



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA, CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

CARRERA TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL PARA
MEJORAR EL APRENDIZAJE INTERACTIVO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA EN EL CANTÓN LA TRONCAL.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

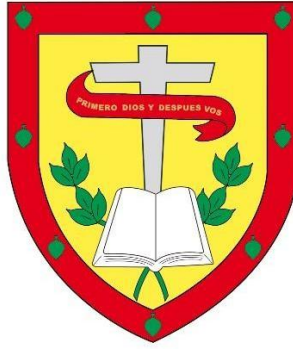
AUTOR: JHINSON OSWALDO JAMA MACAO

DIRECTOR: ING. MANUEL GUILLERMO RODRÍGUEZ LÓPEZ, Mgtr.

LA TRONCAL - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA, CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

CARRERA TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL PARA MEJORAR
EL APRENDIZAJE INTERACTIVO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
EN EL CANTÓN LA TRONCAL.

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

AUTOR: JHINSON OSWALDO JAMA MACAO

DIRECTOR: ING. MANUEL GUILLERMO RODRÍGUEZ LÓPEZ, Mgtr.

LA TRONCAL - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

**UNIDAD ACADÉMICA DE INFORMÁTICA, CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

UNIDAD DE TITULACIÓN

La Troncal, 29 de agosto de 2025

Sección: U.A. de Informática, Ciencias de la Computación e Innovación Tecnológica
Asunto: Certificación y aprobación de presentación del Trabajo de Titulación

Señor Ingeniero
Guillermo Rodríguez López. Mgtr
Director de carrera
Ingeniería en Tecnologías de la Información

De mi consideración.

Reciba un cordial saludo y mis mejores deseos de éxito en sus funciones.

El suscrito, en calidad de tutor del trabajo de titulación, certifica que el trabajo titulado: "Desarrollo de una aplicación de Realidad Virtual para mejorar el aprendizaje interactivo en estudiantes de educación secundaria en el cantón La Troncal", desarrollado por el estudiante Jhinson Oswaldo Jama Macao, con número de cedula 0303124887, ha sido guiado y revisado de manera periódica, cumpliendo con las normativas estatutarias establecidas por la Universidad Católica de Cuenca.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales consiguientes. Sin otro particular me suscribo de Usted.

Atentamente,



Guillermo Rodríguez. Mgtr
TUTOR

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Jhinson Oswaldo Jama Macao portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0303124887**. Declaro ser el autor de la obra: **“Desarrollo de una aplicación de Realidad Virtual para mejorar el aprendizaje interactivo en estudiantes de educación secundaria en el cantón La Troncal”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

La Troncal, **29 de agosto de 2025**



F:

Jhinson Oswaldo Jama Macao

C.I. 0303124887

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la carrera de Tecnologías de la Información de la UCACUE, extensión La Troncal, por su guía académica excelente, su exigencia formativa, sus consejos de vida y el compromiso constante con nuestra preparación profesional. A mi familia, por su apoyo incondicional. A mi madre, por su amor, sus palabras de aliento y su fe inquebrantable; a mi padrastro, por su ejemplo y su presencia en cada etapa; y a todos en casa, por su comprensión, paciencia y ánimo permanente. A mis compañeros de carrera, por la camaradería, el trabajo en equipo, su ayuda para resolver problemas y la perseverancia compartida en proyectos, prácticas y largas jornadas. Con ustedes aprendí el valor de la cooperación y la amistad.

Jhinson Oswaldo Jama Macao

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, la salud y la sabiduría; por iluminar mi camino cuando hubo dudas y darme la fortaleza para culminar esta meta. A mi madre, cuya fortaleza y amor incondicional siempre me ha dado, me sostuvo en los momentos más difíciles y me enseñaron a no rendirme. A mi padrastro, por su ejemplo de trabajo y por acompañarme con paciencia en este camino. A mi familia, especialmente a mis abuelos y primas por su apoyo constante y por recordarme siempre que sí puedo llegar a mis metas.

Jhinson Oswaldo Jama Macao

RESUMEN

Esta tesis presenta el diseño y validación de un prototipo de Realidad Virtual (RV) en Unity, orientado a fortalecer el aprendizaje de Matemáticas en estudiantes de educación secundaria del cantón La Troncal, utilizando el visor Meta Quest 2. La propuesta surge como respuesta a problemas recurrentes en el aula, como el bajo interés estudiantil y las dificultades para comprender contenidos abstractos mediante metodologías tradicionales propias de las ciencias exactas.

El estudio se enmarca en una investigación aplicada, descriptivo–propositivo. Se construyó un entorno inmersivo en forma de aula virtual que integra tres módulos interactivos: una balanza para la resolución de ecuaciones, una trivia sobre conceptos geométricos y una carrera cronometrada. Para validar el prototipo, se ejecutó una prueba piloto con una muestra de 17 estudiantes de nivel secundario, recogiendo percepciones mediante instrumentos de evaluación.

Los resultados obtenidos evidencian un alto nivel de usabilidad (~88%), una mejora percibida en la comprensión matemática (~94%) y elevados índices de motivación e inmersión (~88%). No obstante, se identificó la presencia de ciber–mareo leve o moderado en aproximadamente el 41% de los participantes. Entre las principales limitaciones se señalan el tamaño reducido de la muestra, la corta duración de las sesiones y la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada.

Se recomienda promover la capacitación docente en el uso pedagógico de la RV, establecer protocolos de confort, ampliar los contenidos del prototipo y aplicar evaluaciones más rigurosas. El proyecto obtuvo el tercer lugar en la Expo InnovaTech 2025, destacándose por su innovación y potencial impacto educativo.

Palabras clave: Realidad Virtual, Matemáticas, Educación secundaria, Aprendizaje interactivo.

ABSTRACT

This thesis presents the design and validation of a Virtual Reality (VR) prototype developed in Unity, aimed at enhancing mathematics learning in high school school students in the canton of La Troncal, using the Meta Quest 2 VR headset. The proposal arises in response to recurring classroom problems, such as low student interest and difficulties in understanding abstract content through traditional methodologies typical of the exact sciences.

The study corresponds to applied, descriptive-propositional research. An immersive environment was developed, designed as a virtual classroom integrating three interactive modules: a scale for solving equations, a quiz on geometric concepts, and a timed race. A pilot test was conducted with a sample of 17 high school students to validate the prototype, collecting their perceptions through evaluation instruments.

The results showed high usability (~88%), a perceived improvement in mathematical understanding (~94%), and high levels of motivation and immersion (~88%). However, mild to moderate cybersickness was identified in approximately 41% of participants. The main limitations include a small sample size, the short session duration, and the need for adequate technological infrastructure.

The study recommends strengthening teacher training in the pedagogical use of VR, developing comfort protocols, expanding the prototype's content, and conducting more rigorous assessments. The project won third place at Expo InnovaTech 2025, standing out for its innovation and potential educational impact.

Keywords: Virtual Reality, Mathematics, High School Education, Interactive Learning.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICADO	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. Marco Referencial.....	3
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.3. Antecedentes de la Investigación.....	4
1.4. Justificación de la Investigación	4
1.5. Objetivo	5
1.5.1 Objetivo General:.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos:.....	5
1.6. Limitaciones.....	5
1.7. Delimitaciones	6
CAPÍTULO II.....	7
2. Marco Teórico y Conceptual.....	7
2.1. Realidad Virtual (RV).....	7

2.2.	Realidad virtual en educación.....	8
2.3.	Enseñanza interactiva.....	9
2.4.	Aplicaciones educativas de la realidad virtual.....	10
2.5.	Unity como plataforma de realidad virtual	11
2.6.	Diseño de experiencias educativas inmersivas	12
2.7.	Realidad virtual en el contexto educativo ecuatoriano	13
2.8.	Potencial de la realidad virtual para el futuro educativo.....	14
CAPÍTULO III.....		16
3.	Marco Metodológico.....	16
3.1.	Enfoque de la Investigación.....	16
3.2.	Nivel de la Investigación.....	16
3.3.	Población y Muestra	17
3.4.	Métodos de Investigación	18
3.5.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	19
3.6.	Tratamiento de la información.....	20
CAPÍTULO IV.....		22
4.	Resultados y Análisis	22
4.1.	Entorno de desarrollo técnico del prototipo.....	22
4.1.1	Hardware empleado	22
4.1.2	Software complementario.....	23
4.1.3	Configuración del Modo Desarrollador en Meta Quest 2 para la implementación del prototipo.....	23
4.2.	Arquitectura general del sistema VR educativo.....	25
4.3.	Descripción de los módulos didácticos (minijuegos).....	27
4.3.1.	Minijuego de Ecuaciones (Balanza algebraica)	27
4.3.2	Minijuego de Geometría (Trivia interactiva)	30

4.3.3.	Carrera de Obstáculos (Desafío de cronómetro).....	33
4.4.	Integración de escenas y flujo de usuario desde el hub principal ...	35
4.5.	Validación del impacto del prototipo VR: resultados de la encuesta estudiantil	38
4.6.	Reconocimiento en Expo InnovaTech 2025	46
CAPÍTULO V.....		48
5.	Conclusiones y Recomendaciones	48
5.1.	Conclusión general	48
5.2.	Conclusiones específicas por objetivo	48
5.2.1	Objetivo 1 – Selección de contenido.....	48
5.2.2	Objetivo 2 – Desarrollo del prototipo	49
5.2.3	Objetivo 3 – Evaluación de la experiencia de usuario	49
5.3.	Dificultades presentadas durante el desarrollo.....	50
5.4.	Limitaciones del estudio	50
5.5.	Recomendaciones.....	51
5.6.	Líneas de trabajo futuro	54
Bibliografía		56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1: Porcentajes de encuestas de Facilidad	38
Tabla 4-2: Porcentajes de encuestas de Comprensión	39
Tabla 4-3: Porcentajes de encuestas de Inmersión	40
Tabla 4-4: Porcentajes de encuestas de Comodidad	41
Tabla 4-5: Porcentajes de encuestas de Intención de uso	42
Tabla 4-6: Datos demográficos y experiencia previa	43
Tabla 6-1: controles utilizados.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 4.5.1: Resultados de la encuesta en la opción Facilidad	39
Figura 4.5.2: Resultados de la encuesta en la opción Comprensión	40
Figura 4.5.3: Resultados de la encuesta en la opción Inmersión.....	41
Figura 4.5.4: Resultados de la encuesta en la opción Comodidad	42
Figura 4.5.5: Resultados de la encuesta en la opción Intensión de uso	43
Figura 4.5.6: Resultados de la encuesta en la opción edad	44
Figura 4.5.7: Resultados de la encuesta en la opción has usado VR.....	45
Figura 4.5.8: Resultados de la encuesta en la opción usas lentes.....	45
Figura 4.5.9: Resultados de la encuesta en la opción Tiempo de sesión	46

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las Matemáticas en secundaria enfrenta históricamente problemas de motivación y comprensión, lo que genera bajos rendimientos y apatía en los estudiantes. En el contexto educativo ecuatoriano, los resultados de evaluaciones internacionales han evidenciado debilidades significativas en el área de matemáticas, tanto en PISA 2006 como en PISA-D 2017–2018, se ha mostrado un rezago persistente frente a la región y un desfase de más de 100 puntos respecto al promedio de la OCDE (equivalente a casi 3 años de escolaridad), donde más del 70% de los estudiantes no alcanza el nivel mínimo de competencia [1]. Esta situación refleja la necesidad de innovar en metodologías de enseñanza que promuevan un aprendizaje más significativo. Esto se debe en gran medida a la persistencia de métodos tradicionales poco atractivos, que dificultan la asimilación de contenidos abstractos.

Ante esta situación, surge la necesidad de incorporar estrategias didácticas innovadoras. La Realidad Virtual (RV) se presenta como una herramienta con gran potencial para transformar el aprendizaje, ya que permite crear entornos inmersivos, interactivos y significativos. Estudios recientes muestran que su aplicación mejora la motivación, comprensión y participación estudiantil. Sin embargo, su integración en el aula requiere superar retos como la infraestructura tecnológica, la capacitación docente y la equidad en el acceso. Estos desafíos son especialmente relevantes en contextos con recursos limitados, como en el cantón La Troncal.

La investigación tiene como objetivo principal desarrollar una aplicación de RV en Unity para apoyar el aprendizaje de contenidos matemáticos en estudiantes de secundaria de La Troncal. El prototipo busca convertir conceptos abstractos en experiencias prácticas mediante objetos y escenarios 3D que complementen la enseñanza tradicional.

Metodológicamente, el estudio se basa en un enfoque cuantitativo con aplicación experimental. Se desarrolló el software educativo y se evaluó empíricamente con un grupo de estudiantes, aplicando pruebas de conocimiento antes y después, junto con encuestas y observaciones. Esto permitió medir tanto el impacto en el rendimiento académico como las percepciones de los usuarios sobre usabilidad y motivación.

Los capítulos siguientes proveerán la evidencia y el análisis detallado que sustentan esta propuesta, contribuyendo al campo de la tecnología educativa y ofreciendo una guía para la implementación de experiencias inmersivas en entornos académicos reales.

CAPÍTULO I

1. Marco Referencial

1.1. Planteamiento del Problema

Hoy en día la asignatura de matemáticas en la educación secundaria sigue manteniéndose como un reto tanto para docentes como para estudiantes, particularmente en el cantón La Troncal. Aunque las instituciones educativas se esfuerzan por actualizar sus métodos de enseñanza, se mantiene en un enfoque tradicional, orientando sus aulas en la utilización del pizarrón y con poca interacción práctica. Esto provoca un desinterés del estudiante por la asignatura, otorgando bajos índices de desempeño, poco interés e incluso miedo hacia los temas numéricos y abstractos como son las ciencias exactas.

Las Matemáticas, al ser una disciplina de gran abstracción, necesitan de herramientas que ayuden a la visualización, manipulación y experimentación de conceptos. Temas como las ecuaciones lineales que requieren instrumentos pedagógicos que vayan más allá del lápiz y el papel. Sin embargo, las instituciones educativas del cantón no tienen el acceso a tecnologías de vanguardia.

En respuesta a esta situación que padece el cantón, la RV surge como una opción pedagógica revolucionaria. Esta tecnología ayuda a la creación de ambientes envolventes e interactivos donde los estudiantes pueden interactuar con objetos matemáticos en 3D como cubos con signos numéricos, visualizar cambios geométricos en tiempo real y fomentar habilidades innatas del estudiante de manera activa. La Realidad Virtual promueve el aprendizaje al abarcar varios sentidos y al impulsar una experiencia de aprendizaje estimulante.

No obstante, en el sistema educativo ecuatoriano la integración de la RV en las aulas de educación secundaria es mínima o prácticamente nula. Las razones incluyen falta de formación docente, desconocimiento sobre herramientas como Unity y limitaciones en infraestructura tecnológica en las aulas. Por consiguiente, se desaprovechan las tecnologías de vanguardia que ofrecen la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, y por consiguiente hay la desmotivación de los estudiantes.

1.2. Formulación del Problema

¿En qué manera el diseño de un prototipo de aplicación de Realidad Virtual para la enseñanza de contenidos de Matemáticas como ecuaciones puede contribuir a mejorar

la comprensión y la motivación de los estudiantes de educación secundaria del cantón La Troncal?

1.3. Antecedentes de la Investigación

En el ámbito de la educación en la materia de las matemáticas, Se destaca que las tecnologías inmersivas como la RV y la RA permiten representar visualmente conceptos abstractos, facilitando la comprensión y motivando a estudiantes con distintos estilos de aprendizaje [2]. Un estudio realizado señala que los entornos virtuales promueven un aprendizaje experiencial y activo, donde los estudiantes pueden explorar e interactuar con las situaciones matemáticas simuladas en escenarios seguros y personalizables para cada distinta asignatura [3].

En el Ecuador, trabajos han identificado que, si bien existe interés por parte de los docentes en implementar estas tecnologías de vanguardia, aún hay barreras institucionales que dificultan su implementación, como la falta de capacitación, desconocimiento sobre herramientas tecnológicas, infraestructura, el costo del equipo y la resistencia al cambio [4].

Estos antecedentes muestran una tendencia evidente hacia el cambio de la enseñanza a través de tecnologías envolventes. Sin embargo, también ponen de manifiesto la limitada fabricación de prototipos para la educación específicamente dirigidos a las Matemáticas en la educación secundaria, lo que respalda la elaboración de esta propuesta para la ayuda a los estudiantes en la materia de las matemáticas.

1.4. Justificación de la Investigación

Este proyecto satisface una demanda educativa específica: potenciar la motivación y el aprendizaje de temas matemáticos complejos a través de la implementación de tecnologías innovadoras. La selección de la Realidad Virtual como medio educativo se basa en su habilidad para producir experiencias interactivas, estimulantes y con significado visual en un entorno controlado.

Diseñar un prototipo de aprendizaje en Realidad Virtual permitirá la representación de ecuaciones, formas geométricas o conceptos numéricos en entornos inmersivos donde el estudiante tome parte activa en su proceso de aprendizaje. Además, la utilización de plataformas como Unity y dispositivos Oculus Quest 2 posibilita el desarrollo técnico de la propuesta sin la necesidad de inversiones económicas

significativas, lo cual es estratégico para el entorno de instituciones públicas con recursos escasos.

Desde el punto de vista pedagógico, esta propuesta está fundamentada en las teorías del aprendizaje activo, la neuroeducación y el constructivismo. Estas teorías destacan que para lograr una comprensión duradera es fundamental comprometer al estudiante a nivel emocional y cognitivo. El proyecto ofrece, desde una perspectiva tecnológica, una experiencia de diseño estructurada que puede servir como base para la aplicación en el mundo real, tanto en escuelas del cantón La Troncal como en otros contextos similares del país. Finalmente, este estudio contribuye a disminuir la diferencia entre la disponibilidad de tecnología y su aplicación efectiva en el aula, demostrando que es posible desarrollar propuestas innovadoras y contextualizadas con una gran capacidad de impacto educativo.

1.5. Objetivo

1.5.1 Objetivo General:

Desarrollar una aplicación de Realidad Virtual que facilite el aprendizaje interactivo en estudiantes de educación secundaria en el cantón La Troncal, mejorando la comprensión de un contenido académico mediante experiencias inmersivas con Unity.

1.5.2 Objetivos Específicos:

1. Seleccionar un contenido del currículo escolar que pueda ser representado de forma visual y dinámica mediante Realidad Virtual.
2. Crear un prototipo de aplicación interactiva en Realidad Virtual, enfocada en una asignatura escolar, que funcione con dispositivos como los Oculus Quest 2.
3. Evaluar la percepción y experiencia de los estudiantes en el uso de la Realidad Virtual para el aprendizaje.

1.6. Limitaciones

La principal limitación del proyecto de realidad virtual es que se enfoca únicamente en el diseño técnico del prototipo, sin desarrollar la versión funcional completa de la aplicación. Se realizarán pruebas piloto en un ambiente controlado como el aula de la unidad universitaria se realizarán validaciones de experiencia del prototipo con estudiantes reales, por lo que no se obtendrán resultados empíricos sobre el impacto de la herramienta en el rendimiento académico.

En Adición, el alcance del trabajo excluye temas como el entrenamiento a docentes, la integración curricular a gran escala o el análisis de infraestructura tecnológica para su implementación en la unidad. Todas estas consideraciones podrán abordarse en futuros estudios, una vez validado el prototipo en entornos controlados.

1.7. Delimitaciones

Para el desarrollo del prototipo de aplicación, nos limitamos a crear una infraestructura en 3D, en las cuales tendrán aulas en la área de Matemáticas en el nivel de educación secundaria, priorizando temas que exigen visualización espacial y manipulación tridimensional, como geometría y funciones. El prototipo será diseñado en Unity, optimizado para su uso en Oculus Quest 2, y podrá adaptarse a distintos contenidos según las necesidades del currículo nacional ecuatoriano.

No está limitado a una institución específica sino imaginaria, lo que permite su replicación en diversos contextos educativos con condiciones similares. Su estructura modular y su diseño centrado en el jugador lo hacen aplicable a programas de innovación educativa en zonas urbanas o rurales que busquen introducir tecnologías inmersivas en el aula.

CAPÍTULO II:

2. Marco Teórico y Conceptual

2.1. Realidad Virtual (RV)

Actualmente la realidad virtual, es una innovación tecnológica que está en auge de expansión, simula mundos 3D, tanto ficticios como pueden ser reales, cualquier persona que tenga un computador con los componentes necesarios puede crear mundos ficticios en la realidad virtual, pueden crear experiencias atractivas, llamativas y más que todo que sean interactivas, dando de esta manera una simulación a la vida real, con escenarios que abarcan desde lo ficticio o lo irreal. En pocas palabras La RV (Realidad Virtual) es una creación de imágenes 3D, en el que a los usuarios o quien lo vaya a utilizar, poder observar y manipular el contenido que hay en estos mundos o simulaciones, es así que, de esta manera, se ofrece una experiencia multisensorial e interactiva simulando una nueva realidad [5].

Dentro del ámbito escolar, pasa a ser un recurso innovador e interesante, la implementación de la Realidad Virtual en la enseñanza del aprendizaje, donde el estudiante y docente pueden tener una mejor manera de comprensión, esto es algo innovador que aporta mucho al aprendizaje, dejando atrás métodos anticuados, que para la actualidad ya no tienen el mismo impacto en la enseñanza como lo es con las herramientas tecnológicas. En diversos estudios se ha podido evidenciar el impacto que ha tenido la RV dentro del área educativa, en el cual se ha podido evidenciar mejoras en su aprendizaje, como lo es para personas que tengas ciertas dificultades la RV les da una adaptación que es inclusiva e interactiva [6].

En trabajos similares, se lleva a cabo un análisis de buenas prácticas para la mejora de la disponibilidad de la RV en el ámbito de enseñanza, dentro de la educación universitaria, al igual se identifican las barreras técnicas, lo social, pedagógico entre otros aspectos. Los diferentes centros de enseñanza buscan consolidar el uso de tecnología dentro de la educación, al tener un método innovador, donde el haya nuevas formas de aprendizaje, aunque hay limitaciones, en este caso para implementar la RV, se deben considerar el factor económico, capacitaciones del personal educativo como los docentes que van a enseñar con la RV, donde necesitan tener un conocimiento del funcionamiento, para de esta manera dar una correcta enseñanza a los estudiantes [7].

2.2. Realidad virtual en educación

Con el uso de la realidad virtual dentro de la educación, se tiene un cambio en el proceso de aprendizaje, donde este caso los estudiantes tienen nuevas experiencias cautivadoras, lo que les da una mejor comprensión en su aprendizaje académico. En ciertas instituciones ya aplican la enseñanza con este método de la RV, desde las escuelas primarias hasta niveles más avanzados como los universitarios. Con esto al igual se logra cubrir ciertos asignatura les educativos y las necesidades que tengan las instituciones, como puede ser por medio de la RV, una simulación de química donde se fomenta el aprendizaje y no se corre el riesgo ni la inversión de contar con la asignatura les requeridos para la práctica, a su vez con un desarrollo o diseño que haya en acorde a la asignatura, la RV simula la asignatura les y experimentos que se puedan realizar, pero de una manera más tecnológica.

En la práctica educativa se está optando por métodos más modernos, como el uso de la RV, este ayuda a un aprendizaje más avanzado. El uso de la RV en las actividades de aprendizaje, une tanto a estudiantes como docentes de participar activamente, al mismo tiempo que van desarrollando su interés y conocimiento por las nuevas tecnologías, con esto se tiene un trabajo en equipo tanto para el docente como su estudiante. Hay que reconocer que se tiene inconvenientes tanto por lo costoso que es la asignatura para la enseñanza de RV, como el tiempo que se tarde en el desarrollo, claro esto si es el caso que se quiera crear con las necesidades personalizadas, ya que actualmente existen diseños gratuitos que van enfocados en la enseñanza, su único problema es la asignatura les como los lentes y accesorios, para poder interactuar con la RV [8].

El uso de esta herramienta tecnológica, cumple con su rol creativo e innovador, que enlaza el método de enseñanza practica con el aprendizaje suficiente, cabe recalcar que es parte fundamental que tanto educadores como los estudiantes, sepan utilizar de manera correcta y centrada en el aprendizaje, porque esta herramienta puede ser considerada como distracción si no se le da un uso correcto [9].

En el aprendizaje se está realizando diversas pruebas para ver de esta manera, como las herramientas tecnológicas dan posibilidades de mejorar el entorno educativo por medio de la integración con los estudiantes, los cuales pueden llevar a cabo diversas actividades digitales, lo que permite a estudiantes a comprender de mejor manera ciertos

conceptos complejos, al mismo tiempo los docentes tienen la oportunidad de ajustar el contenido dependiendo de las necesidades y estilos de cada estudiante [10].

2.3. Enseñanza interactiva

De cierto modo el aprendizaje interactivo ha tenido un cambio, al ser una estrategia clave dentro de la actual educación, dando apoyo a los estudiantes a que participen de manera activa en su proceso formativo, gracias al apoyo de herramientas digitales y enfoques que van dirigidos a ellos. Este método no solo asegura la colaboración, de igual manera incentiva la autogestión y el desarrollo del pensamiento analítico, estas son habilidades esenciales tanto en la vida cotidiana como lo es en la actualidad. Se debe de conocer que ahora la educación interactiva que está basada en IA (Inteligencia Artificial) une la tecnología en relación a aprendizaje práctico y que tenga un impacto, dando lugar a enseñar y fortalecer el desarrollo de habilidades, más específicamente en la adquisición del idioma inglés. Se tiene como sustento de este método, los principios de la comprensión profunda, la autorregulación y la personalización del contenido según sea el entorno.

Desde otro punto de vista, se resalta por parte de la neuroeducación, el cual es un campo que utiliza descubrimientos de las ciencias del cerebro al proceso de la enseñanza, que se genera un interés importante acompañado de emociones en el aprendizaje [11]. Para algunos expertos resaltan que las estrategias pedagógicas, van centradas en la forma de enseñanza más que el contenido, esto puede aportar la experiencia educativa, dando a conocer un modelo integral y respaldado por la investigación [12].

La gamificación, que trata en lo que es incorporar elementos lúdicos a las actividades que usualmente no son del todo llamativas o por decir entretenidas, ha aumentado su relevancia dentro de la educación porque sostiene un método de enseñanza motivador para los estudiantes, al igual que lo compromete y mejora su capacidad de comprensión, lo que da en un significativo rendimiento académico. Ciertos expertos, hablan de cuando se fomenta correctamente, al integrar mecánicas de juego en el aprendizaje se puede reforzar habilidades digitales, fomenta la autonomía y mejora el trabajo en equipo al mismo tiempo que contribuye al bienestar emocional [13].

Se ha demostrado que el modelo de aula invertida es una efectiva estrategia, para de esta manera el aprendizaje sea más llamativo y creativo. En este método se cambia totalmente el rol que es tradicional de la enseñanza, lo que ubica al estudiante en el centro

del proceso y asignándolas horas de aula a la investigación profunda de los temas. De esta manera, los estudiantes no solo adquieren conocimientos, de cierto modo también construyen de manera activa, diagnosticando su propio aprendizaje de manera significativa y también personal [14].

El uso de las tecnologías emergentes como lo es la RA (realidad aumentada), dentro de los entornos escolares, donde se ha demostrado ser una valiosa herramienta para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. El uso de esta no solo aumenta el interés y la concentración, al igual transforma la manera en que los estudiantes interaccionan con los contenidos educativos. La RA le da un plus a la enseñanza, por las razones que fomenta la creatividad y el compromiso, transformando los contenidos que se usan más comúnmente, como son los libros, también les da una experiencia más dinámica e interactiva. Es por tal motivo que gracias a estos elementos como lo es el código QR, la mayoría de estudiantes pueden acceder a tareas prácticas y explorar modelos 3D, adentrándose más al interior de la comprensión de los temas, creando un ambiente envolvente [15].

2.4. Aplicaciones educativas de la realidad virtual

La realidad virtual (RV) está teniendo un crecimiento en la educación no solo la está revolucionando si no la está transformando, al ofrecer experiencias inmersivas que dan fortaleza al aprendizaje y a la enseñanza. La aplicación abarca desde aspectos básicos hasta más avanzados, esta se va adaptando a diferentes disciplinas y metodologías. Esto claro está que se debe a que crea entornos interactivos, la RV no solo llama la atención de los estudiantes, al igual da una facilidad para tener una comprensión más exacta de los contenidos, lo que permite investigar conceptos de una forma más práctica.

Dentro del método de aprendizaje avanzado, la realidad virtual se ha transformado en una herramienta innovadora para la enseñanza. Su uso en las universidades refuerza tanto las habilidades prácticas como las académicas de los estudiantes, motivando su entusiasmo y promoviendo una educación más participativa y colaborativa. Cabe destacar que la adopción de esta herramienta presenta ciertas dificultades, como su elevado coste de desarrollo y ejecución, la ausencia de marcos adecuados para su integración y la insuficiencia en el manejo del personal experto, debido a la falta de información y capacitación tanto para docentes como para estudiantes en esta área [16].

La Realidad Virtual se ha incorporado en la enseñanza de la aritmética, logrando un impacto positivo, ya que contribuye a optimizar el aprendizaje y a simplificar la comprensión de los conceptos matemáticos complejos. La Realidad Aumentada y la Realidad Virtual han demostrado ser útiles para el aprendizaje de las matemáticas, mejorando los resultados en términos académicos y promoviendo una educación más justa. Estas tecnologías, al ofrecer nuevas experiencias visuales que son gratificantes, permiten que los estudiantes comprendan conceptos abstractos de manera más exacta y eficaz [2].

Es importante señalar, además, que la combinación de la inteligencia artificial (IA) con la realidad virtual ha abierto un camino con nuevas oportunidades para el sector educativo. Se han realizado investigaciones acerca de su uso en la educación, las cuales han evidenciado que estas tecnologías están revolucionando el aprendizaje al ofrecer experiencias novedosas que son más personalizadas e interesantes. No sin olvidar, que igualmente tienen sus desafíos, como lo es la incorporación efectiva de la tecnología en los programas académicos y el problema de las capacitaciones a sus docentes, para que puedan dar un buen uso [17].

En relación a los experimentos científicos, la RV ha pasado a ser una herramienta educativa importante, esta acelera el proceso de comprensión del aprendizaje que está basado en instrucciones. Su aplicación es considerada como un recurso innovador, es por tal motivo que la han estudiado, para observar cómo transforma la enseñanza, con un renombre en su impartido en la educación en línea. Este planteamiento da lugar a los estudiantes a interactuar con entornos simulados, dando facilidad al entendimiento de conceptos complejos de manera dinámica [18].

2.5. Unity como plataforma de realidad virtual

Unity es considerada una herramienta de uso habitual para desarrollar programas en realidad virtual, destacando por su motor gráfico potente, su amplia comunidad de desarrolladores y su capacidad para funcionar con diferentes sistemas. Estas son algunas características que han impulsado su puesta en marcha en distintas áreas, especialmente en la educativa, donde se usa para desarrollar experiencias inmersivas que favorecen el aprendizaje y fomentan la interacción práctica con los contenidos [19].

Unity es capaz de crear entornos digitales personalizados gracias a su versatilidad, ajustándose así a las necesidades que considere adecuadas el usuario. Se han creado

talleres virtuales que simulan situaciones reales para la educación en ingeniería. Esto posibilita que los estudiantes colaboren entre sí y manejen su materia de manera controlada, lo que les brinda una experiencia dinámica y estimulante, sin tener que lidiar con riesgos asociados a un entorno físico [20].

Además, Unity se ha convertido en una parte esencial de la creación de aulas virtuales que imitan el funcionamiento de un aula tradicional, combinando herramientas para la colaboración grupal y la comunicación en tiempo real. Estas áreas digitales dan lugar a que estudiantes y docentes tengan una participación fluida en un entorno en línea, asegurando la continuidad del aprendizaje en escenarios donde la educación se imparte remotamente [21].

El uso de Unity con herramientas como lo es Vuforia, ha extendido las posibilidades en el desarrollo de programas educativos, de cierta manera dando una mezcla de realidad aumentada y la realidad virtual. Un claro ejemplo a destacar es el diseño de los juegos de aprendizaje, estos en su mayoría usan tecnologías para enseñar habilidades como lo es el dialogo asertivo, dando de esta manera una experiencia más practica para los estudiantes [22].

Si hablamos de la educación técnica, Unity se usa para desarrollar herramientas de practica virtual que da lugar a los estudiantes a perfeccionar sus habilidades prácticas. Estas soluciones de capacitación fomentan una educación inmersa que facilita el entendimiento de algunos conceptos complejos de comprender y disminuye los riesgos que se asocian con los entornos de la práctica real [23].

2.6. Diseño de experiencias educativas inmersivas

En entornos de desarrollo de aprendizaje inmersivos ha aparecido como una innovadora estrategia para optimizar la educación, gracias a las capacidades de la realidad virtual y otras tecnologías que están surgiendo. Estos lugares digitales no solo se centran en buscar crear un paralelismo al mundo real, sino que también incentivan que cada estudiante participe de manera activa, es así que adaptan la enseñanza a las necesidades personalizadas que tengan cada estudiante y fortalecen el apego emocional con el proceso del aprendizaje.

Los autores [3] destacan que la realidad virtual facilita el desarrollo de innovadoras soluciones educativas, dando como nueva metodología para la enseñanza práctica. En estos entornos digitales permiten a los estudiantes a interactuar con los

escenarios que simulan acciones reales, esto ayuda a mejorar la comprensión de diferentes conceptos, también que mejora sus habilidades prácticas en un espacio controlado y seguro.

Por otro lado, el estudio de Buen Archivo [24] indica que la implementación de las aulas virtuales en escuelas primarias, desarrolladas con las metodologías ágiles tal es el caso de Scrum, ha provocado un impacto positivo para los estudiantes en el que ha mejorado su rendimiento y motivación. Es por tal motivo que, gracias a estas estrategias, que ayudan a fomentar un mayor impacto en la participación de los estudiantes, incentivando una enseñanza fuera de lo común, convirtiéndola en una forma más específica y practica según las necesidades que se tenga.

Para el autor [25]destacan la realidad virtual y la realidad aumentada, ya que estas están fundamentadas en teorías constructivas y que tienen respaldo por diversos estudios de psicología cognitiva, dan un empuje a la motivación y a la retención del conocimiento. Es por tal motivo que estas tecnologías, dan una facilidad para poder lograr dar una educación más personalizada, dando lugar a que los estudiantes interactúen de manera más participativa y adaptando los contenidos a tratar, según sea sus necesidades.

Lemas Garcia y sus colaboradores [26] indican la importancia de la optimización de la experiencia de quien vaya a ser el usuario, dentro del desarrollo de aplicaciones de realidad virtual, en los entornos universitarios. En su estudio se destaca diversos factores a tomar en cuenta como la usabilidad, efectividad entre otros, para lograr tener una efectividad en la experiencia de aprendizaje inmersivo, dando como prioridad la importancia de un diseño centrado en que el usuario tenga una interacción satisfactoria.

2.7. Realidad virtual en el contexto educativo ecuatoriano

Dentro del contexto ecuatoriano, el uso de la realidad virtual en el ámbito educativo, ha tenido un crecimiento a considerativo en los últimos tiempos, por el cual da a conocer su capacidad para convertir los métodos de enseñanza y el aprendizaje. En algunos estudios han investigado su uso en diferentes etapas educativas, poniendo en alto los beneficios como los desafíos que involucra su implementación.

El autor [27] revisa el impacto que tienen las herramientas de la realidad aumentada y virtual en el aprendizaje de los ecuatorianos. Por medio de una mezcla de métodos investigativos, lo que encontró indica que se tiene una mejora significativa en la retención de información y el compromiso que tienen los estudiantes tras haber sido

implementado las sesiones XR. Cabe recalcar que al igual se encontró con desafíos como lo es la falta del personal capacitado esto genera una grave necesidad por preparar de manera adecuada a los docentes, para que estos den seguridad de que tengan una aplicación efectiva.

El autor con sus colaboradores [28] ven la posibilidad de integrar la realidad virtual y aumentada dentro de las instituciones ecuatorianas. Por medio de una revisión literaria, ellos dan la seguridad que estas tecnologías constan con un gran potencial de cambiar la manera en que los estudiantes aprenden, motivando una comprensión más profunda y analítica de los contenidos.

En el estudio investigativo de García-Herrera y Guevara-Vizcaíno [29] ellos examinan los retos y las recomendaciones que dan los docentes en relación con el uso de la gamificación como una estrategia educativa. Ellos dan a conocer que, claro que los educadores saben de los beneficios de la realidad virtual, tienen problemáticas porque no se cuenta con las herramientas tecnológicas necesarias y además la necesidad de desarrollar competencias específicas para que su implementación sea eficaz.

2.8. Potencial de la realidad virtual para el futuro educativo.

La realidad virtual está en su auge de revolución, ayudando a la educación ofreciendo experiencias inmersivas que dan lugar a convertir las metodologías de enseñanza. La capacidad que tiene para simular entornos complejos y facilita a los estudiantes que puedan tener participación, esto lo convierte en una herramienta esencial para el futuro del aprendizaje, dando más oportunidades, para que tengan una mejor comprensión y puedan aplicar sus conocimientos.

Los autores [30] destacan que la realidad virtual y la realidad combinada son un papel importante dentro de la educación con diversos campos de conocimiento. Es así de esta manera que estas tecnologías establecen una relación directa, tanto en conceptos abstractos y habilidades prácticas, fortaleciendo la experiencia de aprendizaje y dando lugar al desarrollo educativo más inmerso.

Sobre el Código Científico [31] su investigación habla sobre cómo la realidad virtual no solo está cambiando el método de enseñanza, al igual también está a los estudiantes preparándolos para exigentes oportunidades en áreas más especializadas como lo es las telecomunicaciones. La colaboración entre instituciones educativas y

empresas dentro de esta área da como resultado que sea esencial para maximizar el potencial de esta tecnología, dando la seguridad de un desarrollo profesional y académico.

En el Ecuador, Urquiza y colaboradores [4] investigan si la implementación de la realidad virtual formará parte de futuros profesionales dentro de instituciones educativas del país. El estudio revela que la RV no solo da un aumento de motivación al igual da un compromiso a los estudiantes, esto también da la facilidad a la comprensión de conceptos nuevos, dando un enfoque más dinámico e interactivo.

Finalmente, el artículo publicado por la revista Elite [32] analiza la idea de desarrollar e implementar entornos y programas virtuales que unan a la inteligencia artificial (IA) y la realidad aumentada para establecer lo que es denominada como el metaverso educativo. Este proyecto analiza establecer un sistema donde el aprendizaje sea impartido híbridamente que una lo mejor de la educación tanto presencial como en línea, adaptándose a los requisitos de esta era digital y dando experiencias de formación mucho más dinámicas y accesibles.

CAPÍTULO III

3. Marco Metodológico

3.1. Enfoque de la Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo con un componente aplicado propositivo, ya el propósito es dar una solución tecnológica a una problemática educativa concreta como es la dificultad de los estudiantes de secundaria del cantón La Troncal para entender los contenidos matemáticos. El enfoque cuantitativo permite crear los elementos del prototipo de manera objetiva, organizando los datos y decisiones con base en evidencia teórica y técnica. En este proyecto se incluye la definición de módulos interactivos, selección de métricas de usabilidad y comprensión y la organización sistemática de los datos obtenidos en el piloto.

Asimismo, el carácter aplicado se refleja en el desarrollo de una propuesta práctica de un prototipo en Realidad Virtual, aunque este prototipo no se implementará a gran escala en esta fase, ofrece una solución innovadora basada en principios metodológicos y tecnológicos comprobados.

Este tipo de enfoque no requiere necesariamente la participación directa de estudiantes o docentes para validar hipótesis, ya que esta recae en la formulación del diseño, su coherencia técnica y su viabilidad funcional para las futuras versiones del aplicativo.

3.2. Nivel de la Investigación

El estudio se enmarcó en un nivel de investigación exploratorio y descriptivo debido a sus objetivos y al estado del conocimiento sobre el tema:

El exploratorio porque se aborda un fenómeno novedoso o poco estudiado –la utilización de la VR en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes de secundaria– con el propósito de examinar preliminarmente sus características y contexto. Este tipo de estudios suele llevarse a cabo en etapas iniciales de indagación, cuando el investigador busca familiarizarse con un tema poco investigado y probar la viabilidad de un estudio más amplio. En efecto, los estudios exploratorios permiten comprender el tema en general y detectar tendencias o problemas potenciales antes de profundizar en explicaciones causales. Dado que la aplicación de entornos VR en la educación matemática representa

un área emergente, era necesario primero explorar cómo reaccionan los estudiantes ante dicha innovación.

Por otro lado, la investigación tiene un alcance descriptivo porque busca caracterizar y definir las propiedades del fenómeno observado. En la práctica, esto implicó describir detalladamente las experiencias de los estudiantes al interactuar con el prototipo educativo, sus niveles de participación, sus opiniones expresadas en la encuesta, así como cualquier cambio observado en su motivación o comprensión de las matemáticas. La investigación descriptiva no pretende establecer relaciones causales, sino documentar “cómo es y cómo se manifiesta” el fenómeno en las condiciones estudiadas. Aquí se procuró entonces documentar las reacciones, actitudes y desempeño de los participantes durante la intervención. Este nivel descriptivo permite ofrecer una imagen clara de la situación estudiada, identificando patrones o características fundamentales de la interacción entre estudiantes y tecnología educativa VR. En síntesis, el estudio es exploratorio al indagar un campo poco examinado, y descriptivo al relatar objetivamente los hallazgos sobre el comportamiento y percepciones de los alumnos ante la innovación.

3.3. Población y Muestra

La población objetivo del estudio abarca a los estudiantes de nivel secundario del cantón La Troncal (provincia de Cañar, Ecuador) interesados en la oferta educativa universitaria. Dado que el prototipo desarrollado está dirigido a este grupo, se aprovechó un evento de feria universitaria para involucrar a parte de dicha población. La población accesible se definió como aquellos estudiantes de colegios de La Troncal que asistieron a la feria universitaria y estuvieron disponibles para participar en la demostración del prototipo.

A partir de esa población accesible, se seleccionó la muestra de participantes mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. En total, 17 estudiantes de bachillerato (educación secundaria) de distintos colegios de La Troncal conformaron la muestra del estudio. Este método de muestreo implica que los sujetos se eligen por su accesibilidad y proximidad al investigador, es decir, se incluyen aquellos casos que están disponibles y dispuestos a participar en el momento del estudio. La selección por conveniencia se justificó en este contexto dado que la participación dependía de la disponibilidad e interés espontáneo de los estudiantes durante la feria universitaria.

Es importante señalar que, al tratarse de un muestreo por conveniencia, la muestra obtenida no es aleatoria ni necesariamente representativa de toda la población de estudiantes de La Troncal. Una limitación de este tipo de muestreo es que puede introducir sesgos y dificultar la generalización de los resultados a la población general. No obstante, para los fines exploratorios y propositivos de este proyecto –evaluar la experiencia de uso del prototipo en un entorno real de feria– este enfoque fue adecuado dadas las restricciones de tiempo, recursos y acceso a los participantes.

3.4. Métodos de Investigación

Para alcanzar las metas establecidas en la investigación, se utilizaron diversos métodos de investigación complementarios, cada uno proporcionando una visión distinta al enfoque metodológico:

- **Método descriptivo:** Se empleó para especificar las propiedades del prototipo educativo de Realidad Aumentada y del proceso de desarrollo. Este procedimiento permitió registrar la estructura del sistema, las características de los minijuegos creados, las estrategias de aprendizaje incorporadas y las condiciones de ejecución. Debido al método descriptivo, se logró detallar el funcionamiento del prototipo y la manera en que los estudiantes interactúan con él en un ambiente controlado.
- **Método experimental:** Se realizó cuando se evaluó el prototipo con los estudiantes en un escenario de uso real. Aunque no se realizó un experimento formal con un grupo de control, el uso del prototipo en un ambiente educativo y la observación de cómo los estudiantes interactúan con las distintas dinámicas constituyen un enfoque experimental. Este método permitió analizar y registrar cómo respondieron los usuarios a la herramienta (por ejemplo, el grado de participación, la implicación en los juegos, la resolución de las tareas propuestas), generando datos empíricos sobre la efectividad y utilidad pedagógicas del sistema en situaciones concretas.
- **Método inductivo–deductivo:** Se utilizó en la etapa de análisis de resultados con el objetivo de obtener conclusiones generales a partir de la información recolectada (inducción), y posteriormente contrastarlas con el marco teórico y investigaciones anteriores. A través de la inducción, se detectaron patrones y tendencias en las respuestas a la encuesta (como, por ejemplo, excelentes notas en

motivación o algunos problemas que se reportan con frecuencia). Luego, a través de la deducción, estos descubrimientos se compararon con postulados teóricos y pruebas de investigaciones previas en el área de la Realidad Virtual Educativa, evaluando si los hallazgos del prototipo se alinean con lo señalado en la literatura o si muestran discrepancias. Esta combinación inductivo–deductiva garantizó un análisis riguroso, que va desde la síntesis de hallazgos empíricos hasta la validación teórica de los mismos.

La articulación de estos tres métodos aseguró un abordaje metodológico completo: describir el fenómeno, experimentar con la intervención educativa, y analizar lógicamente los resultados para obtener conclusiones fundamentadas. De esta manera, se cubrieron tanto la dimensión técnica (funcionamiento y prueba del prototipo) como la pedagógica (aprendizajes y reacciones de los estudiantes) con la debida rigurosidad.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Para la recolección de la información se empleó principalmente la técnica de encuesta estructurada, complementada por observaciones informales durante las sesiones de uso. En particular, después de que cada estudiante interactuó con el prototipo de RV, se le solicitó completar un cuestionario digital diseñado con preguntas cerradas (y algunas abiertas opcionales) enfocadas en su experiencia. Este cuestionario, llevado a cabo a través de formularios en línea, contenía ítems de cinco niveles de escala Likert para evaluar numéricamente elementos fundamentales como la usabilidad de la aplicación, la motivación generada, la percepción de aprendizaje logrado y la comodidad o inmersión que se experimentó al utilizar el visor. Además, se incorporaron preguntas demográficas elementales y otras relacionadas con su experiencia anterior con la Realidad Aumentada (como si habían usado visores anteriormente, el tiempo estimado de la sesión, o si necesitaban gafas correctivas), con el objetivo de darle contexto a las respuestas.

En lo que se refiere a los instrumentos específicos, el más relevante fue la encuesta digital por cuestionario, que fue creada por los investigadores. Para asegurar que los ítems sean claros y las preguntas se relacionen con los objetivos del estudio, este instrumento fue verificado en un principio mediante una prueba de especialistas. Cabe señalar que, a pesar de que se llevó a cabo observación directa durante las pruebas (anotando los comentarios espontáneos de los estudiantes y los problemas de uso encontrados), dicha observación no constituyó un instrumento formal estructurado en este período. Más bien,

fue una herramienta adicional para contextualizar e interpretar con mayor eficacia los resultados del sondeo. En resumen, la encuesta de experiencia del usuario después del uso fue el principal medio de obtención de datos, aportando información estandarizada y comparable sobre la percepción de los estudiantes tras utilizar el prototipo de RV.

3.6. Tratamiento de la información

La información recolectada provino exclusivamente de las encuestas de percepción y experiencia de uso aplicadas a los estudiantes tras su interacción con el prototipo de RV. Todos los datos cuantitativos obtenidos mediante los cuestionarios se organizaron en hojas de cálculo (Microsoft Excel), lo que permitió tabular las respuestas y calcular frecuencias, promedios y porcentajes para cada ítem evaluado. Posteriormente, estos resultados se representaron en gráficos estadísticos (barras, pastel y líneas, según correspondía) con el fin de visualizar de forma clara las tendencias y distribuciones de las respuestas. Este análisis descriptivo facilitó la identificación de patrones, como por ejemplo la proporción de estudiantes que consideró “muy usable” la aplicación o aquellos que reportaron niveles altos de motivación.

Para garantizar la validez e integralidad de la interpretación, se contrastaron los hallazgos cuantitativos con la información cualitativa complementaria y con el marco teórico pertinente. En concreto, se revisaron los comentarios abiertos opcionales proporcionados por los estudiantes en las encuestas (cuando los hubo), categorizándolos temáticamente para enriquecer la comprensión de la experiencia de uso. Asimismo, se compararon las tendencias observadas con resultados de estudios previos sobre RV en educación matemática, con el propósito de identificar convergencias o divergencias. Esta comparación con la literatura (una forma de triangulación teórica) aportó contexto a los datos locales: por ejemplo, permitió discutir si el aumento en motivación y compromiso detectado en nuestra muestra refleja un patrón similar reportado en otras investigaciones.

Por último, se realizó una síntesis de conclusiones fundamentadas sobre el efecto que tuvo el prototipo en la motivación, la comprensión de los contenidos matemáticos y la experiencia general del alumnado, con todos los datos procesados. Estas conclusiones posibilitaron analizar la relevancia de la Realidad Virtual como herramienta novedosa para enseñar matemáticas en escenarios escolares de La Troncal, brindando sugerencias para perfeccionar el prototipo y guiar futuras tareas. En conclusión, el análisis estricto de los datos –desde su procesamiento estadístico hasta la interpretación contextualizada–

garantizó que los hallazgos del estudio se mostraran de forma confiable y relevante dentro del marco de la investigación educativa.

CAPÍTULO IV

4. Resultados y Análisis

En el presente capítulo se explican los resultados logrados con el prototipo de realidad virtual creado, tanto los elementos técnicos que se utilizaron para su construcción como la evaluación de su desempeño pedagógico. Se detalla la arquitectura global del sistema, el desarrollo técnico del prototipo (entorno de desarrollo, configuración del visor Meta Quest 2 y herramientas utilizadas), así como la descripción funcional de los tres niveles o minijuegos que se han puesto en marcha. Además, se explica cómo interactúan e integran las diferentes escenas, lo que incluye el recorrido del usuario desde el hub principal y la ambientación visual (aula y áreas verdes) que ayuda a orientarse en el espacio tridimensional. Finalmente, se exponen los resultados de la encuesta de valoración aplicada a estudiantes durante la exhibición del prototipo, con la interpretación de cada gráfico de respuesta, y se destaca el reconocimiento obtenido (tercer lugar) en el evento Expo InnovaTech. Cabe mencionar que las figuras referenciadas a lo largo de este capítulo (Anexo 4.30) corresponden a imágenes y gráficos incluidos en el anexo visual.

4.1. Entorno de desarrollo técnico del prototipo

El prototipo de aplicación de Realidad Virtual (RV) se desarrolló utilizando Unity 3D (versión 2021.3.8f1 LTS) como motor de juego, administrado a través de Unity Hub, seleccionando esta plataforma por su amplia compatibilidad con el visor Meta Quest 2 y su ecosistema de desarrollo XR. Se optó por Unity debido a sus capacidades para crear entornos inmersivos interactivos y la disponibilidad de paquetes especializados para RV educativa. A continuación, se resume la configuración del hardware y software empleado en el desarrollo.

4.1.1 Hardware empleado

Se utilizó un PC de desarrollo con especificaciones avanzadas (procesador Intel Core i5-13600K, 32 GB de RAM DDR4, tarjeta gráfica NVIDIA GeForce RTX 3070 con soporte DirectX 11) para asegurar un rendimiento fluido durante la creación y prueba del entorno virtual. Como dispositivo de visualización inmersiva se empleó un visor Oculus Meta Quest 2, actualizado a la última versión de firmware y correctamente emparejado con el equipo de desarrollo. adicionalmente, se usó un dispositivo móvil (Android) con la aplicación oficial meta Quest para la configuración inicial del visor. los controladores

de movimiento VR incluidos con el Quest 2 sirvieron como principales periféricos de interacción, conectados al pc ya sea mediante cable usb-c o a través de la conexión inalámbrica Oculus Air Link. todo el proceso requirió una conexión a internet estable de alta velocidad, necesaria para descargar paquetes, actualizar el firmware del visor y sincronizar el proyecto entre Unity y el dispositivo.

4.1.2 Software complementario

Además de Unity, se emplearon varias herramientas de software en apoyo al desarrollo. En particular, la aplicación Oculus/Meta Quest Link (para PC) se utilizó para establecer la conexión entre el visor Quest 2 y la computadora durante las pruebas, permitiendo visualizar en el visor la ejecución en tiempo real desde el editor de Unity. También se utilizó la plataforma social Meta Horizon y la app móvil *Meta Quest* para la gestión del dispositivo y la habilitación de las opciones de desarrollador. Estas herramientas, junto con Unity Hub, constituyeron el entorno integrado de trabajo para crear, depurar y desplegar el prototipo VR.

4.1.3 Configuración del Modo Desarrollador en Meta Quest 2 para la implementación del prototipo

Para poder instalar y probar el prototipo en el visor Meta Quest 2, fue preciso habilitar el modo de desarrollador del aparato. Esta activación posibilita que el visor ejecute aplicaciones no publicadas (orígenes desconocidos) de manera directa, lo cual es esencial para la fase de pruebas. Se siguió un procedimiento en múltiples etapas, que se describen a continuación de manera explicativa y con propuestas:

- Registro como desarrollador en la plataforma Meta: Como primer paso, se creó una cuenta de desarrollador en el portal oficial de Meta Quest Developers. Para ello, se accedió al sitio web de desarrolladores de Meta y se autenticó con una cuenta Meta existente (por ejemplo, una cuenta de Facebook vinculada). Es recomendable, por buenas prácticas, crear una cuenta específica de desarrollador asociada a la institución o proyecto para separar las actividades personales de las de desarrollo. Dentro del portal, se procedió a crear una organización de desarrollador, asignándole un nombre identificador único al proyecto. La creación de esta organización es un requisito de Meta para habilitar el modo desarrollador en los visores, ya que vincula el dispositivo con la cuenta de desarrollador. Completado

el registro, se aceptaron los términos y condiciones de la plataforma de desarrollo de Meta Quest, formalizando así la habilitación de la cuenta para publicar o cargar aplicaciones propias.

- **Habilitación del modo desarrollador en la aplicación móvil:** Con la cuenta de desarrollador configurada, se utilizó la aplicación móvil Meta Quest (disponible para Android/iOS) para habilitar el modo desarrollador en el visor Quest 2. Desde la app, con el visor encendido y previamente emparejado vía Bluetooth, se navegó al menú de Dispositivos, seleccionando el Quest 2 conectado. En la configuración del dispositivo, se localizó la opción "Modo Desarrollador" y se activó dicha función. La aplicación solicitó confirmación, tras lo cual el visor quedó configurado en modo desarrollador. Este procedimiento permite que el Quest 2 admita la instalación de APKs no firmados ni distribuidos a través de la tienda oficial, posibilitando cargar directamente el prototipo VR desarrollado en Unity.
- **Verificación de la configuración en el visor:** Una vez habilitado el modo desarrollador, se verificó en el propio visor que la opción estuviera activa. Para ello, con el Oculus Quest 2 encendido, se accedió a la sección de Biblioteca de aplicaciones en el menú principal del visor. Al final de la lista de categorías, se comprobó que apareciera la sección "Orígenes desconocidos". La presencia de esta sección en la interfaz del visor confirma que el modo desarrollador está habilitado correctamente, ya que es ahí donde se listan las aplicaciones personalizadas instaladas manualmente. A continuación, en el PC de desarrollo se instaló la aplicación Meta Quest Link (en caso de no haberse hecho con anterioridad) y se estableció una conexión con el visor mediante Air Link (conexión inalámbrica WiFi de baja latencia) para probar el entorno desde Unity. Asimismo, en el proyecto Unity se ajustaron las configuraciones de despliegue (Build Settings) para la plataforma Android (requerida por Quest 2 al ser un visor autónomo basado en Android) y se habilitó el envío de la aplicación al dispositivo en modo Developer. Con esta configuración, se pudo desplegar builds de prueba del prototipo directamente al Quest 2

y ejecutar iterativamente la aplicación en el hardware real durante el desarrollo.

- Consideraciones de seguridad al usar modo desarrollador: Es importante señalar que mantener el modo desarrollador activo conlleva ciertos riesgos de seguridad en el dispositivo, ya que posibilita la instalación de aplicaciones de terceros no verificadas. Por ello, se tomaron precauciones como limitar la instalación únicamente al prototipo en desarrollo y realizar pruebas en entornos controlados (por ejemplo, dentro del laboratorio o aula, evitando redes públicas desconocidas). Tras completar las pruebas y demostraciones necesarias, se procedió a desactivar el modo desarrollador en el Quest 2, retornando el visor a su estado normal para prevenir potenciales vulnerabilidades. Estas medidas garantizan que el proceso de desarrollo y prueba no comprometa la integridad del dispositivo ni los datos del usuario.

4.2. Arquitectura general del sistema VR educativo

La arquitectura general del prototipo se diseñó para combinar componentes de software especializados en RV con los elementos pedagógicos propios de la aplicación educativa. En la Anexo 4.10 se muestra un diagrama simplificado de esta arquitectura, que incluye los principales módulos de la solución. La aplicación creada en Unity está en el núcleo; esta se relaciona con el hardware del visor Meta Quest 2 por medio de la capa OpenXR (la interfaz estándar para aplicaciones de realidad virtual). OpenXR es el puente para obtener las funciones del dispositivo (como la entrada de controladores, el seguimiento de movimiento y el renderizado estereoscópico), en tanto que Unity ofrece la lógica de los minijuegos, la interfaz de usuario y la base del entorno 3D.

Para la creación del proyecto, se inició utilizando la plantilla 3D de Unity con Universal Render Pipeline (URP), asegurando de entrada compatibilidad con gráficos optimizados para visores VR. Posteriormente se habilitó el soporte de XR mediante el módulo XR Plugin Management, configurándolo para usar OpenXR tanto en modo *Play* (escritorio) como en despliegues hacia Android (Meta Quest 2). Este ajuste habilitó las funcionalidades básicas de VR en el proyecto. A través del *Package Manager* de Unity se instalaron los paquetes necesarios: principalmente el XR Interaction Toolkit, que provee estructuras y componentes predefinidos para implementar interacciones comunes

en entornos virtuales (por ejemplo, agarre de objetos, teletransportación, selección de UI en VR, etc.), y los XR Starter Assets, incluyendo el *XR Device Simulator* para facilitar pruebas en ausencia del visor físico (simulando movimiento y rotación de cabeza/manos con controles de teclado/ratón).

La disposición de la escena principal del proyecto se llevó a cabo con el objetivo de crear un entorno eficiente pero inmersivo. Se empleó un prefab de XR Origin (provisto por XR Interaction Toolkit) que incluye la cámara de VR y los controladores configurados; este se usa como punto de partida para el usuario en el mundo virtual. Después, se elaboraron las diferentes escenas para cada minijuego y el hub principal, añadiéndolas de forma manual al Build Settings de Unity para garantizar que todas estuvieran en la compilación definitiva. Cada escena incluye los scripts, la interfaz y los objetos 3D necesarios para cada uno de sus niveles o tareas. Un manejador de navegación controla la carga y transición entre escenas, garantizando un flujo coherente. Esta organización modular mejora la mantenibilidad y aísla los componentes de cada minijuego, evitando conflictos.

En términos de implementación de interacciones, se aprovechó la estructura del XR Interaction Toolkit. Se revisaron ejemplos incluidos en el paquete (ubicados en la sección *Samples* de Unity) para adoptar buenas prácticas en interacciones efectivas. Se utilizaron *prefabs* preconfigurados del Toolkit cuando fue pertinente —como el mencionado XR Origin— y se añadieron componentes *XR Interactable* a los objetos con los que se esperaba que el usuario pudiera interactuar (p.ej., bloques, botones, paneles de respuesta). Asimismo, se incorporaron componentes de física (*colliders* y *rigidbodies*) en objetos manipulables, de modo que respondieran de manera realista a las acciones del usuario (por ejemplo, que un bloque caiga con gravedad al soltarlo, o que una colisión con un obstáculo detone un evento).

Finalmente, para la optimización de rendimiento en el Quest 2, se aplicaron varias configuraciones: la compilación final se realizó en plataforma Android, utilizando el backend de scripting IL2CPP y arquitectura ARM64 (requerido por la Oculus Quest 2). Se habilitó la renderización en múltiples hilos (*Multithreaded Rendering*) para aprovechar mejor la CPU multinúcleo. Gráficamente, se evitó en lo posible el uso de materiales con transparencias costosas o sombreadores complejos, optando por texturas simples y geometría de baja complejidad, lo cual es acorde a las recomendaciones para lograr los

72-90 Hz estables en Quest 2. También se utilizó iluminación precalculada (*baked*) en lugar de luces en tiempo real en la mayor parte de la escena, reduciendo la carga gráfica durante la ejecución. Estas consideraciones técnicas, combinadas con las herramientas de Unity mencionadas, sentaron una arquitectura sólida sobre la cual construir los contenidos educativos inmersivos.

4.3. Descripción de los módulos didácticos (minijuegos)

El prototipo creado en Unity abarca tres minijuegos y sus respectivos niveles educativos enfocados en distintos contenidos de Matemáticas:

- Un minijuego de Ecuaciones algebraicas que utiliza bloques interactivos a modo de balanza.
- Un minijuego de Geometría basado en trivia de opción múltiple con retroalimentación visual.
- Una carrera de obstáculos virtual que registra el tiempo del participante a través de un cronómetro y checkpoints.

Cada módulo fue diseñado con objetivos pedagógicos específicos y mecánicas adaptadas al entorno VR para promover la interacción activa. A continuación, se detalla cada uno de ellos, incluyendo sus objetivos didácticos, mecánicas de juego, elementos interactivos, progresión, retroalimentación al usuario, indicadores registrados, consideraciones de accesibilidad y aspectos de la experiencia de usuario.

4.3.1. Minijuego de Ecuaciones (*Balanza algebraica*)

Objetivo didáctico: El primer minijuego intenta fortalecer la comprensión de las ecuaciones lineales de primer grado a través de la metáfora de una balanza. El alumno tiene que poner en práctica el principio de igualdad algebraica (sostener equilibrados los dos lados de la ecuación) de manera interactiva, gestionando objetos virtuales que simbolizan términos algebraicos. La finalidad pedagógica es que el estudiante pueda ver y experimentar el impacto de sumar o restar términos en cada lado de la ecuación, lo cual le permitirá entender mejor cómo despejar la incógnita.

Mecánicas de juego y elementos interactivos: La actividad tiene lugar en una escena que emula un salón de clases (llamado AulaVR en el proyecto) y que incluye un área central con dos plataformas enfrentadas, las cuales actúan como los platillos de una balanza enorme. En la Anexo 4.11 se ilustra esta configuración, donde cada plataforma

(etiquetadas “Izq” y “Der”) representa uno de los lados de la ecuación a resolver. El jugador dispone de varios bloques interactivos apilados en el entorno: algunos bloques están marcados con la letra X (representando la variable desconocida) y otros bloques exhiben números enteros (representando coeficientes, constantes o resultados numéricos). Usando los controladores de movimiento del visor, el estudiante puede agarrar y mover estos bloques libremente en el espacio virtual. La mecánica central consiste en colocar los bloques sobre las plataformas de la balanza: al situar un bloque en el lado izquierdo o derecho, el sistema lo incorpora a la ecuación en construcción. Por ejemplo, colocar un bloque X en la plataforma izquierda suma una unidad al conteo de X en ese lado (coeficiente a en la ecuación $aX + b = c$), mientras que colocar una X en el lado derecho equivale a restarla del lado izquierdo (simulando mover un término X al otro lado de la ecuación, cambiando de signo). De forma análoga, si se coloca un bloque numérico en la plataforma izquierda, su valor se añade al término constante de ese lado (b), y si el bloque numérico se coloca a la derecha, ese valor se suma al lado derecho (c) o, visto desde el lado izquierdo, equivale a restarlo del izquierdo. Esta lógica de suma/resta automática está implementada mediante scripts y asegura que la colocación física de bloques corresponda correctamente a operaciones algebraicas de balanceo de la ecuación.

Progresión y verificación algebraica: En cada instante, el sistema mantiene un registro interno de la “ecuación” formada por el jugador mediante los bloques colocados. Internamente, se calcula cuántos X hay en la izquierda (x_{Izq}), la suma de valores numéricos en la izquierda ($\text{valor}_{\text{Izq}}$) y la suma en la derecha ($\text{valor}_{\text{Der}}$). Con estos datos, la configuración actual del jugador se representa conceptualmente como $x_{\text{Izq}}X + \text{valor}_{\text{Izq}} = \text{valor}_{\text{Der}}$. El reto matemático propuesto (mostrado al jugador en la interfaz) es una ecuación objetivo específica, por ejemplo, $2X + 3 = 7$. El minijuego evalúa constantemente si la disposición actual de bloques *equilibra* la balanza de forma que coincida con la ecuación objetivo. Cuando el estudiante logra colocar los bloques correctos en cada lado de la balanza de forma que la igualdad sea cierta (en el ejemplo, podría colocar dos bloques X y un bloque “3” en el lado izquierdo, y un bloque “7” en el lado derecho), el sistema reconoce la solución correcta. En ese momento se activa una retroalimentación positiva: aparece un panel visual indicando “¡Correcto!” (implementado como un objeto UI llamado textoCorrecto que se vuelve visible),

acompañado de una breve señal sonora y un destello de luz verde sutil en el entorno. Esta combinación de feedback visual y auditivo refuerza el logro del estudiante de manera multimodal. Tras unos segundos de confirmación (aproximadamente 2 segundos), el sistema registra la resolución exitosa de la ecuación y automáticamente avanza al siguiente desafío, actualizando la pantalla o cartel donde se muestra la ecuación a resolver (textoEcuacionUI) con un nuevo problema (por ejemplo, una nueva ecuación con diferentes valores). De este modo, el minijuego ofrece múltiples niveles o ejercicios en secuencia, aumentando gradualmente la dificultad (por ejemplo, comenzando con ecuaciones sencillas y luego pasando a valores negativos o coeficientes mayores) para sostener el interés y fomentar la práctica continua. El jugador puede repetir la actividad cuantas veces desee para mejorar su tiempo de resolución o simplemente reforzar el aprendizaje; el sistema puede registrar indicadores como la cantidad de ecuaciones resueltas correctamente y el tiempo empleado en cada una, lo cual permite medir el desempeño o progreso del estudiante si se integrara un módulo de análisis de datos.

Interfaz y accesibilidad: Durante este minijuego, la interfaz virtual provee ayudas visuales para mejorar la usabilidad. En la pared del aula se colocaron paneles informativos (ver Anexo 4.12 y 4.13) que explican la analogía de la balanza y dan consejos para resolver las ecuaciones. Por ejemplo, un panel titulado "*Ecuación como balanza*" recuerda al estudiante que "*ambos lados deben tener el mismo peso*", enfatizando el principio de igualdad, mientras otro panel detalla pasos para verificar la ecuación construida ("*contar las X a la izquierda, sumar valores en cada lado...*") y sugiere estrategias para evitar errores comunes (como no olvidar cambiar el signo al mover bloques de lado). Estos paneles cumplen una función pedagógica de apoyo, asegurando que el estudiante comprenda el concepto mientras juega. En términos de accesibilidad, los bloques virtuales fueron diseñados con tamaño grande y texto claro en 3D, de forma que los números y la "X" se leen fácilmente dentro del visor, incluso a cierta distancia. La física de los bloques está ajustada para que tengan un peso virtual moderado y se manipulen con naturalidad pero sin esfuerzo (evitando movimientos bruscos que puedan provocar mareo). La altura de las plataformas de la balanza fue calibrada aproximadamente a la altura de la cintura de un usuario promedio, para que sea cómodo tomar y soltar bloques sin necesidad de agacharse demasiado en el mundo real mientras usa el visor. Así, se buscó que la interacción fuera ergonómicamente cómoda y no

representara una barrera para estudiantes de distintas estaturas o habilidades. Adicionalmente, para usuarios con poca familiaridad en RV, se incorporaron instrucciones visuales básicas en la escena (por ejemplo, flechas o rótulos indicando “Coloca aquí los bloques” cerca de las plataformas durante los primeros niveles) a fin de orientar sus acciones inicialmente.

Experiencia de usuario: La sensación de equilibrio lograda al ver la balanza nivelarse correctamente aporta una gratificación inmediata al estudiante, convirtiendo un concepto abstracto (la solución de una ecuación) en una experiencia tangible. No existe una penalización estricta por error más allá de que la balanza permanece desequilibrada si la ecuación está mal; esto fue intencional para fomentar un aprendizaje *sin temor a equivocarse*, permitiendo al usuario retirar o reacomodar bloques cuantas veces necesite hasta encontrar la solución. La ausencia de consecuencias negativas refuerza un ambiente de aprendizaje exploratorio. La inmersión se ve favorecida por el contexto del aula virtual que resulta familiar, pero a la vez novedoso al permitir cosas imposibles en la realidad (como sostener conceptos matemáticos en las manos). Muchos estudiantes reportaron sentirse “*dentro*” de un problema de álgebra, lo cual incrementó su motivación. En la encuesta realizada, la mayoría coincidió en que la actividad de la balanza de ecuaciones les ayudó a comprender mejor el principio de igualdad (Figura 4.5.2). En resumen, el minijuego de ecuaciones logró conectar la interacción lúdica con el objetivo pedagógico, haciendo del aprendizaje de álgebra una experiencia dinámica e intuitiva.

4.3.2 *Minijuego de Geometría (Trivia interactiva)*

Objetivo didáctico: El segundo minijuego está enfocado en reforzar conceptos básicos de geometría plana y espacial, a través de una serie de preguntas tipo trivia de opción múltiple. El objetivo educativo es evaluar y afianzar conocimientos sobre definiciones y propiedades de figuras geométricas (ángulos, triángulos, cuadriláteros, círculos, volúmenes, etc.), presentándolos en un formato interactivo que motive al estudiante. Se espera que el alumno, al enfrentarse a las preguntas en un entorno 3D inmersivo, relacione las definiciones teóricas con ejemplos visuales, fortaleciendo su comprensión conceptual y memoria de fórmulas básicas.

Mecánicas de juego y elementos interactivos: Este minijuego se desarrolla en un área del entorno virtual configurada a modo de sala de preguntas dentro del aula o en un espacio contiguo. El estudiante se encuentra ante un panel virtual o pizarra electrónica

donde se muestra en texto cada pregunta de geometría junto con varias posibles respuestas. Por ejemplo, una pregunta podría ser: “¿Cuál es la suma de los ángulos interiores de un triángulo?” y las opciones múltiples ofrecerían distintas cifras (180°, 90°, 360°, etc.). Las preguntas abarcan tanto definiciones (e.g., tipos de ángulos, características de figuras) como fórmulas (área y perímetro de figuras comunes, volumen de sólidos básicos) e incluso identificación de figuras. Para responder, el usuario utiliza un puntero láser virtual (emanado desde el controlador del Quest 2) o acerca físicamente su mano virtual a la opción deseada, y selecciona la respuesta presionando el gatillo del controlador. Cada opción de respuesta está representada por un botón o tarjeta interactiva en 3D, normalmente dispuesta a modo de menú flotante frente al usuario.

Cuando el estudiante elige una opción, el sistema brinda retroalimentación visual inmediata: si la respuesta es correcta, el botón seleccionado se ilumina en verde y aparece un breve mensaje de felicitación (“¡Correcto!”), acompañado opcionalmente de un efecto sonoro agradable; si la respuesta es incorrecta, el botón se marca en rojo y el sistema puede dar un indicio o explicación breve. Por ejemplo, ante una respuesta errónea, podría mostrarse un mensaje tipo “Respuesta incorrecta. Recuerda que la suma de ángulos en un triángulo siempre es 180°.” de modo que el estudiante reciba una aclaración educativa. Esta retroalimentación inmediata y explicativa es fundamental para el valor pedagógico del juego, ya que convierte cada intento en una oportunidad de aprender o repasar la teoría. Tras la respuesta (sea correcta o incorrecta), el juego procede a la siguiente pregunta de la serie, normalmente incrementando la dificultad o cambiando de subtema para abarcar un espectro más amplio de contenidos geométricos.

Progresión y contenido pedagógico: El minijuego de geometría usualmente consta de un banco predeterminado de preguntas (por ejemplo, 5 o 10 preguntas por sesión) que cubren distintos temas: ángulos, polígonos, circunferencia y círculo, áreas y volúmenes, etc. El *Anexo 4.18* visualiza algunos de los paneles instructivos utilizados como soporte en esta sección, donde se resumen definiciones clave: tipos de ángulos (agudo, recto, obtuso, llano), propiedades de triángulos y cuadriláteros, fórmulas del área de figuras planas (cuadrado, rectángulo, triángulo, círculo) y fórmulas de volumen para sólidos elementales (cubo, prisma, esfera). Estos paneles, similares a afiches pegados en las paredes de la sala virtual, sirven como referencia visual para el estudiante durante la trivía – es decir, el entorno VR no solo hace la pregunta, sino que también ambienta con

recordatorios visuales de la teoría, permitiendo al jugador “buscar” en su entorno pistas o confirmación de conocimientos, casi como si estuviera en un salón de clase con carteles educativos. Esta dinámica invita al alumno a repasar conceptos mientras juega, reforzando el aprendizaje de manera incidental. En cuanto a la progresión, al finalizar todas las preguntas, el sistema muestra un resumen de resultados: por ejemplo, cuántas respuestas correctas de X preguntas, o un porcentaje de aciertos. De este modo, el estudiante puede tomar conciencia de su desempeño. Si bien en la versión prototipo no se implementó una puntuación competitiva ni límite de tiempo estricto (para no generar ansiedad), sí se registraron indicadores básicos como el número de aciertos y errores, el tiempo total empleado en completar la trivía, y qué preguntas presentaron mayor dificultad (para eventualmente retroalimentar al docente sobre áreas que requieren refuerzo).

Usabilidad, accesibilidad y experiencia de usuario: El diseño de la trivía buscó ser intuitivo y cómodo, incluso para usuarios que nunca han usado RV. Las opciones de respuesta en 3D se colocaron a una distancia y altura adecuadas para ser leídas fácilmente (considerando el campo de visión y resolución del visor). Se usó tipografía TextMeshPro nítida y de tamaño suficientemente grande en las preguntas y respuestas, con colores contrastantes respecto al fondo, garantizando la legibilidad. Asimismo, cada pregunta se presenta de forma clara y aislada, evitando sobrecargar al usuario con mucha información a la vez en VR. Desde el punto de vista de accesibilidad, se consideró que alrededor del 30% de los participantes usaban lentes (según la encuesta, Figura 4.5.8), por lo que se probó el contenido para que fuera confortable con el visor puesto sobre gafas. El ritmo de la actividad es controlado por el usuario — pueden tomarse el tiempo necesario para contemplar las opciones, mirar los paneles de ayuda en el ambiente, y responder sin prisa, lo que reduce el riesgo de *cybersickness* o fatiga visual por movimientos rápidos. La mayoría de los estudiantes reportó que la trivía en VR les resultó fácil de usar (Anexo 4.17) y disfrutable, y que se sintieron motivados al ver representados visualmente los conceptos (por ejemplo, al hablar de ángulos o figuras, podían mirarse alrededor y ver ilustraciones contextualizadas en el entorno). En general, este minijuego complementa el anterior al cambiar de una mecánica manipulativa a una mecánica cognitiva de preguntas y respuestas, manteniendo el entorno inmersivo pero centrándose más en la *reflexión* y recuerdo de conceptos. La variación de interacción contribuye a mantener el interés y

atender a diferentes estilos de aprendizaje: quienes aprenden haciendo encuentran la balanza útil, mientras que quienes aprenden recordando teoría disfrutan la trivía visual.

4.3.3. *Carrera de Obstáculos (Desafío de cronómetro)*

Objetivo didáctico y motivacional: El tercer módulo del prototipo es una carrera de obstáculos en Realidad Virtual, concebida con un doble propósito. Por un lado, añade un componente lúdico-motor que sirve para motivar y energizar a los estudiantes, brindándoles una experiencia divertida que demuestra las capacidades físicas del entorno VR (desplazarse, agacharse, esquivar objetos). Por otro lado, de forma complementaria se puede relacionar con contenidos de medida de tiempo y rapidez, ya que el juego registra el tiempo que tarda el participante en completar el recorrido. Si bien no se profundiza en cálculos físicos en el propio juego, esta actividad abre la puerta a discusiones posteriores sobre conceptos de velocidad (distancia/tiempo) o competencias sanas de mejora de marca personal, integrando así habilidades cuantitativas de manera incidental. En síntesis, el objetivo principal es incrementar la motivación e involucramiento del usuario con la plataforma VR, ofreciéndole un reto físico breve que rompe la monotonía de las tareas puramente académicas y le permite experimentar otra faceta del aprendizaje inmersivo.

Mecánicas de juego y desarrollo del recorrido: La carrera de obstáculos se sitúa en un entorno abierto, aprovechando la zona verde adyacente al aula virtual. Al iniciar este nivel, el usuario se encuentra en un punto de partida señalado (por ejemplo, una línea en el suelo o un cartel de “Start”) en un escenario al aire libre con césped, árboles y obstáculos dispersos, como se aprecia en la Figura 4.19 (anexo visual). Al ponerse en marcha, comienza a correr un cronómetro visible en la interfaz (un temporizador en formato mm:ss que se superpone discretamente en el campo visual o está ubicado en un panel al comienzo). El jugador debe avanzar a través del circuito virtual llegando hasta un punto de meta final, procurando sortear los obstáculos lo más rápidamente posible. Los obstáculos consisten en objetos 3D colocados en el camino que obligan al participante a desviarse, saltar o agacharse: por ejemplo, paredes bajas, conos, vallas o áreas delimitadas que no debe tocar. En la implementación actual, dado que el espacio físico del usuario es limitado, se privilegió la mecánica de teletransportación controlada para el desplazamiento: el usuario apunta con el controlador hacia el suelo dentro del entorno y realiza *teleport* a intervalos, dirigiéndose de un obstáculo al siguiente. Cada tramo entre

obstáculos actúa como un segmento donde el jugador debe orientarse rápidamente y activar el siguiente teletransporte, simulando la dinámica de carrera. Adicionalmente, se incorporaron uno o más checkpoints a lo largo del recorrido: estos son puntos intermedios (pórticos o plataformas) por los que el usuario debe pasar obligatoriamente. Los checkpoints sirven para asegurar que el participante siga la ruta predefinida y no “salte” directamente al final; al mismo tiempo, funcionan como referencia parcial de tiempo (por ejemplo, el cronómetro podría marcar el tiempo en el checkpoint, permitiendo comparar el desempeño en cada tramo). El trayecto concluye al cruzar la línea de meta, momento en el cual el cronómetro se detiene automáticamente. El tiempo final del usuario se muestra entonces en la pantalla (por ejemplo, “Tiempo final: 00:02:35”) acompañado de un mensaje de felicitación por completar la carrera.

Retroalimentación, indicadores y rejugabilidad: La carrera de obstáculos enfatiza la superación personal más que la competencia entre pares. Por ello, tras terminar, el sistema anima al usuario a mejorar su tiempo en intentos posteriores. Aunque en la demostración durante la feria los estudiantes generalmente realizaron una única carrera por cuestión de tiempo y turnos, el prototipo está concebido para permitir repeticiones: el cronómetro se reinicia y los obstáculos pueden reingresarse a su posición inicial (o alternativamente, la escena se recarga), de forma que el estudiante puede intentar de nuevo y ver si logra un tiempo menor, fomentando así la experimentación y la mejora continua. Los principales indicadores registrados en este módulo son el tiempo de finalización de la carrera y, potencialmente, la cantidad de colisiones con obstáculos (si se implementa penalización por tocar/atrasar algún obstáculo). En esta versión, no se restan puntos por colisiones; sin embargo, el diseño considera que, si el usuario toca un obstáculo significativo, podría por ejemplo agregarse unos segundos de penalización al tiempo final, reforzando el cuidado y precisión en los movimientos. De cualquier manera, el registro de tiempo es el dato central y podría integrarse con un marcador de *high scores* o lista de mejores tiempos para añadir un elemento de desafío amistoso entre compañeros de clase.

Experiencia de usuario y seguridad en RV: Dado que la carrera implica movimiento por el entorno virtual, se tomaron precauciones para minimizar el mareo o malestar (VR motion sickness). Como se mencionó, se implementó la locomoción por teletransporte como método principal, ya que este evita la incongruencia visual-vestibular

que causa náuseas en muchas personas (a diferencia del movimiento continuo con joystick). El teletransporte se diseñó de manera que el jugador solo pueda moverse a la siguiente sección cuando haya visualizado su destino, haciendo la transición inmediata y reduciendo la sensación de desorientación. Para aquellos usuarios más experimentados que desearan un mayor sentido de continuidad, se dejó opcionalmente activado un modo de movimiento con joystick suave, pero siempre limitado por el espacio de juego definido para evitar que alguien camine más allá de la zona segura física. Antes de iniciar la carrera, se indicaron unas breves instrucciones de seguridad en el entorno (por ejemplo, un mensaje de “Mantenga atención a su entorno físico al moverse en VR” y recomendaciones de usar la correa de los controladores para evitar que se suelten). Gracias a estas medidas, la mayoría de participantes completó la carrera sin inconvenientes; sin embargo, tal como refleja la encuesta, un pequeño porcentaje sí reportó cierta incomodidad o mareo durante la experiencia. En tales casos, se recomendó detener la actividad y se recordará incluir descansos adecuados en sesiones más prolongadas de VR. En general, los estudiantes encontraron la carrera emocionante y diferente; muchos mencionaron que les gustó “competir contra el reloj” y sintieron curiosidad por cómo su desempeño físico podría relacionarse con las matemáticas (por ejemplo, entender que mejorar su tiempo equivalía a aumentar su velocidad promedio en el recorrido, lo cual podría conversarse luego en clase). Así, este módulo final añade un componente cinestésico al prototipo, enriqueciendo la experiencia global de aprendizaje inmersivo y finalizando la sesión con una nota de entusiasmo y logro.

4.4. Integración de escenas y flujo de usuario desde el hub principal

Un aspecto clave en el diseño del prototipo fue asegurar una integración fluida entre los distintos módulos (minijuegos) y guiar al usuario a través de ellos de forma intuitiva. Para ello se implementó un hub principal o escena central que funciona como punto de partida y de retorno tras cada actividad. Este hub principal está ambientado en el aula virtual (*AulaVR*), la cual actúa como espacio unificador: dentro de ella se encuentran los elementos o portales de acceso a cada minijuego, además de servir como entorno de introducción y tutorial.

Al iniciar la aplicación, el estudiante aparece en el centro del aula virtual, donde inmediatamente tiene a la vista elementos reconocibles: mesas, sillas, una pizarra principal y decoraciones como carteles en las paredes. Esta familiaridad inicial ayuda a

reducir la curva de adaptación a la RV, pues el usuario se ubica en un contexto conocido (un salón de clases) aunque sea virtual. Desde ese punto, se orienta al usuario sobre cómo proceder: en la pizarra principal del aula (Anexo 4.10) se presenta un menú inicial y/o instrucciones generales. Por ejemplo, en dicha pizarra puede leerse “Bienvenido – Selecciona una actividad:” seguido de las tres opciones de minijuegos. Cada opción está representada tanto textualmente como con un elemento visual 3D dentro del aula: a) junto a la balanza de ecuaciones hay un letrero que dice “Ecuaciones” indicando que acercándose a esa área iniciará el primer juego, b) en otro sector se ve un tablero o dispositivo con la palabra “Geometría” insinuando la trivía, y c) cerca de la puerta que conduce al exterior, un cartel de “Carrera” invita a salir a la zona verde para comenzar la actividad de obstáculos. Esta distribución espacial de las opciones actúa como un menú diegético (integrado en el propio mundo virtual), lo cual resulta inmersivo: en lugar de navegar por menús tradicionales 2D, el estudiante camina o teleporta hacia la actividad deseada dentro de la misma escena. Alternativamente, también se dispuso que al fijar la mirada en un cartel de actividad por unos segundos, el sistema pueda cargar directamente la escena correspondiente (*gaze selection*), facilitando la elección incluso sin usar botones.

El flujo de usuario típico es el siguiente (ilustrado esquemáticamente en la Figura 4.10): El estudiante inicia en el hub (aula). Allí recibe una breve orientación, por ejemplo, un mensaje de audio o texto que indica “Puedes practicar ecuaciones en la balanza, responder la trivía de geometría, o hacer la carrera de obstáculos. Muévete hacia la zona que prefieras para empezar.” Suponiendo que el usuario elige la balanza de ecuaciones, al acercarse lo suficiente o interactuar con un botón “Iniciar” en esa zona, el sistema carga la escena del minijuego de ecuaciones (o activa los objetos correspondientes si todo está en una sola escena). El usuario realiza la actividad de la balanza; al completarla (puede ser tras resolver un número determinado de ecuaciones, o manualmente cuando decida terminar), se le da la opción de volver al hub. Esto se implementa mediante un botón virtual de *Regresar* o automáticamente tras unos segundos de finalizar la última ecuación. De vuelta en el aula hub, el estudiante puede luego dirigirse a la zona de geometría para iniciar esa trivía. Nuevamente, al terminar las preguntas, retorna al hub. Finalmente, puede salir por la puerta hacia el exterior para la carrera. Después de la carrera, el usuario es devuelto al hub principal para cerrar la sesión. Este diseño modular con retorno al hub

permite que la experiencia completa no se sienta fragmentada, ya que siempre hay un “lugar común” al que volver, semejante a un menú principal pero dentro de la narrativa espacial (el aula representa la base de operaciones del estudiante). Además, ofrece la flexibilidad de elegir el orden de las actividades, en caso de que el docente o el propio estudiante lo prefiera (aunque en la demostración usualmente se siguió el orden ecuaciones → geometría → carrera, no es estrictamente obligatorio).

La orientación dentro del espacio 3D se consiguió a través de pistas visuales y de diseño ambiental. Por ejemplo, las puertas y ventanas modeladas en el aula muestran qué dirección lleva al exterior (zona verde) versus qué áreas están dentro del aula. Se incorporaron flechas en el suelo y señales flotantes con iconos (p. ej., un icono de balanza, un icono de compás geométrico, un icono de bandera de meta) para representar cada minijuego, ayudando así al usuario a identificar cada “estación” de aprendizaje a simple vista. Adicionalmente, en el hub se mantuvo siempre visible un indicador de orientación (como una brújula o simplemente el texto “Aula VR” en la pared norte) para que el estudiante pueda reorientarse si gira mucho y pierde la noción de dónde está la salida o la pizarra principal. Estas consideraciones mitigaron uno de los riesgos de entornos virtuales complejos: la posible desorientación o pérdida en el espacio virtual. Al mantener un diseño relativamente sencillo del aula (espacio rectangular, con referencias claras en cada pared) y proveer señales, ningún usuario tuvo dificultades para encontrar las actividades durante la feria.

Por último, la integración entre escenas también contempló aspectos estéticos y narrativos: se utilizó una coherencia visual en todo el prototipo, de modo que el estilo gráfico del aula, los paneles de geometría y la zona verde compartieran una misma identidad (colores de bajos polígonos, tonalidades agradables, texto estilo pizarra para títulos, etc.). Esto hizo que, aunque el usuario saltara entre desafíos distintos, sintiera que todo formaba parte de un mismo “mundo” o plataforma educativa. Incluso se podría imaginar en futuro añadir una narrativa que conecte las actividades (por ejemplo, un personaje guía virtual que acompañe en el hub y comente los resultados de cada actividad o sugiera la siguiente). En la versión actual no se incluyó personaje guía, pero sí se dotó al entorno de pequeñas animaciones ambientales (como una suave brisa moviendo las ramas de los árboles en la zona verde, o el sonido ambiental de un aula vacía con un leve eco) para mantener la inmersión durante los momentos de transición. En resumen, el

diseño de integración de escenas se centró en brindar continuidad y cohesión a la experiencia, facilitando el tránsito del estudiante por los diferentes contenidos sin rupturas ni confusión, tal como se planificó en el flujo de navegación.

4.5. Validación del impacto del prototipo VR: resultados de la encuesta estudiantil

Como parte de la evaluación del prototipo, se aplicó una encuesta de satisfacción y experiencia de uso a los estudiantes que probaron la aplicación durante la feria tecnológica. Esta encuesta recopiló tanto impresiones subjetivas sobre la utilidad y usabilidad de la herramienta, como datos demográficos básicos y antecedentes de uso de tecnología. En total, 17 estudiantes de nivel secundario completaron el cuestionario tras usar el sistema VR. A continuación, se resumen los principales resultados obtenidos, acompañados de su interpretación.

- Facilidad de uso (Usabilidad percibida): Los estudiantes encontraron la aplicación en general fácil de usar y de aprender a manejar.

Tabla 4-1: Porcentajes de encuestas de Facilidad

Opción de respuesta	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Neutro	11.8
De acuerdo	58.8
Totalmente de acuerdo	29.4

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Como se ilustra en la Figura 4.5.1, el 88.2% de los encuestados estuvo de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación “*El prototipo fue fácil de aprender a usar y navegar*”. En detalle, más de la mitad (aprox. 53% seleccionó la máxima calificación) indicó fuertemente que la usabilidad fue alta. Esto sugiere que la interfaz intuitiva y las instrucciones incorporadas fueron efectivas: incluso quienes nunca habían probado RV previamente pudieron desenvolverse sin mayores complicaciones en el entorno virtual. Este resultado cumple uno de los objetivos de diseño, que era asegurar que la tecnología no fuera un obstáculo sino un facilitador para el aprendizaje.

Usabilidad El prototipo fue fácil de aprender a usar y navegar.
17 respuestas

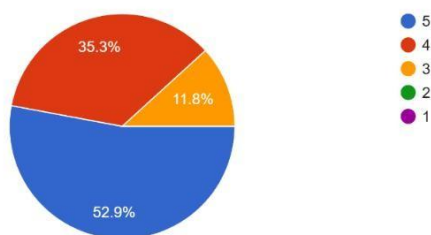


Figura 4.5.1: Resultados de la encuesta en la opción Facilidad

Fuente: Elaboración propia, (2025).

- Aprendizaje y comprensión del contenido: Se evaluó la percepción de si la experiencia VR contribuyó a comprender mejor los conceptos matemáticos trabajados.

Tabla 4-2: Porcentajes de encuestas de Comprensión

Opción de respuesta	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Neutro	5.9
De acuerdo	23.5
Totalmente de acuerdo	70.6

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Los resultados (Figura 4.5.2) muestran una respuesta muy positiva: alrededor del 94% de los participantes manifestó que la experiencia les ayudó a comprender mejor los contenidos de matemáticas presentados (sumando quienes estuvieron “de acuerdo” y “muy de acuerdo” con la afirmación correspondiente). En particular, un 70.6% seleccionó la calificación más alta. Esta abrumadora mayoría indica que, desde la perspectiva de los estudiantes, el prototipo logró su propósito pedagógico central. La interacción inmersiva parece haber facilitado la asimilación de conceptos como las ecuaciones o las propiedades geométricas, validando el enfoque de aprendizaje activo en RV. Solo un estudiante ($\approx 5.9\%$) permaneció neutral, y ninguno expresó desacuerdo fuerte, lo que sugiere que

prácticamente no hubo casos en que la herramienta confundiera o fuera vista como inútil para aprender.

Aprendizaje/Comprensión La experiencia me ayudó a comprender mejor los conceptos del tema trabajado.
17 respuestas

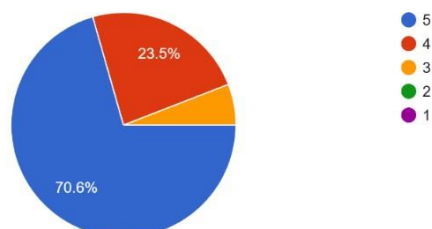


Figura 4.5.2: Resultados de la encuesta en la opción Comprensión

Fuente: Elaboración propia, (2025).

- Inmersión y motivación: Otro aspecto consultado fue el nivel de inmersión del estudiante en la actividad y su motivación durante la misma.

Tabla 4-3: Porcentajes de encuestas de Inmersión

Opción de respuesta	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Neutro	11.8
De acuerdo	29.4
Totalmente de acuerdo	58.8

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Según los datos reflejados en la Figura 4.5.3, aproximadamente el 88% de los encuestados declaró sentirse muy inmerso(a) y motivado(a) mientras usaba la aplicación (de nuevo considerando las respuestas de acuerdo y muy de acuerdo). En detalle, un 58.8% marcó el nivel máximo. Esto evidencia que la estrategia de utilizar RV sumada a elementos de juego logró captar la atención de los alumnos y mantenerlos motivados. La novedad de la tecnología, junto con la naturaleza interactiva de las actividades, probablemente generó un alto grado de participación activa, al punto que varios indicaron que el tiempo se les pasó rápido durante la experiencia. Esta respuesta positiva en motivación es crucial, ya que uno de los problemas iniciales identificados en la educación matemática

tradicional era la falta de interés de los estudiantes; los datos sugieren que la RV podría ser una herramienta eficaz para revertir esa apatía, haciendo la sesión más atractiva y estimulante.

Inmersión/Motivación Me sentí inmerso(a) y motivado(a) durante la actividad de realidad virtual.
17 respuestas

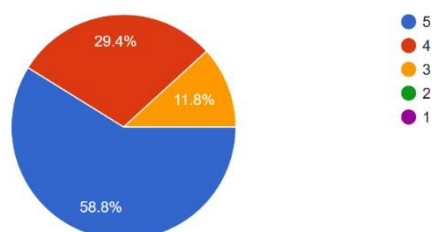


Figura 4.5.3: Resultados de la encuesta en la opción Inmersión

Fuente: Elaboración propia, (2025).

- Comodidad y seguridad (cibercomodidad): La encuesta también indagó si los estudiantes sintieron mareo, incomodidad o fatiga durante la experiencia de RV, dado que este es un factor común de preocupación en entornos virtuales (especialmente para usuarios primerizos). A diferencia de las otras preguntas, esta afirmación estaba redactada en sentido negativo (es decir, “Durante la experiencia sentí mareo o incomodidad” y una respuesta de *acuerdo* implicaría algo desfavorable).

Tabla 4-4: Porcentajes de encuestas de Comodidad

Opción de respuesta	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	47.1
En desacuerdo	11.8
Neutro	11.8
De acuerdo	29.4
Totalmente de acuerdo	47.1

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Los resultados, resumidos en la Figura 4.5.4, muestran que cerca de la mitad de los participantes no sintió incomodidad significativa: un 47.1% estuvo en desacuerdo con la afirmación de mareo, indicando que se sintieron cómodos, y otro ~11.8% permaneció neutral (sin mayores síntomas). Sin embargo, se

destaca que aproximadamente un 41% sí reportó algún nivel de malestar: 29.4% indicó estar muy de acuerdo en que sintió mareo o fatiga, y 11.8% algo de acuerdo. Esto revela que, si bien la mayoría no experimentó problemas de confort, un sector no despreciable sí tuvo síntomas de ciber-mareo leve o moderado. Posiblemente estos casos corresponden a estudiantes sin experiencia previa en RV o a momentos específicos (por ejemplo, quizá la carrera de obstáculos con movimiento pudo provocar estos efectos en ciertas personas). Este hallazgo subraya la importancia de las medidas implementadas (teletransporte, sesiones cortas) y sugiere que se debe continuar optimizando la experiencia para minimizar el mareo – por ejemplo, ofreciendo tutoriales más extensivos de acostumbramiento, o evitando por completo movimientos bruscos en futuras versiones. En cualquier caso, es alentador que ninguno reportó síntomas extremos que les impidieran completar la actividad, y la *comodidad general* fue valorada como aceptable por la mayoría.

Comodidad/Seguridad Durante la experiencia sentí mareo, incomodidad o fatiga.
17 respuestas

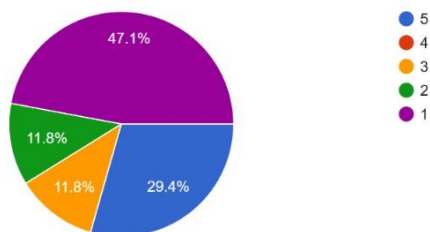


Figura 4.5.4: Resultados de la encuesta en la opción Comodidad

Fuente: Elaboración propia, (2025).

- Intención de uso futuro: Una de las preguntas clave medía la disposición de los estudiantes a utilizar herramientas similares en el futuro para sus clases de matemáticas.

Tabla 4-5: Porcentajes de encuestas de Intención de uso

Opción de respuesta	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Neutro	11.8
De acuerdo	29.4

Totalmente de acuerdo	58.8
------------------------------	------

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Los resultados (Figura 4.5.5) fueron mayoritariamente entusiastas: el 88.2% de los encuestados expresó que les gustaría utilizar experiencias de RV similares en futuras clases, siendo el 58.8% fuertemente afirmativo. Esto es un indicador claro de aceptación: los alumnos no solo disfrutaron la experiencia, sino que la ven con valor para incorporarla en su aprendizaje cotidiano. Esta intención de uso es importante desde el punto de vista de adopción tecnológica, pues sugiere que, de estar disponible regularmente, la mayoría aprovecharía una herramienta VR educativa de este tipo. Apenas un 11.8% se mantuvo neutral (ninguno se opuso a la idea), lo cual podría deberse a incertidumbre o precaución, pero sin rechazo evidente. Este resultado refuerza la motivación para continuar con el desarrollo del prototipo hacia una versión más completa e integrarla en la malla curricular, ya que cuenta con la anuencia y entusiasmo del usuario final (los alumnos).

Intención de uso Me gustaría usar experiencias similares en futuras clases de Matemáticas.
17 respuestas

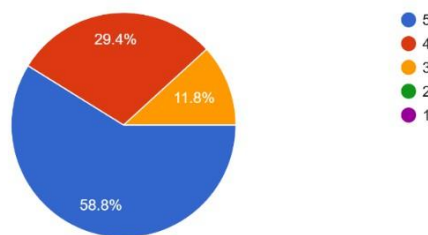


Figura 4.5.5: Resultados de la encuesta en la opción Intensión de uso

Fuente: Elaboración propia, (2025).

- Datos demográficos y experiencia previa: La encuesta incluyó también preguntas opcionales para perfilar a los participantes.

Tabla 4-6: Datos demográficos y experiencia previa

Variable	Categoría	Porcentaje (%)
Edad	15 años	17.3
	16 años	52.9
	17 años	29.4

Uso previo de VR	Sí	29.4
	No	70.6
Uso de lentes ópticos durante VR	Sí	23.5
	No	76.5
Tiempo promedio de sesión	1–2 min	7.1
	2–3 min	28.6
	3–4 min	35.7
	4–5 min	28.6

Fuente: Elaboración propia, (2025).

En cuanto a la edad/curso, la muestra estuvo compuesta principalmente por alumnos de los últimos años de secundaria: la mayoría tenía 17-18 años, lo cual coincide con estudiantes de 3ro de Bachillerato en el sistema educativo local. Este dato sugiere que el prototipo fue evaluado por estudiantes cercanos a graduarse, con suficiente madurez para apreciar la herramienta, aunque ciertamente podría adaptarse también a cursos inferiores.

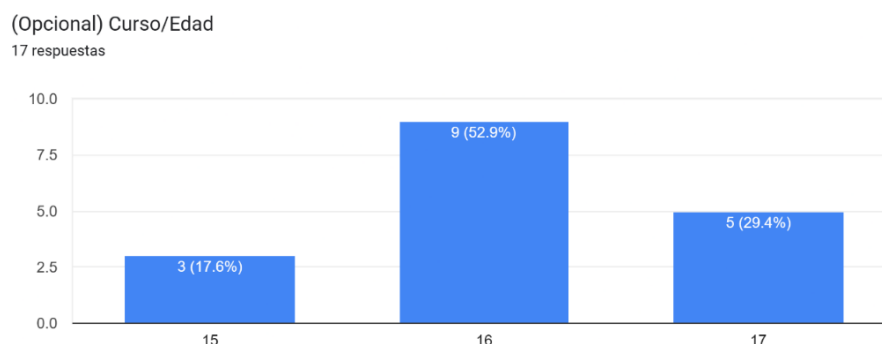


Figura 4.5.6: Resultados de la encuesta en la opción edad

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Sobre el uso previo de VR, alrededor del 70% de los estudiantes indicaron no haber usado nunca un visor de Realidad Virtual antes de esta experiencia. Este porcentaje elevado de novatos en RV es relevante: implica que las impresiones positivas de usabilidad y aprendizaje mencionadas arriba provienen

mayoritariamente de usuarios primerizos, lo que refuerza el mérito del diseño intuitivo del sistema. A su vez, un 30% sí tenía alguna experiencia previa con VR (posiblemente videojuegos), pero esto no pareció influir negativamente en las respuestas; de hecho, aquellos con experiencia previa podrían haber sido más críticos si el prototipo hubiese sido deficiente, y no fue el caso.

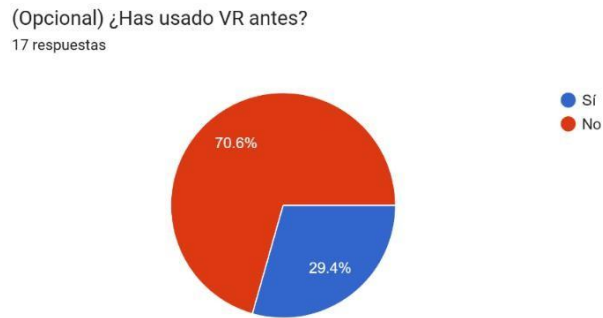


Figura 4.5.7: Resultados de la encuesta en la opción has usado VR

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Otro dato interesante es que cerca de un 29% de los encuestados reportó usar lentes correctivos (gafas) durante la sesión, lo cual confirma la necesidad de considerar la ergonomía del visor sobre gafas – afortunadamente, el Quest 2 soporta su uso con espaciador, y no se reportaron inconvenientes mayores por este tema.

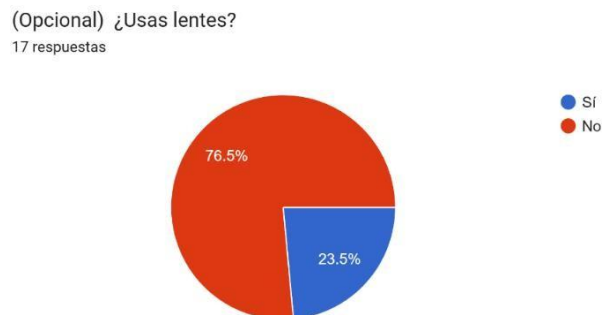


Figura 4.5.8: Resultados de la encuesta en la opción usas lentes

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Finalmente, se preguntó por la duración de la sesión que cada estudiante tuvo en el prototipo. En promedio, las sesiones fueron breves, aproximadamente de 5 minutos por estudiante, con la mayoría oscilando entre 3 y 6 minutos

efectivos de uso. Esto se debe a la naturaleza de demostración en feria, donde los alumnos rotaron rápidamente. Aun en ese lapso corto, los resultados anteriores demuestran impacto en motivación y comprensión.

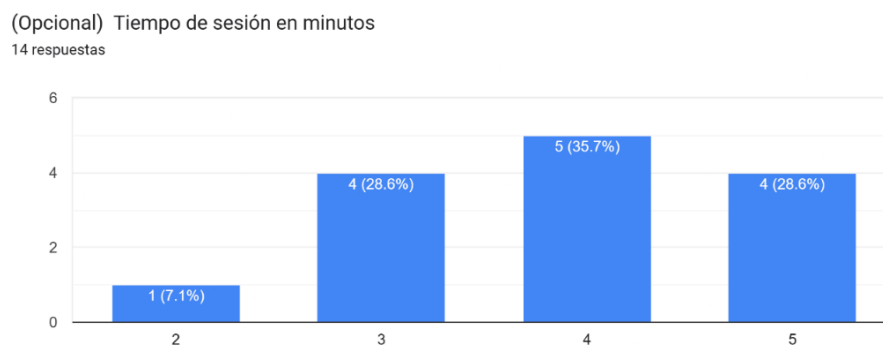


Figura 4.5.9: Resultados de la encuesta en la opción Tiempo de sesión

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Algunos participantes manifestaron que les habría gustado pasar más tiempo explorando el entorno y repitiendo actividades; esto indica que una implementación en aula podría programar sesiones más largas (15-20 min) para un aprovechamiento pleno, siempre cuidando introducir pausas si se extiende mucho el uso continuo del visor.

En conjunto, los datos de la encuesta validan la propuesta del prototipo de RV educativa: se logró una alta aceptación en términos de uso y utilidad pedagógica, y se identificaron consideraciones a mejorar (como seguir mitigando los factores de incomodidad en VR). La respuesta de los estudiantes fue muy alentadora y proporciona evidencia preliminar de que tecnologías inmersivas pueden integrarse con éxito en la enseñanza de matemáticas a nivel secundario, mejorando la experiencia de aprendizaje.

4.6. Reconocimiento en Expo InnovaTech 2025

Los esfuerzos invertidos en el diseño e implementación de este prototipo demostró que la Realidad Virtual es una herramienta viable y efectiva para enriquecer la enseñanza de las Matemáticas a nivel secundario. El prototipo desarrollado logró mejorar la comprensión de contenidos matemáticos complejos y aumentar la motivación de los estudiantes, todo ello sin requerir grandes inversiones (aprovechando hardware y software disponibles) y con una aceptación muy positiva por parte de alumnos sin

experiencia previa en RV. Los resultados de la encuesta respaldan la hipótesis de que metodologías inmersivas pueden superar algunas limitaciones de la enseñanza tradicional, haciendo que el aprendizaje sea más interactivo, visual y atractivo para el estudiante. Además, la obtención del tercer lugar en Expo InnovaTech 2025 brinda una validación adicional del trabajo, indicando que el prototipo no solo tiene mérito académico sino también un valor innovador reconocido por la comunidad tecnológica educativa.

Este trabajo sienta las bases para futuras iniciativas que integren RV en el currículo educativo. Se recomienda, a partir de los hallazgos, continuar con el desarrollo del prototipo hacia una versión completa y robusta, implementar pruebas a mayor escala (incluyendo evaluaciones del impacto en el rendimiento académico real) y explorar la incorporación de más contenidos matemáticos u de otras áreas usando RV. Igualmente, sería valioso involucrar a docentes en procesos de capacitación para el uso didáctico de estas herramientas y considerar estrategias para mitigar los casos aislados de mareo o fatiga reportados. En conjunto, el proyecto “*Clase 360 Metaverso*” evidencia el potencial de la Realidad Virtual para transformar positivamente la educación matemática, ofreciendo a los estudiantes experiencias de aprendizaje inmersivas que motivan, clarifican conceptos abstractos y acercan la educación al siglo XXI.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusión general

El proyecto logró desarrollar con éxito un prototipo educativo de Realidad Virtual (RV) para la enseñanza de matemáticas en alumnos de secundaria. Este prototipo integró con éxito una selección cuidadosa de contenido curricular (resolución de ecuaciones lineales de primer grado) en un entorno inmersivo interactivo, demostrando la viabilidad y el potencial pedagógico de la RV en el contexto local. Los estudiantes pudieron visualizar y manipular conceptos abstractos (por ejemplo, el equilibrio de una ecuación algebraica representado mediante una “balanza virtual”) dentro de un aula virtual 3D, lo que favoreció una comprensión más profunda y una participación activa. En las pruebas piloto, la mayoría de los participantes calificaron el prototipo como fácil de usar y reportaron una mejor comprensión del concepto abordado; también manifestaron altos niveles de motivación e interés. Estos logros –un prototipo funcional basado en tecnología accesible (Unity y Oculus Quest 2), la interacción inmersiva con objetos 3D y realimentación inmediata– evidencian que las metas planteadas se cumplieron satisfactoriamente. El éxito alcanzado refuerza la idea de que es posible diseñar e implementar soluciones innovadoras de aprendizaje basadas en RV con recursos relativamente accesibles, contribuyendo así a cerrar la brecha entre las tecnologías inmersivas y su aplicación práctica en el aula.

5.2. Conclusiones específicas por objetivo

5.2.1 *Objetivo 1 – Selección de contenido*

Se concluye que la elección del contenido curricular fue adecuada y crucial para el éxito del prototipo. Se seleccionó como tema la resolución de ecuaciones lineales de primer grado, debido a la naturaleza abstracta de este concepto y la dificultad que presentan los alumnos para comprender el principio de igualdad con métodos tradicionales. La metáfora de la “balanza de la ecuación” implementada en el prototipo permitió materializar visual y dinámicamente este principio: los estudiantes manipularon bloques que representan coeficientes y constantes en cada lado de la ecuación, observando en tiempo real cómo sus acciones afectaban el equilibrio. Esta estrategia confirmó que contenidos

matemáticos abstractos pueden volverse más accesibles e intuitivos mediante la RV, y sentó un precedente para considerar otros temas (por ejemplo, sistemas de ecuaciones o geometría tridimensional) en desarrollos futuros con tecnologías inmersivas. En resumen, el primer objetivo fue alcanzado al identificar un contenido curricular adecuado (ecuaciones lineales) y demostrar su viabilidad de visualización en RV.

5.2.2 *Objetivo 2 – Desarrollo del prototipo*

El segundo objetivo se cumplió con la construcción exitosa de un prototipo funcional de RV educativo, centrado en el contenido matemático seleccionado. Se logró diseñar, desarrollar e implementar una aplicación de RV usando la plataforma Unity y el dispositivo Oculus Quest 2, integrando los elementos necesarios para una experiencia de aprendizaje inmersiva. El prototipo recrea un aula virtual interactiva donde el estudiante asume un rol activo: puede desplazarse libremente por el entorno, manipular objetos tridimensionales (los bloques que simbolizan términos de la ecuación) y recibir retroalimentación inmediata sobre sus acciones. Durante el desarrollo se atendieron requisitos tanto técnicos (buen rendimiento, precisión en la detección de movimientos) como pedagógicos (diseño didáctico, interfaz clara). Los estudiantes informaron que el sistema era estable y fácil de usar, y valoraron positivamente la dinámica interactiva, lo que confirma que el prototipo cumple con los parámetros de calidad esperados para una herramienta educativa de RV.

5.2.3 *Objetivo 3 – Evaluación de la experiencia de usuario*

La evaluación con estudiantes mostró resultados muy positivos. Según las encuestas de usabilidad y aprendizaje, la gran mayoría encontró la experiencia satisfactoria: aproximadamente el 88% de los participantes calificó el prototipo como fácil de usar y el 94% afirmó haber comprendido mejor el concepto matemático gracias a la experiencia inmersiva. Además, cerca del 88% de los estudiantes reportó sentirse motivado e involucrado durante la actividad, evidenciando altos niveles de interés y participación activa; un porcentaje similar manifestó su disposición a utilizar herramientas similares en el futuro. Estas cifras, complementadas con observaciones cualitativas (comentarios de asombro, actitudes colaborativas espontáneas durante la sesión, etc.), confirman la

aceptación e impacto positivo del prototipo en el grupo objetivo. Cabe notar que, junto con los aspectos favorables, la evaluación identificó algunas dificultades técnicas menores (por ejemplo, en la calibración inicial de los controles) y la posible influencia del efecto novedad. Sin embargo, en general el prototipo alcanzó el objetivo de proporcionar una experiencia de usuario efectiva y gratificante.

5.3. Dificultades presentadas durante el desarrollo

Una de las principales barreras técnicas fue el hardware de la computadora, que no estaba optimizado para las altas exigencias del desarrollo en realidad virtual. Las demandas de procesamiento gráfico y de cálculo del motor Unity generaron un sobrecalentamiento del procesador, lo que causó una disminución notable en el rendimiento del sistema. En múltiples ocasiones, este sobrecalentamiento detuvo el trabajo, obligando a pausas prolongadas para permitir el enfriamiento del equipo y evitar daños permanentes. Estas limitaciones afectaron directamente la fluidez del proceso de desarrollo. Frente a este desafío, se implementaron diversas estrategias para limitar el rendimiento del procesador y asegurar la estabilidad del sistema:

- **Reducción del Estado Máximo del Procesador:** A través de la configuración del plan de energía de Windows, se limitó el estado máximo del procesador a un porcentaje específico (aproximadamente entre el 80% y 90%). Esto redujo su frecuencia y voltaje de operación, disminuyendo la generación de calor sin sacrificar de manera crítica el rendimiento.
- **Control de Velocidad de los Ventiladores:** Se utilizó software de terceros para monitorear la temperatura de la CPU y controlar la velocidad de los ventiladores del sistema. Al aumentar la velocidad de los ventiladores, se mejoró el flujo de aire interno de la PC, lo que contribuyó a una disipación más eficiente del calor.

5.4. Limitaciones del estudio

- **Efecto novedad:** Al ser la primera experiencia de RV para muchos alumnos, es posible que la impresión inicial positivamente sesgara las respuestas (el entusiasmo pudo deberse en parte al impacto de la tecnología nueva).
- **Condiciones controladas:** Las pruebas se realizaron en un entorno de aula ideal con supervisión constante y guías específicas. Estas condiciones favorables

pueden haber limitado la generalización de los resultados a situaciones de clase cotidianas, donde la atención y los recursos serán diferentes.

- **Ausencia de medida de impacto académico:** El estudio se centró en percepciones de usabilidad y comprensión inmediata, pero no midió directamente el rendimiento académico (por ejemplo, pruebas diagnósticas antes y después) ni el aprendizaje a largo plazo. Por tanto, no se puede afirmar con certeza cuánto mejoran las calificaciones o la retención de conocimientos debido a la RV.
- **Tamaño de muestra y tiempo limitado:** La validación se basó en un número reducido de sesiones piloto y alumnos voluntarios. La muestra limitada y la duración breve de la prueba impiden extraer conclusiones definitivas sobre la eficacia a gran escala.

En conjunto, estas limitaciones indican que los hallazgos deben interpretarse con cautela. Pese a ello, no disminuyen el aporte innovador del proyecto, sino que resaltan los desafíos pendientes para continuar el desarrollo de la propuesta.

5.5. Recomendaciones

En base a las conclusiones y las lecciones aprendidas, se emiten las siguientes recomendaciones, dirigidas a distintos actores:

- **Para docentes**
 - **Formación y actualización:** Se recomienda que los profesores interesados reciban capacitación en el uso de tecnologías de RV (tanto en el manejo de dispositivos como en estrategias didácticas específicas) para integrar efectivamente estas herramientas en sus clases. La familiaridad previa con el equipo y el software permitirá al docente guiar mejor al estudiante y resolver problemas técnicos menores.
 - **Selección cuidadosa de contenidos:** Los docentes deben elegir contenidos matemáticos adecuados para la inmersión. Preferiblemente, que impliquen conceptos abstractos o visuales (por ejemplo, geometría espacial, sistemas de ecuaciones) donde la RV ofrezca un claro valor agregado. Se sugiere planificar detalladamente los objetivos de aprendizaje y diseñar actividades complementarias (antes y después de la sesión de RV) que refuercen los conceptos.

- **Integración al plan de clase:** Las actividades de RV deben complementar la enseñanza tradicional, no sustituirla por completo. Es recomendable incluirlas dentro de una unidad didáctica más amplia, facilitando la contextualización. Por ejemplo, los docentes pueden introducir el tema con métodos convencionales, luego realizar la experiencia inmersiva y finalmente hacer una reflexión o discusión para consolidar el aprendizaje. La RV debe utilizarse estratégicamente para reforzar la comprensión, aprovechando su carácter motivador.
- **Para investigadores y desarrolladores**
 - **Estudios de efectividad:** Se aconseja continuar con investigaciones más rigurosas sobre la efectividad del aprendizaje en RV. Esto incluye diseñar experimentos o estudios cuasi-experimentales con grupos de control, realizando mediciones cuantitativas (rendimiento académico, retención de conocimientos) antes y después de la intervención, así como evaluaciones a medio y largo plazo. También conviene examinar variables como la motivación, la autoeficacia o la colaboración entre pares.
 - **Optimización técnica y accesibilidad:** En el desarrollo futuro del prototipo y de herramientas similares se debe trabajar en mejorar aspectos técnicos. Por ejemplo, optimizar el rendimiento para evitar retrasos o mareos, perfeccionar la detección de colisiones y la calibración de controles, y añadir características de accesibilidad (texto ampliable, narración por audio, soporte para usuarios con discapacidad visual o auditiva). Asimismo, probar la aplicación en distintos dispositivos (con y sin cables, de diversas marcas) puede ampliar su compatibilidad.
 - **Interacciones colaborativas y multiusuario:** Sería valioso explorar modos de experiencia compartida. Por ejemplo, implementar la RV colaborativa donde varios alumnos interactúan simultáneamente en el mismo escenario virtual (una tarea cooperativa para resolver ecuaciones, desafíos grupales, etc.). Esto podría aprovecharse para fomentar el trabajo en equipo y comparar el aprendizaje individual versus en grupo.
 - **Integración con plataformas educativas:** Se recomienda vincular el prototipo con sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) o repositorios

escolares. De esta forma, los resultados (por ejemplo, respuestas seleccionadas, tiempo de interacción) podrían registrarse automáticamente y evaluarse posteriormente. Igualmente, incluir módulos de evaluación formativa (quiz integrados en la experiencia) permitiría medir de forma más precisa la comprensión durante el uso.

- **Ejecución de estudios a mediano y largo plazo:** Plantear investigaciones que analicen el impacto de la RV en el tiempo, por ejemplo, incorporándola como recurso permanente en un curso a lo largo de un semestre. Esto ayudaría a medir la retención de conceptos, el desarrollo de actitudes hacia las matemáticas y el interés en carreras STEM a futuro. Conocimiento sobre estos aspectos respaldaría la planificación de políticas educativas basadas en tecnología.

- **Para instituciones educativas**

- **Política de adopción tecnológica:** Las escuelas y distritos educativos deberían considerar la incorporación gradual de la RV en su oferta didáctica. Esto implica invertir en hardware (dispositivos RV, equipos compatibles) y en licencias de software educativos relevantes. También es clave facilitar espacios adecuados (salas equipadas, condiciones de seguridad) para el uso de RV en clase.
- **Escalamiento y colaboración:** Es recomendable escalar la experiencia a más aulas y niveles educativos, evaluando su implementación en diferentes contextos. Se sugiere colaborar con entidades gubernamentales o académicas para desarrollar programas piloto más amplios, que incluyan entrenamiento a profesores y provisión de equipos. Asimismo, promover líneas de innovación educativa que incluyan premios o incentivos a proyectos de RV puede estimular su adopción.
- **Monitoreo y evaluación institucional:** Las instituciones deben incluir criterios de seguimiento del uso de RV en sus procesos de mejora continua. Por ejemplo, realizar encuestas de satisfacción a estudiantes y docentes, recopilar estadísticas de uso, y evaluar comparativamente los resultados académicos. Este feedback institucional permitirá ajustar la estrategia y justificar inversiones futuras en tecnología educativa.

5.6. Líneas de trabajo futuro

A partir de este proyecto se identifican varios caminos de desarrollo y profundización:

- **Nuevos contenidos y niveles:** Extender el prototipo a otros temas matemáticos en los que la visualización 3D sea útil (por ejemplo, geometría espacial, funciones con gráficos dinámicos, álgebra lineal). Asimismo, adaptar la experiencia para diferentes niveles de secundaria o incluso primaria, ajustando la complejidad del contenido.
- **Mejoras al prototipo actual:** Incorporar elementos de juego o narrativa educativa para aumentar la motivación (por ejemplo, retos secuenciados, feedback lúdico). También se puede enriquecer la realidad virtual con datos reales (usar estadísticas o problemas de aplicación real, conectando con materias como física o ciencias).
- **Experiencias multijugador colaborativas:** Desarrollar modos en los que varios alumnos interactúen simultáneamente en el mundo virtual (cada uno con su visor o compartiendo pantalla) para resolver problemas en equipo. Esto permitiría estudiar el aprendizaje colaborativo en RV y diseñar actividades que fomenten la comunicación y el pensamiento conjunto.
- **Integración curricular y multiplataforma:** Ampliar la implementación conectando la RV con plataformas educativas en línea (por ejemplo, permitir a un docente enviar tareas de RV desde un portal web, o integrar el prototipo en un sistema de lecciones virtuales). También explorar compatibilidad con diferentes dispositivos (aplicaciones de escritorio, realidad aumentada móvil) para aumentar el acceso.
- **Investigaciones pedagógicas complementarias:** Realizar estudios centrados en la perspectiva del docente (por ejemplo, analizar cómo cambia su rol en el aula al usar RV) o en comparativas entre RV y otras tecnologías (tablets, videos interactivos) en la enseñanza de matemáticas. Además, explorar el uso de sensores (como seguimiento ocular o biométrico) para adaptar dinámicamente la experiencia a las necesidades del estudiante.

En conclusión, el Capítulo V destaca los principales logros del prototipo de RV y sus aportes a la enseñanza de las matemáticas, junto con las lecciones aprendidas y

orientaciones claras para profundizar en la investigación y la práctica educativa. El camino por delante implica consolidar estos avances mediante validaciones más amplias, mejoras técnicas y colaboraciones institucionales, con la finalidad de integrar de manera sostenible la Realidad Virtual en la educación matemática.

BIBLIOGRAFÍA

- 1] [Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval y OCDE, «Educación en Ecuador. Resultados de PISA para el Desarrollo,» *PISA for Development Assessment and Analytical Framework: Reading*, nº 24, 2018.
- 2] [J. Ortí Martínez, «La realidad aumentada y realidad virtual en la enseñanza matemática: educación inclusiva y rendimiento académico,» *Eduotec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, pp. 62-76, 2024.
- 3] [M. G. Espinoza Bravo, R. F. Cabezas Cabezas, J. C. León Sinche y J. E. Nava Ore Garro, «La realidad virtual para simulaciones educativas: un enfoque innovador en el aprendizaje experiencial,» *Revista InveCom*, nº 5, 2025.
- 4] [E. G. García-Herrera y C. F. Guevara Vizcaíno, «Realidad Virtual como estrategia didáctica: Retos y propuestas desde los docentes de Azogues-Ecuador,» *Revista Mexicana De Investigación E Intervención Educativa*, pp. 127-138, 2024.
- 5] [G. Verdugo Guamán y P. Ramón Pacurucu, «Realidad virtual en 3D: una herramienta inclusiva para la educación,» *Mamakuna: Revista de divulgación de experiencias pedagógicas*, nº 22, 2024.
- 6] [E. R. Mora Zambrano, «Implementación de realidad virtual y aumentada en la educación parvularia: Estrategias para fomentar el aprendizaje inmersivo e inclusivo,» *Dominio de las Ciencias*, nº 10, pp. 1512-1523, 2024.
- 7] [M. A. Pinargote Castro, C. V. Solórzano Ortega, M. J. Lozano Torres y F. J. Jiménez Mejía, «Accesibilidad de la Realidad Virtual Aumentada en la Educación Universitaria: Estrategias, Desafíos y Beneficios,» *Revista Scientific*, nº 9, pp. 252-275, 2024.
- 8] [H. Chóez y M. Paula, «La realidad virtual como herramienta educativa en la educación superior,» *Polo del Conocimiento*, pp. 4376-4389, 2024.
- 9] [J. C. Agurto Cabrera y C. F. Guevara Vizcaíno, «Realidad virtual para la mejora del rendimiento académico en estudiantes de educación superior,» *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, nº 6, pp. 233-234, 2023.

- 10] P. Castillo y J. Torres, «Realidad Virtual y Aumentada en la Educación: Potencial y Aplicaciones Prácticas,» *InnDev*, nº 3, pp. 1-16, 2024.
- 11] Wikipedia, «Wikipedia,» Wikimedia Foundation, 06 Junio 2025. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_interactivo_con_IA_de_Jos%C3%A9_Luis_S%C3%A1nchez_Perdomo. [Último acceso: 06 Junio 2025].
- 12] M. L. Maderuelo, «El País,» *Neurodidáctica, instruir desde la motivación*, 10 Mayo 2025.
- 13] A. González Luna, «El País,» *¿Juego o herramienta? El potencial y los riesgos de la gamificación*, 10 Mayo 2025.
- 14] Wikipedia, «Aula invertida,» 25 Abril 2025. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Aula_invertida. [Último acceso: 06 Junio 2025].
- 15] Wikipedia, «Realidad aumentada en la educación,» 5 Diciembre 2024. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada_en_la_educaci%C3%B3n. [Último acceso: 06 Junio 2025].
- 16] M. A. Pinargote Castro, A. G. Muñoz Pilozo y C. L. Orellana Londoño, «El Rol de la Realidad Virtual en la Educación Superior,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, nº 8, pp. 9037-9045, 2024.
- 17] A. V. Cevallos Bravo y R. A. Alcivar Cevallos, «Inteligencia Artificial y Realidad Virtual y su Aplicación en la Educación,» *Revista Científica De Informática ENCRYPTAR - ISSN*, nº 8, pp. 2737-6389, 2025.
- 18] S. M. Trampuz Toala, «La realidad virtual como recurso educativo en las ciencias experimentales,» *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, nº 8, pp. 634-644, 2023.
- 19] Unity Technologies, «Unity,» 2025. [En línea]. Available: <https://unity.com/es/solutions/vr>. [Último acceso: 06 Junio 2025].
- 20] Ö. K. Rafael Padilla Perez, «Immersive Virtual Reality Environments for Embodied Learning of Engineering Students,» *arXiv*, 2025.

- 21] [M. R. I. Ratun Rahman, «VREd: A Virtual Reality-Based Classroom for Online Education Using Unity3D WebGL,» *arXiv*, 2023.
- 22] [L. C. Martínez Lombana, S. C. Morales Ramírez y O. C. Valderrama Riveros, «Videojuego 2D en Unity: Realidad Aumentada con Vuforia y enfoque educativo en comunicación asertival,» *Revista Tecnología en Marcha*, 2024.
- 23] [J. E. Naranjo Robalino, E. C. Lozada Martínez y M. V. García Sánchez , «Diseño de Sistemas Electrónicos en Realidad Virtual para la Industria 4.0: Una Enfoque en la Seguridad Industrial: Una Enfoque en la Seguridad Industrial,» *Arandu UTIC*, nº 11, pp. 2161-2177, 2024.
- 24] [H. F. Buenfil Paredes, «Experiencias inmersivas: herramientas de aprendizaje en educación básica basadas en realidad virtual,» *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad*, nº 9, 2022.
- 25] [D. M. Paredes Agreda, J. L. Mero Chávez, M. J. Vera Arias y R. J. Barahona Intriago, «La realidad virtual y realidad aumentada en la educación,» *Sinergia Académica*, pp. 122-134, 2024.
- 26] [L. Lerma García, D. Rivas Porras, J. R. Adame Gallegos, F. Ledezma Millán, C. E. Ortiz Palomino y H. A. López De La Torre, «Realidad Virtual como técnica de enseñanza en Educación Superior: perspectiva del usuario,» *Enseñanza & Teaching*, pp. 111-123, 2020.
- 27] [J. E. López Lozada, A. J. Moya Esparza y D. E. Moya Ibarra, «Realidades Extendidas: El futuro de la enseñanza y el aprendizaje interactivo,» *Revista Académica y científica VICTEC*, pp. 126-152, 2024.
- 28] [R. L. Calderón Zambrano, M. E. Yáñez Romero, K. E. Dávila Dávila y C. E. Beltrán Balarezo, «Realidad virtual y aumentada en la educación superior: experiencias inmersivas para el aprendizaje profundo,» *Religación*, nº 8, 2023.
- 29] [E. G. García-Herrera y C. F. Guevara-Vizcaíno, «Realidad Virtual como estrategia didáctica: Retos y propuestas desde los docentes de Azogues-Ecuador,» *Revista Mexicana De Investigación E Intervención Educativa*, p. 127–138, 2024.

- [S. Oliveros Castro y C. Núñez Chauflour, «Posibilidades educativas de
30] la realidad virtual y la realidad combinada: una mirada desde el conectivismo y
la bibliotecología,» *Revista Saberes Educativos*, pp. 46-62, 2020.
- [. A. M. Peña Saldarriaga y E. G. Cuzco Silva, «Hacia un Aprendizaje
31] Conectado: Realidad Virtual como Herramienta Transformadora en la
Educación de Telecomunicaciones,» *Código Científico Revista de
Investigación*, pp. 165-194, 2023.
- [K. Miranda León y M. Saavedra de la Cueva, «El futuro de la educación:
32] Inicios del Metaverso,» *Revista Científica Élite*, 2022.



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Jhinson Oswaldo Jama Macao portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0303124887**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del proyecto de titulación **“Desarrollo de una Aplicación de Realidad Virtual para mejorar el Aprendizaje Interactivo en estudiantes de educación secundaria en el Cantón La Troncal.”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste proyecto de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

La Troncal, **20 de octubre de 2025**

Oswaldo Jama
F:

Jhinson Oswaldo Jama Macao

C.I. 0303124887