

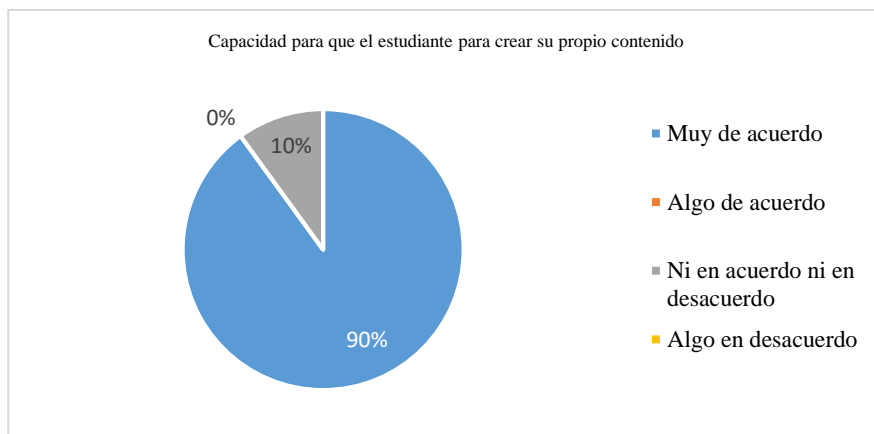


Gráfico 17. Percepción del estudiante para crear su propio contenido con realidad aumentada.

Fuente: Elaboración propia

Con la utilización de las aplicaciones de realidad aumentada, el 90% de los estudiantes se mostraron bastante interesados en continuar explorando la configuración y personalización acorde a sus necesidades, mientras que el 10% considera que es suficiente con las funciones aprendidas hasta el momento, el gráfico 17 muestra la estadística.

Pregunta 8: Las aplicaciones de realidad aumentada deberían incluirse en la enseñanza en el aula

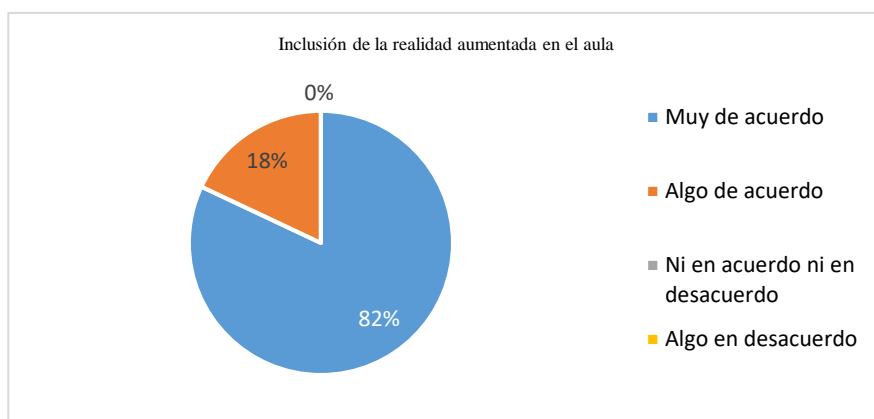


Gráfico 18. Percepción del estudiante sobre incluir la realidad aumentada en el aula.

Fuente: Elaboración propia

Por último, el gráfico 18 se visualiza que, el 82% de los aprendices piensan que el uso de herramientas atractivas como la realidad aumentada, deberían incluirse dentro del proceso de enseñanza como un recurso adicional, el 18% coincide que son mecanismos muy buenos que les podría ayudar a mejorar su aprendizaje

4. CONCLUSIONES

Esta investigación demostró que la tecnología con realidad aumentada despertó significativamente el interés entre los aprendices, quienes mostraron un elevado nivel de satisfacción cuando se combinó el mundo real con los objetos “aumentados” a través de las aplicaciones compatibles con sus dispositivos, entre ellas Geogebra o Photomath, por ejemplo, el grupo de control obtuvo un porcentaje de cero en cuanto a estudiantes que dominan los aprendizajes, mientras que el grupo experimental ya presentó un 8% de estudiantes que obtuvieron calificaciones entre 9,00 y 10,00, dominando los aprendizajes; de igual manera en el primer grupo, alrededor del 24% no alcanzaron los aprendizajes mientras que en el segundo ese valor descendió al 11%. A primera vista la diferencia podría no ser abismal, sin embargo, la predisposición de los estudiantes del grupo experimental por aprender matemáticas con la realidad aumentada fue superior en comparación con el resto de estudiantes, así lo detallaron los resultados de las pruebas de conocimientos y la encuesta de nivel de satisfacción en la cual todos los parámetros se localizan sobre el 50% en la escala de Likert correspondiente a “muy de acuerdo”.

Se debe enfatizar, en que, el uso de aplicaciones con realidad aumentada presentó limitaciones encadenadas a factores como el ancho de banda del proveedor de servicios de internet, la latencia de esta conexión y por supuesto la capacidad de los recursos de hardware, si se habla de dispositivos móviles, mientras más cantidad de sensores tienen (GPS, acelerómetros, entre otros), la experiencia con realidad virtual demostró ser mucho mejor, por lo cual se debería realizar un análisis de requerimientos o pruebas piloto que permitan encontrar la herramienta más apropiada. Los resultados obtenidos tanto a nivel de conocimiento en los temas seleccionados tales como álgebra o geometría y a nivel de percepción, fueron alentadores y motivan a la utilización de la realidad aumentada en otras áreas y subniveles de la institución ya que podría minimizar la brecha de factores emocionales que dificultan el aprendizaje en el contexto actual.

En esta investigación se destacó que el aprovechamiento en la asignatura de matemáticas podría incrementarse entre un 8% y 11% acorde a las tablas de frecuencias desarrolladas que

mostraron esas variaciones, por lo que se puede concluir que la realidad aumentada crea oportunidades para que los docentes apoyen a los estudiantes a comprender conceptos abstractos del área de matemáticas. Al utilizar la interacción y la experimentación que ofrecen las tecnologías de realidad aumentada, los profesores pueden mejorar las experiencias en aula virtual o presencial, enseñar nuevas habilidades, y particularmente inspirar las mentes de los estudiantes a desarrollar su razonamiento espacial, el cual no se logra con el método tradicional, motivándolos a su vez a que despierten el entusiasmo de la asignatura a través de la exploración de nuevos intereses académicos.

5. RECOMENDACIONES

Uno de los principales objetivos de la investigación y publicación científica es responder preguntas con la mayor confiabilidad posible. Por lo que para futuras investigaciones se recomienda ampliar la muestra para así garantizar mejores niveles de certeza.

A medida que se desarrolla continuamente todo el potencial de la tecnología y los estudiantes de hoy en día se sienten más atraídos por el uso de la tecnología, se alienta a la comunidad educativa, especialmente a las instituciones para que fomenten dicho uso en el proceso educativo impulsando la creatividad de los estudiantes e inspirando nuevas ideas. Los avances recientes en tecnología, como la realidad aumentada, pueden brindar a los estudiantes de diversas disciplinas más oportunidades para expandir y hacer crecer su creatividad e innovación en la educación de maneras nuevas y diferentes.

El uso de estas tecnologías puede ayudar tanto a los estudiantes como a los maestros a pensar de manera diferente y en un nuevo modo interdisciplinario. La incorporación de nuevas tecnologías en lugar de resistirse a ellas es esencial para la inspiración y puede contribuir en gran medida a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, N. I. N., y Junaini, S. N. (2020). Augmented Reality for Learning Mathematics: A Systematic Literature Review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 106–122. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.14961>
- Alan, N., y Cortes Suarez, D. y L. (2017). Procesos y Fundamentos de la Investigación. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiacionCientifica.pdf>
- Barajas, R., Saavedra, P., Albéniz, J., y Carriloo, I. (2014). The importance of knowing the starting level of knowledge. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 1(1), 69. <https://doi.org/10.4995/muse.2014.2193>
- Cabero Almenara, J., Vázquez Cano, E., y López Meneses, E. (2018). Use of augmented reality technology as a didactic resource in university teaching | Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Formacion Universitaria*, 11(1), 25–34. Retrieved from https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0718-50062018000100025yInq=enynrm=isoytInq=en
- Carrera, C. C., Saorín, J. L., y Medler, S. H. (2018). Pokémon GO and Improvement in Spatial Orientation Skills. <https://doi.org/10.1080/00221341.2018.1470663>, 117(6), 245–253. <https://doi.org/10.1080/00221341.2018.1470663>
- Chyung, S. Y. (Yonnie), Roberts, K., Swanson, I., y Hankinson, A. (2017). Evidence-Based Survey Design: The Use of a Midpoint on the Likert Scale. *Performance Improvement*, 56(10), 15–23. <https://doi.org/10.1002/PFI.21727>
- Díaz, E. L. C. (2015). *Uso que le Dan los Docentes a las TIC's en el Proceso enseñanza aprendizaje de la Institución Técnica Educativa Nuestra Señora del Carmen del Municipio de Aguachica*. 135. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/571480>
- Geogebra. (2021). About GeoGebra – GeoGebra. Retrieved November 2, 2021, from <https://www.geogebra.org/about>
- Gobierno del Ecuador. (2015). Ley Orgánica De Telecomunicaciones. *Registro Oficial Órgano Del Gobierno Del Ecuador, Tercer Sup*, 1–40. Retrieved from <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Organica-de-Telecomunicaciones.pdf>
- Gómez, O. (2013). *Formación gerencial y responsabilidad social en la Universidad del*

Zulia.

- Granja, O. (2015). *El constructivismo como teoría y método de enseñanza*.
<https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>
- Hill, R., y Berry, S. (2021). *Data, Analysis and Statistics*. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-79104-9_2
- Husni, H. (2020). The Effect of Inquiry-based Learning on Religious Subjects Learning Activities: An Experimental Study in High Schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.36667/JPPPI.V8I1.434>
- Kaliyadan, F., y Kulkarni, V. (2019). Types of Variables, Descriptive Statistics, and Sample Size. *Indian Dermatology Online Journal*, 10(1), 82. https://doi.org/10.4103/IDOJ.IDOJ_468_18
- Kohlert, S., Scherer, N., Kherani, S., y McLean, L. (2012). The Utilization of the iOS Platform to Create LearnENT: An Interactive Educational App in Otolaryngology—Head and Neck Surgery. *Education Research International*, 2012, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2012/671383>
- Kop, R., y Hill, A. (2021). Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past? *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 9(3). <https://doi.org/10.19173/IRRODL.V9I3.523>
- Kovačević, N. (2019). (PDF) Spatial reasoning in mathematics. Retrieved November 2, 2021, from https://www.researchgate.net/publication/331430837_Spatial_reasoning_in_mathematics
- La realidad aumentada y virtual acumulan en 2020 una inversión de 2.000 millones de dólares | Tendencias | ComputerWorld. (2020). Retrieved November 1, 2021, from <https://www.computerworld.es/tendencias/la-realidad-aumentada-y-virtual-acumulan-en-2020-una-inversion-de-2000-millones-de-dolares>
- Liou, H. H., Yang, S. J. H., Chen, S. Y., y Tarng, W. (2017). The influences of the 2D image-based augmented reality and virtual reality on student learning. *Educational Technology and Society*, 20(3), 110–121. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/26196123>
- López De La Cruz, E. C. I. (2020). Vista de Conectivismo, ¿un nuevo paradigma del aprendizaje? | Desafíos. Retrieved November 1, 2021, from Revista Científica de Ciencias Sociales y Humanidades website:

- <http://revistas.udh.edu.pe/index.php/udh/article/view/259e/193>
- López, P. L. (2021). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. Retrieved October 22, 2021, from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
- Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., y Bailenson, J. N. (2018). Immersive Virtual Reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in Psychology*, 9(NOV). <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2018.02364>
- Medina Herrera, L. M., Sánchez, G. A., Andrea, L., Notarantonio, A., Ruiz, S., Miranda, M. A., ... Michel, L. C. (2021). *Visualización matemática con realidad aumentada : Cálculo multivariado*. 1–13.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). El Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria Subnivel Superior. *Currículo 2016*, 2, 20–23. Retrieved from <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/EGB-Superior.pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2017). Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil. *Ministerio de Educación*, 42. Retrieved from https://academico.ecuador-online.net/wp-content/uploads/2016/10/Instructivo_para_la_aplicacion_de_la_evaluacion_estudiantil_-22-07-2016.pdf
- O’Leary, Z. (2017). The Essential Guide to Doing Your Research Project | SAGE Publications Ltd. In *SAGE Publications Ltd*. Retrieved from <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/the-essential-guide-to-doing-your-research-project/book249279>
- Pawar, N. (2020). Type of Research and Type Research Design. *Social Research Methodology*, 8(1), 46–57. Retrieved from <https://www.kdpublications.in>
- Photomath. (2021). Photomath ✓. Retrieved November 2, 2021, from <https://photomath.es/>
- Prendes, C. (2015). Realidad Aumentada Y Educación: Análisis De Experiencias Prácticas. *Pixel - Bit. Revista de Medios y Educación.*, 46, 1133–8482.
- Quiver. (2020). QuiverVision 3D Augmented Reality coloring apps. Retrieved October 29, 2021, from QuiverVision website: <https://quivervision.com/>
- Ramírez P., W. R. (2017). *Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas en educación básica secundaria*. 1–114. Retrieved from <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/210#.YH4Qy1Na0oo.mendeley>

- Rich, K., y Brendefur, J. L. (2018). The Importance of Spatial Reasoning in Early Childhood Mathematics. *Early Childhood Education*.
<https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.81564>
- Rivera Caspa, E., Quispe de la Cruz, L. B., y Montalvo Yarnold, C. A. (2011). Realidad aumentada e inteligencias múltiples en el aprendizaje de matemáticas. *Concurso de Proyectos Feria Tecnológica IEEE INTERCON*, 1–10.
- Saidin, N. F., Halim, N. D. A., y Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International Education Studies*, 8(13), 1–8. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n13p1>
- Siedlecki, S. L. (2020). Understanding Descriptive Research Designs and Methods. *Clinical Nurse Specialist*, 34(1), 8–12. <https://doi.org/10.1097/NUR.0000000000000493>
- Sinha, S. (2021). Augmented Reality In Education - eLearning Industry. Retrieved November 1, 2021, from <https://elearningindustry.com/augmented-reality-in-education-staggering-insight-into-future>
- Sketchup. (2021). 3D Design Software | 3D Modeling on the Web | SketchUp. Retrieved November 2, 2021, from <https://www.sketchup.com/>
- Symbolab. (2021). Solucionador matemático Symbolab - calculadora paso a paso. Retrieved November 2, 2021, from <https://es.symbolab.com/>
- Underwood, Z. (2016). Connectivism: A Learning Theory for Today's Academic Advising. Retrieved October 21, 2021, from <https://nacada.ksu.edu/Resources/Academic-Advising-Today/View-Articles/Connectivism-A-Learning-Theory-for-Todays-Academic-Advising.aspx>
- UNESCO. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. Retrieved from https://www.siteal.iiep.unesco.org/respuestas_educativas_covid_19.
- Van der Straeten, J. (2017). The Evolution of Augmented Reality | PwC Belgium. Retrieved October 21, 2021, from <https://www.pwc.be/en/news-publications/insights/2017/the-evolution-of-augmented-reality.html>
- Visual Math 4D. (2021). appnova - Visual Math 4D. Retrieved November 2, 2021, from <https://www.appnova.de/>
- West, R. E. (2018). *Foundations of Learning and Instructional Design Technology*. 676. Retrieved from <https://lidtfoundations.pressbooks.com/chapter/connectivism-a-learning-theory-for-the-digital-age/>
- Žukauskas, P., Vveinhardt, J., y Andriukaitienė, R. (2018). Exploratory Research.

Management Culture and Corporate Social Responsibility.

<https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.70631>

Zurita-Cruz, J. N., Márquez-González, H., Miranda-Navales, G., Villasís-Keever, M. Á., Zurita-Cruz, J. N., Márquez-González, H., ... Villasís-Keever, M. Á. (2018). Estudios experimentales: diseños de investigación para la evaluación de intervenciones en la clínica. *Revista Alergia México*, 65(2), 178–186.
<https://doi.org/10.29262/RAM.V65I2.376>