UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Carrera de:

Educación en Ciencias Experimentales

VRV: La realidad virtual como recurso didáctico para el aprendizaje de vectores en estudiantes de primero de BGU.

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Licenciado/a en Educación en Ciencias Experimentales

Autor:

Christian Ezequiel Encalada Ortega

Autor:

Juan Carlos Cajilima Parra

Azogues - Ecuador

Septiembre,2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN - UNAE

Trabajo de Titulación

Modalidad

Sistematización de Experiencias

Autor:
Christian Ezequiel Encalada Ortega
Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Licenciado/a en Educación en Ciencias Experimentales

Autor:
Juan Carlos Cajilima Parra
Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Licenciado/a en Educación en Ciencias Experimentales

Docente Tutor	Hugo Fernando Encalada Segovia
CÓDIGO ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0861-080X

TODA LA INFORMACIÓN EXPRESA EN EL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN ES DE ABSOLUTA RESPONSABILIDAD DEL AUTOR Y TUTOR Y SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE AUTORIZADA PARA SU CORRESPONDIENTE PUBLICACIÓN

Agradecimiento y/o dedicatorias

Agradecemos primeramente a nuestro Dios Jehová, fuente de sabiduría, fortaleza y guía constante en cada paso de este camino. Su presencia ha sido nuestro refugio en los momentos de dificultad y nuestra inspiración en los logros alcanzados, a nuestros padres, por su amor incondicional, sacrificios y apoyo constante. A nuestras hermanas y hermanos, por su compañía, palabras de aliento y comprensión a lo largo de este proceso, expresamos nuestro sincero agradecimiento al Magíster Hugo Encalada, tutor de tesis, por su orientación académica, paciencia y valiosos aportes que enriquecieron este trabajo. De igual manera, al Magíster Edisson León, tutor de prácticas, por su acompañamiento y enseñanzas que fortalecieron nuestra formación profesional, a nuestra compañera Anabel Aguayza, por su colaboración, compromiso y amistad durante este recorrido. Y finalmente, a toda nuestra querida Universidad, por brindarnos no solo conocimientos, sino también momentos inolvidables que marcarán nuestras vidas para siempre.

Resumen

Esta investigación propone una mirada innovadora y crítica sobre la enseñanza de vectores en matemáticas, al integrar la realidad virtual como recurso didáctico en el aula de Primero de BGU. En un contexto donde los estudiantes enfrentan serias dificultades para comprender conceptos abstractos, se plantea una solución pedagógica disruptiva: un entorno inmersivo que permite experimentar los vectores de forma tridimensional, manipulándolos, visualizándolos y comprendiéndolos desde una perspectiva activa y significativa.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto y un paradigma sociocrítico. El diseño fue preexperimental de un solo grupo, en el que participaron 27 estudiantes. Para la recolección de datos se aplicaron pruebas de conocimiento pretest y postest, encuestas de percepción y observaciones en el aula. El diseño del recurso educativo se fundamentó en principios del modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido), un marco que integra de forma efectiva la tecnología con los métodos de enseñanza y el conocimiento disciplinar, y en la secuencia instruccional de Robert Gagné Los nueve pasos del aprendizaje, garantizando una integración coherente. La aplicación Delightex fue clave para construir experiencias inmersivas.

Los resultados cuantitativos mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico, con un aumento promedio de 4.2 puntos en el postest en comparación con el pretest. Cualitativamente, las encuestas y observaciones revelaron un alto nivel de engagement, una actitud más positiva hacia las matemáticas y una mayor capacidad para visualizar y explicar conceptos vectoriales. Estos hallazgos evidencian que la propuesta no solo mejora el aprendizaje conceptual, sino que también motiva a los estudiantes.

Palabras clave: Realidad virtual educativa, didáctica de los vectores, innovación pedagógica, modelo TPACK, aprendizaje inmersivo.

Abstract

This research offers an innovative and critical perspective on teaching vectors in mathematics by integrating virtual reality as a didactic resource in the first year of High School (BGU). In a context where students face serious difficulties in understanding abstract concepts, a disruptive pedagogical solution is proposed: an immersive environment that allows students to experience vectors in three dimensions by manipulating, visualizing, and understanding them from an active and meaningful perspective.

The study used a mixed-methods approach and a socio-critical paradigm. A single-group pretest-posttest pre-experimental design was implemented, with 35 participants. Data were collected using knowledge tests (pretest and posttest), perception surveys, and classroom observations. The educational resource was designed based on the TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) model and Robert Gagné's instructional sequence The Nine Steps of Learning, ensuring a coherent integration between technology, pedagogy, and content. The Delightex application was key to building immersive experiences.

The quantitative results demonstrated a significant improvement in academic performance, with an average increase of 4.2 points from the pretest to the posttest. Qualitative data from surveys and observations revealed a high level of engagement, a more positive attitude towards mathematics, and a greater ability to visualize and explain vector concepts.

Keywords: Educational virtual reality, vector didactics, pedagogical innovation, TPACK model, immersive learning.

Índice

Introducción 11

Línea de investigación 12

Problema de investigación 13

Objetivos 14

Objetivo general 14

Objetivos específicos 14

Justificación 15

Capítulo 1: Marco teórico 17

Antecedentes de la investigación 17

Bases teóricas o conceptuales 23

Bases legales 35

Conclusiones del marco teórico 36

Capítulo 2: Marco metodológico 37

Paradigma y enfoque 37

Tipo de investigación 41

Población y muestra 41

Operacionalización del objeto de estudio 42

Métodos, técnicas e instrumentos de investigación 43

Método de investigación 43

Técnicas e instrumentos de investigación 43

Cuestiones éticas y limitaciones de la investigación..... 47

Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico preliminares..... 50

Regularidades del diagnóstico 56

Capítulo 3: Propuesta de intervención 57

Descripción de la propuesta 57

Sesiones de la implementación conforme al método TPACK. 58

Introducción 58

Fase 1: Diagnóstico desde el Conocimiento del Contenido y Pedagógico (CK + PK)..... 58

Fase 2: Diseño desde la integración TPACK (CK + PK + TK)..... 59

Fase 3: Desarrollo del recurso didáctico VRV (Integración completa TPACK) 62

Fase 4: Implementación de la propuesta (TPACK en acción) 65

Fase 5: Evaluación 77

Resultados obtenidos mediante la implementación realizada..... 78

Conclusiones y recomendaciones 89

Conclusiones..... 89

Recomendaciones 91

Referencias bibliográficas..... 93

Anexos 101

Anexo A: Diario de campo 101

Anexo B: Encuesta dirigida a los estudiantes y guía de preguntas para grupo focal..... 102

Anexo C: instrumentos de evaluación pretest y postest dirigido a los estudiantes de primero de BGU 103

Anexo D: Links del primer recurso didáctico VRV para el aprendizaje de vectores 109

Anexo E: Links del segundo recurso didáctico VRV para el aprendizaje de vectores 110

Anexo F: Diseño de la propuesta 110

Anexo G: Implementación de la propuesta 111

Anexo I: Implementación del pretest 112

Anexo J: Implementación del postest 112

Índice de figuras

Figura 1 Resultados del pretest 51

Figura 2 Vista general del mundo VRV 67

Figura 3 Sección uno: Características de un vector y su gráfica 68

Figura 4 Sección dos: componentes polares de un vector 68

Figura 5 Sección tres: fórmulas de magnitud y dirección 69

Figura 6 Sección cuatro: transformaciones de componentes polares a rectangulares y viceversa. 69

Figura 7 Sección cinco: sumas y restas entre vectores componentes rectangulares 70

Figura 8 Sección cinco: sumas y restas entre vectores componentes polares 70

Figura 9 Sección cinco: refuerzos por equivocación en resolución de actividad 71

Figura 10 Sección seis: multiplicaciones entre un vector y un escalar 71

Figura 11 Sección seis: métodos analíticos y gráfico en multiplicación 72

Figura 12 Sección seis: método gráfico: explicación 72

Figura 13 Sección siete: operaciones combinadas de vectores..... 73

Figura 14 Sección siete, aprendizaje analítico de operaciones combinadas..... 73

Figura 15 Sección siete: método gráfico en operaciones combinadas..... 74

Figura 16 Fin del mundo VRV 74

Índice de tablas

Tabla 1 Tabla de la operacionalización de la variable dependiente**.....**42

Tabla 2 Escala de correspondencia cualitativa-cuantitativa para EGB media y superior y para bachillerato 51

Tabla 3 Promedio del pretest con su correspondiente cualitativo..... 52

Tabla 4 Cronograma de actividades para la implementación del recurso pedagógico 60

Tabla 5 Comparación de resultados de pretest y postest 79

Tabla 6 Categorización de los datos obtenidos de la encuesta 85

Introducción

En el contexto educativo actual, caracterizado por una transformación constante impulsada por la tecnología, se vuelve imperativo repensar las estrategias didácticas tradicionales para responder a las necesidades cognitivas, emocionales y sociales de los estudiantes. La enseñanza de las matemáticas, y en particular de los vectores, representa un desafío persistente en el nivel de Bachillerato General Unificado (BGU), debido a su alto nivel de abstracción y a la dificultad que presentan los estudiantes para visualizar y comprender conceptos espaciales. Esta problemática demanda enfoques pedagógicos innovadores que promuevan un aprendizaje más significativo, activo y contextualizado.

La presente investigación surge como respuesta a esta necesidad, proponiendo la integración de la realidad virtual como recurso didáctico para el aprendizaje de vectores en estudiantes de Primero de BGU. Esta tecnología, al permitir la inmersión en entornos tridimensionales interactivos, ofrece una experiencia educativa transformadora que favorece la comprensión conceptual, la motivación y la participación activa del estudiante. El uso de entornos virtuales no solo permite representar de forma dinámica los elementos vectoriales, sino que también estimula el pensamiento crítico y la construcción autónoma del conocimiento (Huang et al., 2020).

El diseño de esta intervención se sustenta en marcos teórico-pedagógicos sólidos. Desde una perspectiva constructivista, la RV permite al estudiante construir activamente su conocimiento a través de la manipulación y la experimentación. Pedagógicamente, se adopta la secuencia de los nueve pasos de aprendizaje de Robert Gagné para garantizar una instrucción efectiva, y se integra bajo el modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico-

Pedagógico-Disciplinar), asegurando una articulación coherente entre la tecnología, la metodología de enseñanza y el contenido matemático de los vectores.

Desde una perspectiva crítica y reflexiva, esta tesis no se limita a evaluar la eficacia de una herramienta tecnológica, sino que analiza su impacto en el proceso de aprendizaje, considerando las realidades del aula, las percepciones de los estudiantes y las posibilidades de transformación pedagógica. A través de un diseño preexperimental y un enfoque metodológico mixto, se desarrolló, implementó y evaluó un recurso educativo basado en realidad virtual, diseñado específicamente para abordar las dificultades identificadas en el aprendizaje de vectores.

Este estudio busca aportar no solo a la mejora del rendimiento académico, sino también a la construcción de una cultura educativa más inclusiva, participativa y adaptada a los desafíos del siglo XXI. En este sentido, la investigación se convierte en una propuesta concreta para repensar la enseñanza de las matemáticas desde una mirada más humana, tecnológica y pedagógicamente fundamentada.

Línea de investigación

Tecnologías para la educación

Esta línea presenta áreas de interés y sublíneas relacionadas con el estudio, aplicación de modelos, métodos, estrategias, recursos y herramientas online y offline contextualizadas que aportan al campo educativo y el fortalecimiento de competencias digitales de los diferentes actores.

Sublíneas: Educación, tecnologías, comunicación y sociedad; Plataformas digitales y redes sociales con fines educativos; Producción de recursos físicos y digitales accesibles y contextualizados para ámbitos educativos.

Problema de investigación

La matemática es una ciencia fundamental que nos permite describir fenómenos cotidianos y comprender nuestro entorno, como el movimiento de objetos o el cálculo de trayectorias. En este contexto, los vectores desempeñan un papel esencial, ya que permiten representar magnitudes físicas en diversas áreas de la ciencia y la ingeniería. Sin embargo, los estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa en Cuenca, Azuay, enfrentan dificultades significativas en el aprendizaje de vectores.

Evidencias recogidas en una prueba diagnóstica pretest aplicado al grupo de estudio mostraron que 3 de cada 5 estudiantes no podía identificar correctamente las componentes de un vector en el plano, y 4 de cada 5 estudiantes fallaba en la representación gráfica de la suma vectorial. Estas deficiencias se observaron, además, en un elevado índice de desmotivación y actitud negativa hacia la matemática durante las prácticas preprofesionales.

El Ministerio de Educación (2016) ha destacado que el aprendizaje de la matemática contribuye al desarrollo de habilidades fundamentales como el razonamiento, la abstracción, el análisis y la resolución de problemas, las cuales son cruciales para el crecimiento académico y personal de los estudiantes. Además, según el currículo vigente (Ministerio de Educación, 2021), los estudiantes de primero de BGU deben desarrollar destrezas específicas relacionadas con los vectores, incluyendo su graficación, identificación de características y ejecución de operaciones básicas.

A pesar de su importancia, las observaciones realizadas durante las prácticas preprofesionales en el período académico 2024-2025 revelan una preocupante tendencia: los estudiantes de primero de BGU perciben la matemática como una asignatura compleja y poco atractiva, lo que genera rechazo hacia su aprendizaje y dificulta el dominio de conceptos fundamentales como la ley de signos y las operaciones básicas. Este problema afecta directamente su capacidad para calcular magnitudes, realizar operaciones vectoriales y graficar vectores, lo que limita su desempeño en cursos superiores y su habilidad para abordar problemas prácticos en la vida cotidiana.

Estas dificultades pueden atribuirse a la naturaleza abstracta del contenido y a la limitación de los recursos didácticos tradicionales pizarra y lápiz para representar la tridimensionalidad inherente a los vectores. Dado este panorama, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo contribuir a la mejora en el aprendizaje de vectores en los estudiantes de primero de BGU de la unidad educativa?

Objetivos

Objetivo general

Analizar la realidad virtual como recurso didáctico para el aprendizaje de vectores en los estudiantes de Primero de BGU.

Objetivos específicos

1. Sistematizar información teórica sobre el uso de la realidad virtual en el aprendizaje de la Matemática.
2. Diagnosticar las dificultades en el aprendizaje de los vectores en los estudiantes de Primero de BGU.
3. Diseñar un recurso didáctico VRV para el aprendizaje de vectores en los estudiantes de Primero de BGU.

4. Implementar el recurso didáctico VRV para el aprendizaje de vectores en los estudiantes de Primero de BGU.
5. Evaluar VRV para el aprendizaje de vectores en los estudiantes de Primero de BGU.

Justificación

El aprendizaje de vectores es un componente esencial en el currículo de matemáticas del Bachillerato General Unificado (BGU), ya que estos conceptos son fundamentales para comprender y aplicar conocimientos en áreas como las ciencias e ingeniería. Sin embargo, los estudiantes de primer año de BGU enfrentan significativas dificultades en la asimilación de estos conceptos abstractos. Estas deficiencias afectan negativamente su rendimiento académico, reducen su participación activa en la asignatura y limitan su desarrollo en competencias matemáticas esenciales.

La realidad virtual se presenta como una solución pedagógica innovadora que aborda estos desafíos. Al ofrecer un entorno de aprendizaje inmersivo y dinámico, esta tecnología permite a los estudiantes interactuar con los vectores de manera visual y práctica, facilitando la comprensión de conceptos complejos y abstractos. Su implementación pretende contribuir no solo a la comprensión conceptual y el rendimiento académico, sino también a la participación activa y el compromiso de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más activo.

Investigaciones como las de Marín et al. (2021). Hacia un modelo de investigación sostenible en educación. ESIC. y los aportes del Ministerio de Educación (2016) enfatizan la importancia de integrar tecnologías avanzadas en el sistema educativo para desarrollar habilidades como el razonamiento abstracto y la resolución de problemas. La realidad virtual, al proporcionar experiencias inmersivas, se posiciona como un recurso pedagógico de

vanguardia que facilita la aplicación de conceptos matemáticos en contextos prácticos, contribuyendo a un aprendizaje profundo y duradero.

Esta propuesta se alinea con los lineamientos del currículo nacional (Ministerio de Educación, 2021), que promueve el desarrollo de destrezas con criterio de desempeño y la integración de TIC. Asimismo, responde a la Agenda Digital Ecuador y a los llamados de organismos internacionales como la UNESCO (2016), que en su reporte Educación para los objetivos de desarrollo sostenible destaca la necesidad de fomentar habilidades del siglo XXI, como la resolución de problemas complejos y el pensamiento computacional, a través de metodologías innovadoras. La RV, al favorecer la visualización y comprensión espacial, se presenta como una herramienta idónea para atender a estudiantes con diversos estilos de aprendizaje.

Este proyecto, además, tiene el potencial de establecer un modelo replicable para otras instituciones educativas que enfrentan problemas similares en la enseñanza de conceptos matemáticos complejos. Al demostrar la eficacia de la realidad virtual en la enseñanza de vectores, se fomenta su adopción en otras instituciones, lo cual contribuye significativamente a la mejora de la calidad educativa en matemáticas y en el BGU en general.

La viabilidad del proyecto está garantizada gracias al uso de recursos accesibles y económicos, como visores de realidad elaborados artesanalmente y software educativo gratuito o de bajo costo. Asimismo, la unidad educativa cuenta con docentes y estudiantes comprometidos con la innovación pedagógica, además de herramientas tecnológicas básicas, como dispositivos móviles y acceso a internet, que respaldan la implementación de esta

iniciativa. La metodología planteada es sencilla, replicable y ajustada al contexto educativo, lo que asegura su factibilidad técnica, económica y operativa.

En suma, este proyecto responde a una necesidad específica de la unidad educativa y propone una estrategia pedagógica capaz de generar un impacto positivo en el sistema educativo regional. Al abordar el aprendizaje de los vectores con un enfoque innovador, también abre la puerta para integrar la realidad virtual en otras áreas del currículo de BGU, promoviendo un cambio cualitativo en la enseñanza de las matemáticas y fomentando la adopción de tecnologías avanzadas en la educación.

Capítulo 1: Marco teórico

Antecedentes de la investigación

Uso de tecnologías inmersivas en el contexto internacional

El estudio de Ortí (2024) en España con título La realidad aumentada y la realidad virtual en la enseñanza de matemática: rendimiento académico y educación inclusiva analiza el efecto de la realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) en la enseñanza de la Matemática en educación superior. La investigación la realizó con una muestra de 400 estudiantes de educación Infantil y Primaria. Los resultados mostraron que el grupo que utilizo RA y VR obtuvo un rendimiento superior en las pruebas teóricas y prácticas, especialmente en la resolución de problemas, así como una percepción positiva respecto a la personalización del aprendizaje y la educación inclusiva.

Aunque se identificaron desafíos logísticos y necesidades de formación docente, los resultados validan el potencial de la RV para abordar contenidos abstractos. Esta evidencia resulta relevante para justificar el uso de RV en la enseñanza de vectores en primero de BGU. A diferencia del enfoque de Ortí, centrado en futuros docentes de nivel inicial, esta investigación se orienta a estudiantes preuniversitarios y a un contenido curricular especifico, lo que permite ampliar el campo de aplicación de RV y responder vacíos metodológicos en la didáctica de los vectores.

De igual forma, Gil et al. (2024) en su proyecto de investigación titulado Realidad virtual como recurso digital para mejorar el desempeño del componente espacial-métrico a través de la gamificación, analizaron el uso de la RV como herramienta educativa para fortalecer el pensamiento espacial-métrico en estudiantes de educación básica, demostrando que los entornos tridimensionales favorecen significativamente la percepción, manipulación y cálculo de magnitudes espaciales. Estos hallazgos son especialmente importantes para el presente estudio, dado que una de las principales barreras en la enseñanza de vectores radica en la dificultad de los estudiantes para visualizar conceptos como magnitud, dirección y componentes en el espacio tridimensional.

La investigación de Gil et al., respalda el uso de la RV como medio idóneo para desarrollar habilidades de visualización espacial, fundamentales en el aprendizaje de vectores. No obstante, mientras su enfoque se centró en contenidos geométricos generales en niveles básicos, el presente trabajo amplía dicha perspectiva al aplicar la RV en el contexto del BGU, abordando específicamente la enseñanza de operaciones y representaciones

vectoriales, lo que presenta un avance metodológico en la integración de tecnologías inmersivas en contenidos curriculares más especializados.

Uso de tecnologías inmersivas en el contexto nacional

En el contexto ecuatoriano, Altamirano (2022), en su investigación titulada La realidad aumentada (RA) como herramienta de enseñanza en el aprendizaje de vectores en estudiantes de segundo de bachillerato. Mediante una metodología cuasiexperimental y la aplicación de un pretest y postest, analizó el impacto de la RA en el rendimiento académico y la motivación estudiantil. Los resultados mostraron que la RA favorece la comprensión de los componentes vectores y mejora el desempeño en operaciones básicas como la suma y resta. Sin embargo, el estudio también identificó desafíos significativos, como la falta de infraestructura tecnológica y la necesidad de capacitación docente para una implementación efectiva.

Este trabajo representa el antecedente más cercano a la temática del presente estudio, al validar el uso de tecnologías emergentes en la enseñanza de contenidos específicos del currículo ecuatoriano. Sin embargo, mientras Altamirano empleó la RA basada en la superposición de información digital sobre el entorno real, la presente investigación propone el uso de la RV que permite una inmersión completa en entornos tridimensionales simulados. Esta diferencia metodológica busca superar la limitación de la visualización pasiva, promoviendo la visualización activa de los vectores y fortaleciendo el pensamiento espacial en estudiantes de primero BGU.

Por otra parte, Carrera (2023), realizó una revisión de literatura con el título Uso de la realidad virtual y aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en

matemáticas. Su análisis abarcó estudios aplicados en distintos niveles educativos, con énfasis en contenidos percibidos como complejos por los estudiantes.

Los resultados de la revisión indicaron que el 75% de los trabajos reportan mejoras significativas en la comprensión de los temas tratados, mientras que el 60% evidenció el aumento en la motivación y el interés por parte del alumnado. Estos hallazgos refuerzan el valor pedagógico de las tecnologías inmersivas en el aprendizaje de contenidos matemáticos que requieren habilidades de visualización y abstracción.

Además, identificó barreras recurrentes en los estudios analizados, como la necesidad de una infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación docente en el uso de herramientas digitales, y la equidad en el acceso tecnológico. Estos factores representan desafíos estructurales que deben considerarse al implementar recursos basados en RV o RA en contextos educativos ecuatorianos.

El aporte de este antecedente es relevante para el presente estudio, ya que representa un respaldo empírico sobre el potencial de la RV/RA en la enseñanza de contenidos abstractos, como los vectores. Sin embargo, a diferencia de la revisión teórica de Moya, esta investigación propone el diseño, implementación y evaluación directa de un recurso pedagógico basado en RV, aplicado específicamente al aprendizaje de vectores en estudiantes de primero BGU. Esta diferencia metodológica permite avanzar desde la sistematización de evidencias hacia la validación empírica en un entorno educativo concreto.

Espinoza et al. (2023) con el estudio titulado, Realidad virtual y Educación: retos y propuestas desde actores educativos del bachillerato público en Ecuador. Su estudio identificó deficiencias significativas en el desarrollo de prácticas experimentales, el uso de

laboratorios y el acceso a tecnologías en unidades educativas públicas. De manera alarmante el 94.24% de las instituciones de educación intermedia en Ecuador presentan ausencia de laboratorios o equipamiento insuficiente.

A pesar de estas limitaciones, se evidenció una alta predisposición por parte de los docentes y estudiantes para adoptar tecnologías como la RV. El estudio concluyó que la RV no inmersiva implementada mediante laboratorios virtuales representa una alternativa viable para compensar la falta de infraestructura física en contextos educativos vulnerables.

Este antecedente aporta una base contextual sólida para el presente estudio, al justificar la elección de una estrategia tecnológica accesible y pertinente dentro del sistema educativo ecuatoriano. Además, refuerza la necesidad de adaptar las propuestas pedagógicas a las necesidades reales de las instituciones, sin renunciar a la innovación.

Aunque Espinoza y colaboradores se enfocan en biología y química, la presente investigación aplica el modelo de implementación accesible y viable propuesto a la enseñanza de los vectores en matemáticas, demostrando que la RV puede funcionar como un laboratorio para la visualización abstracta de conceptos matemáticos.

Los antecedentes nacionales de Altamirano (2022), Carrera (2023) y Espinoza et al. (2023) identificaron consistentemente tres limitaciones clave en la implementación de tecnologías inmersivas en la educación ecuatoriana: la insuficiencia de infraestructura tecnológica adecuada, el reto de la capacitación docente y la necesidad de mejorar la didáctica para la abstracción. El presente trabajo de investigación aborda y supera estas limitaciones de la siguiente manera:

Superación de límites de infraestructura y accesibilidad

Los antecedentes nacionales señalan la carencia de laboratorios funcionales y la dificultad de acceder a tecnología costosa. Esta investigación responde a este desafío al optar por una RV inmersiva que utiliza el diseño de gafa casera y dispositivos móviles. Esta estrategia se alinea con la recomendación de Espinoza et al. (2023) de utilizar laboratorios virtuales y garantizar la viabilidad y accesibilidad económica del recurso para la unidad educativa, sin pretender de su infraestructura.

Superación de limitaciones didácticas (abstracción y visualización)

La enseñanza tradicional de vectores es abstracta y estática, dificultando la comprensión. Esta investigación supera esta limitación al utilizar la RV inmersiva para transformar los vectores en objetos 3D manipulables e interactivos, aplicando los hallazgos de Gil et al. (2024) sobre el pensamiento espacial. Esto permite a los estudiantes experimentar activamente las operaciones vectoriales, resolviendo la barrera de la visualización abstracta.

Necesidad de formación docente

La falta de dominio tecnológico y pedagógico por parte del profesorado es un reto recurrente. Esta investigación integra en el modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y de Contenido) como marco de diseño e implementación. Al basar el recurso VRV en el TPACK, se asegura que la tecnología esté integrada coherentemente con la didáctica constructiva y el contenido curricular de vectores, proporcionando un modelo pedagógico claro y replicable.

Bases teóricas o conceptuales

1. La realidad virtual (RV): superando la abstracción de los vectores

1.1 Concepto y pertinencia de la RV

La realidad virtual (VR) es una tecnología que permite la creación de entornos tridimensionales simulados donde los usuarios pueden interactuar de manera inmersiva y multisensorial (Sánchez, 2017). Esta capacidad de inmersión transforma la experiencia educativa, permitiendo que conceptos abstractos como los vectores se representen de manera tangible. En el contexto de los estudiantes de primero BGU, la dificultad para visualizar la magnitud, dirección y componentes vectoriales puede abordarse mediante entornos virtuales que simulan operaciones y trayectorias en tiempo real.

La RV no se limita a un entorno digital en una pantalla (RV no inmersiva), sino que, en sus niveles más avanzados (semi inmersiva o inmersión completa) (Villalobos, 2024), logra una inclusión sensorial que involucra al sujeto mental e intelectualmente. Esta es la base de pertinencia directa para su investigación.

El problema central identificado en los estudiantes de primero de BGU es la dificultad para visualizar y graficar vectores y sus componentes (magnitud y dirección). La RV ataca esta barrera cognitiva al transformar la abstracción inherente de los vectores en fenómenos tangibles y manipulables (Campos Soto et al., 2020). Al simular un entorno 3D la RV permite que el estudiante no solo vea el vector, sino que sienta su presencia, lo que permite su formación veloz de una representación mental del concepto (Villalobos, 2024).

2. La realidad virtual en el contexto educativo

2.1. Aplicaciones y beneficios de la RV en la educación

La realidad virtual ha encontrado aplicaciones significativas en el ámbito educativo, adaptándose a diversas disciplinas. En ciencias, permite explorar conceptos como la estructura molecular o los sistemas planetarios mediante simulaciones interactivas. En historia y geografía, los estudiantes pueden visitar lugares históricos o analizar mapas tridimensionales. En áreas técnicas, como la ingeniería o la medicina, la RV facilita el entrenamiento práctico en entornos seguros y controlados. Además, su uso en la enseñanza básica y secundaria ha demostrado ser efectivo para ilustrar conceptos abstractos de matemáticas y física, promoviendo la participación del estudiante (Campos Soto et al., 2020; Parong, 2018).

En el contexto educativo su aplicación se justifica al acelerar significativamente la curva de adquisición de conocimientos y mejora la asimilación de contenidos en comparación con los métodos tradicionales. Esta ventaja se atribuye, en gran medida, a la estimulación multisensorial que ofrecen estas tecnologías, ya que permiten al estudiante involucrar simultáneamente varios sentidos durante el proceso de aprendizaje, lo que favorece una comprensión más profunda y duradera de la materia (Vera et al. 2003, p. 9).

El uso de la RV aumenta la motivación y el compromiso del estudiante, ya que transforma el aprendizaje de una asignatura percibida como compleja (como matemáticas) en una experiencia dinámica y lúdica. En este entorno, el estudiante asume un rol protagónico en la construcción de su conocimiento participando activamente en situaciones que, por su complejidad, peligrosidad o costo, serían inaccesibles en contextos educativos tradicionales,

como simulaciones científicas, recorridos históricos o experimentos virtuales (Campos Soto et al., 2020).

Estas cualidades evidencian que la realidad virtual ofrece una experiencia de aprendizaje altamente intuitiva y envolvente. Sin embargo, su implementación debe estar cuidadosamente alineada con los objetivos pedagógicos, la metodología de enseñanza, el estilo cognitivo del estudiante y especialmente su ritmo de aprendizaje, ya que no todos los individuos procesan la información de la misma manera ni al mismo tiempo. Por ello, el enfoque debe centrarse en diseñar experiencias formativas que favorezcan la autonomía, la reflexión y la apropiación del conocimiento, posicionando al estudiante como el eje central del proceso educativo, más allá de una simple transmisión de contenidos.

3. Vectores: concepto y relevancia educativa

Los vectores son entidades matemáticas fundamentales que combinan una magnitud y una dirección, siendo esenciales para representar fenómenos físicos como el movimiento, las fuerzas y las trayectorias en el espacio tridimensional (Rodríguez y Cubillas, 2024). En educación, los vectores no solo son un tema central en la enseñanza de matemáticas, física e ingeniería, sino que también promueven el desarrollo del razonamiento lógico y abstracto. Estos conceptos permiten a los estudiantes conectar representaciones gráficas y algebraicas con problemas reales, fortaleciendo su capacidad para modelar situaciones del entorno físico.

El Currículo Nacional de Ecuador (2016) enfatiza la importancia de que los estudiantes del Bachillerato General Unificado (BGU) desarrollen competencias relacionadas con la representación y manipulación de vectores, debido a su aplicabilidad en diversas

disciplinas científicas y técnicas. A través del aprendizaje de vectores, los estudiantes no solo adquieren habilidades matemáticas, como la descomposición de vectores y las operaciones básicas (suma y resta), sino que también desarrollan capacidades analíticas cruciales para su desempeño académico y profesional.

4. La realidad virtual como recurso para enseñar vectores.

4.1. Visualización y manipulación

Uno de los principales desafíos en la enseñanza de vectores es su carácter abstracto, lo que dificulta la comprensión de conceptos como magnitud, dirección y componentes vectoriales. La realidad virtual permite superar esta barrera al ofrecer un entorno tridimensional donde los estudiantes pueden visualizar y manipular vectores de manera tangible. A través de simulaciones interactivas, los estudiantes pueden observar cómo se suman y restan vectores, descomponerlos en sus componentes y comprender su representación gráfica en el plano y el espacio (Campos Soto et al., 2020).

La realidad virtual permite a los estudiantes sumergirse en entornos simulados que representan procesos o contextos que, de otro modo, serían inaccesibles o difíciles de observar en la realidad. Este es uno de los principales valores de esta tecnología en el ámbito educativo, ya que puede actuar como un recurso complementario o componente esencial dentro de metodologías pedagógicas innovadoras. Además, genera un alto nivel de interés y motivación, no solo por el atractivo de utilizar herramientas tecnológicas avanzadas, sino por la posibilidad de aprender activamente, mediante la experimentación y la interacción directa, en contraste con los métodos tradicionales de recepción pasiva de información.

4.2. Simulación de problemas reales

La realidad virtual (RV) se consolida como una herramienta pedagógica de alto impacto para la enseñanza contextualizada de conceptos vectoriales, al permitir la simulación de situaciones del mundo real en entornos tridimensionales interactivos. Esta tecnología posibilita que los estudiantes modelen trayectorias de movimiento, analicen fuerzas vectoriales aplicadas en estructuras mecánicas y resuelvan problemas vinculados a la navegación o la cinemática. Al situar al estudiante dentro de escenarios manipulables, la RV facilita la comprensión teórica y fortalece habilidades prácticas como la visualización espacial, el razonamiento lógico.

Además, estas experiencias inmersivas promueven una conexión más profunda entre el contenido matemático y su aplicabilidad en entornos reales, lo que incrementa la relevancia del aprendizaje y favorece una mayor retención del conocimiento. La posibilidad de experimentar con variables, observar resultados en tiempo real y recibir retroalimentación inmediata convierte a la RV en un recurso didáctico que trasciende los métodos tradicionales, adaptándose a distintos estilos de aprendizaje y fomentando la autonomía del estudiante. En este sentido, integrar la RV en la enseñanza de vectores no solo transforma la presentación de contenidos, sino que redefine la experiencia de aprendizaje en su totalidad (Parong y Mayer, 2018).

5. Aprendizaje constructivista

5.1 Conceptualización del constructivismo

El aprendizaje constructivista parte del principio de que los estudiantes son agentes activos y responsables de su propio proceso de aprendizaje. Desde esta perspectiva, se reconoce que una condición esencial para aprender es que los alumnos elaboren de manera continua y estructurada sus propias construcciones del conocimiento. En el caso del aprendizaje de vectores, esta construcción se ve favorecida cuando el estudiante interactúa con representaciones visuales y dinámicas, que estimulan su razonamiento espacial.

Según Romero (2009), el constructivismo sostiene que las personas desarrollan comprensiones sobre el mundo a partir de sus experiencias, construyendo activamente sus aprendizajes. Esta teoría se fundamenta en los aportes del psicólogo suizo Jean Piaget, quien propuso que el conocimiento se construye mediante los procesos de asimilación y acomodación. La asimilación ocurre cuando una nueva experiencia se integra en esquemas mentales ya existentes, mientras que la acomodación implica la modificación de esos esquemas para incorporar nueva información. La RV permite activar estos procesos al ofrecer experiencias manipulables que desafían y enriquecen los esquemas previos del estudiante.

En términos pedagógicos, el constructivismo implica que los estudiantes no solo reciben información, sino que la interpretan, reorganizan y transforman activamente, generando nuevos conceptos a partir de conocimientos previos. Este enfoque promueve un aprendizaje significativo, centrado en la comprensión profunda y en la construcción personal del saber. Este principio se aplica directamente al diseño del recurso de RV, donde el estudiante no memoriza fórmulas vectoriales, sino que las reconstruye a partir de su interacción con entornos tridimensionales.

5.2 Aporte educativo

Desde la perspectiva constructivista, se entiende que el aprendizaje y el desarrollo de los estudiantes en el entorno escolar dependen de su capacidad para construir significados pertinentes en torno a los contenidos del currículo. Este proceso implica una participación, integral y consciente del alumno, quien aporta sus conocimientos previos, su disposición personal y su interpretación del entorno en un contexto de interacción constante. En el caso de los vectores, esta construcción de significado requiere que el estudiante relacione la representación gráfica con situaciones físicas reales, lo cual puede lograrse mediante simulaciones en RV.

En este escenario, el docente asume un rol fundamental como mediador entre el estudiante y la cultura, facilitando el acceso al conocimiento y guiando la construcción de este. La calidad de esta mediación influye directamente en la profundidad y efectividad del aprendizaje. La implementación de la RV exige que el docente diseñe experiencias que promuevan la exploración activa, lo que transforma su rol de transmisor a facilitador. La RV, al estimular la curiosidad y la autonomía, contribuye a este desarrollo integral al conectar el contenido matemático con experiencias significativas.

Según Serrano y Pons (2011), el constructivismo promueve un entorno de aprendizaje activo, donde el estudiante se enfrenta a situaciones que requieren análisis, exploración y toma de decisiones. En este tipo de escenarios, el conocimiento no se transmite de manera unidireccional, sino que se construye a través del diálogo, la colaboración y la reflexión. El recurso de RV debe incorporar estos elementos mediante actividades interactivas que requieren que el estudiante resuelva problemas vectoriales en entornos simulados. La

retroalimentación inmediata en la RV permite que el estudiante identifique errores en tiempo real, lo que refuerza su capacidad de análisis y mejora su comprensión de los vectores.

5.3 Realidad virtual con constructivismo

Desde la perspectiva constructivista, el aprendizaje se produce cuando el estudiante procesa activamente la información y construye su propio conocimiento a partir de sus experiencias. Este enfoque ha sido la base de numerosos movimientos de renovación educativa en las últimas décadas, al situar al alumno como el eje central del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se reconoce al estudiante como un sujeto mentalmente activo, capaz de desarrollar sus habilidades cognitivas mediante la exploración, la reflexión y la interacción con su entorno. En el aprendizaje de vectores, esta interacción se traduce en la manipulación directa de representaciones tridimensionales, lo que permite al estudiante construir significados espaciales y operacionales.

El objetivo fundamental es potenciar sus capacidades de pensamiento crítico, análisis y resolución de problemas. En este contexto, la realidad virtual se presenta como una herramienta tecnológica altamente compatible con los principios del constructivismo. Esto resulta especialmente útil para contenidos abstractos como los vectores, cuya comprensión mejora cuando el estudiante puede visualizar y modificar sus componentes en tiempo real.

Esta tecnología, intuitiva en su uso, facilita la comprensión de contenidos complejos o abstractos al ofrecer experiencias inmersivas y multisensoriales. Según Casey (1994), los entornos virtuales “extienden los horizontes del campo de la educación más allá de las fronteras del aula, proporcionando a estudiantes y docentes un conjunto de herramientas multisensoriales” (p. 14). En el recurso de RV, permite que el estudiante experimente la

suma, resta y descomposición de vectores en escenarios dinámicos lo que fortalece su razonamiento lógico espacial.

La inmersión en entornos virtuales, como el metaverso, permite a los estudiantes desarrollar habilidades para interactuar en espacios digitales tridimensionales, estimulando su curiosidad, creatividad y pensamiento autónomo. Estas habilidades son esenciales para resolver problemas vectoriales contextualizados, como trayectorias de movimiento o fuerzas aplicadas, que el estudiante puede simular y analizar en el entorno de RV.

Lo aprendido en estos entornos puede ser transferido y aplicado en contextos reales, fortaleciendo así la conexión entre el conocimiento virtual y la vida cotidiana. Esta transferencia es clave en el aprendizaje de vectores, ya que permite al estudiante vincular el contenido matemático con situaciones físicas concretas.

5.4 Estudiantes aprendiendo con realidad virtual y constructivismo

Desde una perspectiva pedagógica, la realidad virtual (RV) se perfila como una herramienta educativa de alto valor, sustentada en tres atributos fundamentales. En primer lugar, su capacidad para facilitar el aprendizaje desde un enfoque constructivista, al permitir que los estudiantes construyan activamente su conocimiento mediante la exploración y la interacción. Dentro del entorno de RV, esto se representa mediante actividades donde el estudiante manipula vectores, observa resultados y ajusta sus decisiones en función de la retroalimentación inmediata.

En segundo lugar, su potencial para ofrecer vías alternativas de aprendizaje, estimulando diversos canales perceptivos —como el visual, auditivo y táctil— lo que

favorece una experiencia más rica y personalizada. Esto permite que los estudiantes con distintos estilos cognitivos comprendan los vectores desde perspectivas complementarias, fortaleciendo la retención del conocimiento.

Y, en tercer lugar, la posibilidad de fomentar la colaboración entre estudiantes y docentes sin las limitaciones impuestas por el espacio físico o la ubicación geográfica, ampliando así el alcance del proceso educativo. Esto permite que el docente diseñe experiencias compartidas en RV donde los estudiantes discutan, comparen y resuelvan problemas vectoriales en equipo.

Autores como Winn (1993) han analizado la aplicación de la RV en contextos constructivistas, destacando que los entornos inmersivos permiten experiencias de aprendizaje que serían imposibles de replicar en el mundo físico. Estas experiencias se agrupan en tres categorías: la escala, la transducción y la reificación. En un entorno de RV, la experiencia de escala permite que el estudiante observe un vector desde distintas perspectivas, lo que mejora su comprensión geométrica y su capacidad de modelar situaciones físicas.

En el caso de los vectores, esta flexibilidad espacial permite que el estudiante visualice operaciones como la suma o la descomposición desde distintos ángulos, fortaleciendo su intuición matemática. Esta flexibilidad espacial no solo enriquece la comprensión conceptual, sino que también estimula la curiosidad y el pensamiento abstracto, pilares fundamentales del aprendizaje activo y autónomo. Por ello, la integración de la RV en la enseñanza de vectores no solo mejora el rendimiento académico, sino que transforma la experiencia de aprendizaje en una vivencia significativa.

6. Modelo TPACK

6.1 Concepto

El modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) se fundamenta en los aportes teóricos de Shulman (1986) y Shulman (1987), quien introdujo el concepto de conocimiento pedagógico del contenido (PCK, por sus siglas en inglés) como una forma de describir la integración del saber disciplinar con las estrategias pedagógicas necesarias para su enseñanza efectiva. A partir de esta base, el marco TPACK amplía la noción de PCK al incorporar el componente tecnológico, reconociendo que la enseñanza contemporánea requiere una comprensión profunda de cómo se interrelacionan el contenido, la pedagogía y la tecnología.

Desarrollado y refinado por Mishra y Koehler (2006), el modelo TPACK proporciona una estructura conceptual que permite analizar y guiar la práctica docente en contextos mediados por tecnología. Su propósito es facilitar el diseño e implementación de experiencias de aprendizaje más efectivas, al identificar los tipos de conocimientos que los docentes deben dominar para integrar la tecnología de manera significativa en sus prácticas pedagógicas.

Este marco no solo describe los conocimientos necesarios, sino que también permite comprender las variaciones en los niveles de integración tecnológica en el aula. Al hacerlo, ofrece una herramienta valiosa para el desarrollo profesional docente, la formación inicial y la investigación educativa. En esencia, el TPACK promueve una visión holística del conocimiento docente, en la que la tecnología no se concibe como un añadido aislado, sino como un componente dinámico que interactúa con la pedagogía y el contenido disciplinar para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

6.2 TPACK en la educación

El modelo TPACK representa una herramienta conceptual clave para la integración efectiva de la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Al centrarse en la intersección entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar, este marco permite a los docentes diseñar experiencias educativas más coherentes, contextualizadas y alineadas con las demandas del entorno digital contemporáneo.

La esencia del TPACK radica en comprender cómo representar los contenidos de manera significativa utilizando herramientas tecnológicas, y cómo estas pueden ser empleadas pedagógicamente para facilitar la comprensión de conceptos complejos. Según Koehler y Mishra (2008) esto implica no solo conocer el contenido a enseñar, sino también identificar las dificultades que los estudiantes pueden enfrentar, reconocer sus conocimientos previos y seleccionar tecnologías que potencien el aprendizaje, ya sea mediante la construcción de nuevos saberes o el fortalecimiento de estructuras cognitivas existentes.

Desde esta perspectiva, el docente se convierte en un diseñador de experiencias de aprendizaje que integran tecnología de forma crítica y creativa. Como señala Salas (2019), el modelo TPACK permite identificar con precisión los conocimientos que los educadores deben desarrollar para optimizar su práctica mediante el uso de tecnologías digitales. Esta visión ha cobrado especial relevancia en el contexto postpandemia, donde las instituciones de educación superior han intensificado el uso de entornos virtuales de aprendizaje para ampliar su cobertura y diversificar sus metodologías.

Asimismo, Rodríguez y Cubillas (2024) destaca la utilidad del TPACK en la implementación de modelos híbridos como el B-Learning, al facilitar la planificación de estrategias que integran las TIC de manera efectiva. Este enfoque no solo supera las barreras entre la educación presencial y virtual, sino que también promueve un cambio de paradigma en el que el estudiante asume un rol protagónico en su proceso formativo, favoreciendo la autonomía, la interacción y el aprendizaje activo. El modelo TPACK no solo proporciona un marco teórico robusto para la formación docente en entornos digitales, sino que además impulsa una transformación pedagógica orientada a la innovación, la inclusión y la mejora continua de la calidad educativa.

Bases legales

El proyecto en cuestión se fundamenta en la normativa vigente en Ecuador, que regula y promueve el uso de tecnologías avanzadas en la educación, así como en los principios constitucionales que garantizan el derecho a una educación de calidad e inclusiva. A continuación, se detallan las principales leyes y políticas que respaldan este proyecto:

Constitución de la República del Ecuador

Recurriendo a la Constitución del Ecuador (2008), se consideran los siguientes artículos:

Artículo 27. Establece que la educación debe ser centrada en el ser humano, con enfoque en el pensamiento crítico, la inclusión, la innovación tecnológica y el respeto a los derechos. Respaldar el uso de tecnologías como la realidad virtual responde a estos principios al fomentar nuevas formas de aprendizaje significativo.

Artículo 347. Señala como responsabilidad del Estado el fortalecimiento de la educación pública, el mejoramiento de la calidad, la incorporación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso educativo, y la vinculación con las actividades productivas y sociales. Este artículo legitima el uso de la realidad virtual como recurso pedagógico innovador.

Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)

Con base en la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) (2017), se consideran los siguientes artículos:

Artículo 47. Garantiza la inclusión de personas con discapacidad en el sistema educativo, exigiendo la adaptación de recursos, metodologías e infraestructura. La realidad virtual, diseñada con criterios de accesibilidad, puede contribuir a este objetivo.

Artículo 98. Establece que toda institución educativa debe aplicar acciones afirmativas para garantizar el acceso y permanencia de grupos en situación de desigualdad. La propuesta del proyecto está alineada con esta exigencia al promover el uso de herramientas innovadoras que favorezcan el aprendizaje equitativo.

Conclusiones del marco teórico

En conclusión, el marco teórico de este proyecto ha permitido establecer una base sólida para comprender el impacto del uso de VRV como recurso didáctico en el aprendizaje de vectores. A través de la revisión de la literatura existente, se ha evidenciado que la RV presta numerosas ventajas en el ámbito educativo, tales como la mejora en la comprensión de

conceptos abstractos, el aumento de la motivación y el compromiso de los estudiantes, y la posibilidad de crear entornos de aprendizaje inmersivos y personalizados.

Asimismo, se ha destacado la importancia de la integración de tecnologías avanzadas en la educación, en consonancia con los principios establecidos en la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) y la Constitución de la República del Ecuador. Estos marcos legales y políticas públicas respaldan y promueven el uso de herramientas tecnológicas innovadoras para mejorar la calidad educativa y garantizar una educación inclusiva y equitativa.

El análisis teórico también ha subrayado la necesidad de formación continua para los docentes en el uso de tecnologías educativas, así como la importancia de diseñar y aplicar metodologías pedagógicas que aprovechen al máximo el potencial de la realidad virtual. En este sentido, el proyecto de tesis no solo busca evaluar el impacto de esta tecnología en el aprendizaje de vectores, sino también contribuir al desarrollo de prácticas educativas más efectivas y adaptadas a las necesidades del siglo XXI.

Capítulo 2: Marco metodológico

Paradigma y enfoque

El paradigma sociocrítico se erige como una propuesta epistemológica que trasciende la mera comprensión de la realidad social para orientarse hacia su transformación activa. A diferencia de enfoques positivistas o interpretativos, este paradigma se fundamenta en la crítica social, la reflexión colectiva y la acción participativa como medios para generar cambios significativos en contextos educativos y comunitarios. Tal como lo plantea Martínez

(1997), los paradigmas actúan como modelos orientadores que guían la acción investigativa dentro de campos específicos, estableciendo patrones de pensamiento y actuación.

En el marco de esta investigación, centrada en la implementación de la realidad virtual como recurso didáctico para la enseñanza de vectores, el paradigma sociocrítico resulta especialmente pertinente. Su enfoque permite no solo diagnosticar las desigualdades en el acceso a tecnologías educativas, sino también intervenir en ellas mediante estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan la equidad, la participación y el empoderamiento de los actores educativos.

Varios estudios (Cuahonte y Hernández, 2015; Alvarado y García, 2008) coinciden en que el paradigma sociocrítico tiene como propósito fundamental fomentar transformaciones sociales desde el interior de las comunidades, involucrando activamente a sus miembros en la identificación y resolución de problemáticas locales. Esta visión se alinea con la noción de investigación como praxis, donde teoría y acción se entrelazan para generar conocimiento útil, contextualizado y emancipador.

Desde esta perspectiva, el investigador no actúa como un observador externo, sino como un agente de cambio comprometido con la mejora de las condiciones sociales. Orozco (2016) refuerza esta idea al señalar que el paradigma sociocrítico promueve una metodología participativa, en la que la comunidad no solo es objeto de estudio, sino sujeto activo en la construcción de soluciones.

López y Loria (2017) identifican una serie de rasgos que definen este enfoque como el problema de investigación surge de las necesidades reales de una comunidad específica.

Se busca comprender la situación actual para proponer mejoras concretas.

Se estimula la reflexión crítica de los participantes sobre su propia realidad.

Se promueve el desarrollo de la autoconfianza y el reconocimiento de los recursos internos de la comunidad.

Se evita generar resultados que perpetúen visiones negativas o fatalistas de la situación estudiada.

Estas características reflejan una visión dialógica y democrática del conocimiento, en la que se valora la diversidad de perspectivas y se reconoce la capacidad transformadora de los sujetos involucrados.

El paradigma sociocrítico se vincula estrechamente con metodologías como la investigación-acción, la investigación colaborativa y la investigación acción participativa (IAP). Según Torres et al. (2018), estos enfoques permiten obtener resultados prácticos, útiles y confiables, al basarse en la participación activa de los propios actores sociales. La finalidad no es solo interpretar la realidad, sino incidir en ella para mejorar las condiciones de vida de las personas involucradas.

Barbosa et al. (2015) destacan que, en el contexto posmoderno, la objetividad absoluta es cuestionada, y se reconoce la existencia de múltiples versiones de la realidad. En este sentido, el paradigma sociocrítico se alinea con el pensamiento complejo y la teoría crítica, al proponer una comprensión intersubjetiva de los fenómenos sociales, construida a través del diálogo y la acción colectiva.

En el campo de la educación, este paradigma adquiere una relevancia particular al posicionar al estudiante, al docente y a la institución como agentes activos en la transformación de sus propias experiencias. Loza et al. (2020) afirman que, desde un enfoque sociocrítico, la educación se convierte en un espacio de gestión compartida del conocimiento, donde se promueve la reflexión, la crítica y la acción conjunta.

Estrada y Rodríguez (2024) complementa esta visión al señalar que el paradigma sociocrítico no se limita a lo empírico ni a lo interpretativo, sino que aporta a la ciencia mediante metodologías participativas orientadas a resolver problemas desde el seno mismo de las comunidades. Así, se configura como una alternativa poderosa frente a enfoques reduccionistas, al integrar teoría, práctica y compromiso social en un mismo proceso investigativo.

En síntesis, el paradigma sociocrítico representa una apuesta por una investigación comprometida, transformadora y profundamente humana. Su aplicación en esta investigación permite no solo analizar las barreras en el aprendizaje de vectores, sino también intervenir en ellas mediante el uso de tecnologías emergentes como la realidad virtual. Al promover la participación activa, la reflexión crítica y la acción colaborativa, este enfoque contribuye a la construcción de una educación más justa, inclusiva y contextualizada.

Este enfoque integral permitirá no solo evaluar el impacto de la realidad virtual en la enseñanza de vectores, sino que también proponer estrategias para mejorar la práctica educativa y reducir las desigualdades en el acceso a la tecnología.

El enfoque de investigación es mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una comprensión más completa del fenómeno estudiado. El enfoque mixto facilita la triangulación de datos, aumentando la validez y la confiabilidad de los resultados.

Se utilizarán encuestas para recolectar datos cuantitativos sobre el rendimiento académico de los estudiantes y entrevistas para obtener datos cualitativos sobre sus percepciones y experiencias con la realidad virtual. Para integrar estos datos y obtener una

comprensión holística del impacto de la realidad virtual, se empleará un enfoque de análisis convergente. Los datos cuantitativos y cualitativos se analizarán por separado y luego se integrarán para identificar patrones y discrepancias.

La triangulación de datos y la convergencia de resultados fortalecerán la validez de las conclusiones, permitiendo una interpretación más rica y matizada de los hallazgos. Este proceso proporcionará una visión integral del impacto de la realidad virtual en el rendimiento académico y las percepciones de los estudiantes.

Tipo de investigación

En el contexto de este proyecto, la investigación se enmarca dentro de un diseño preexperimental, ya que se trabajará únicamente con un solo grupo de estudio. De acuerdo con Hernández et al. (2018), este tipo de diseño es adecuado cuando la cantidad de participantes es reducida, y ofrece la ventaja de permitir una comparación entre el nivel de conocimiento inicial y los resultados obtenidos después de la intervención pedagógica. No obstante, es fundamental reconocer y analizar las limitaciones propias de este enfoque con el fin de preservar la validez y rigurosidad de este estudio.

Población y muestra

Según Hernández y Mendoza (2018), la población se refiere al universo, conjunto o totalidad de elementos involucrados en una investigación. Por su parte, la muestra es un subconjunto seleccionado previamente de esa población para llevar a cabo el estudio.

En este caso, los sujetos del estudio no fueron seleccionados de manera intencional, sino que se trabajó con un grupo previamente determinado, compuesto por los estudiantes de los primeros años de bachillerato en el área de matemáticas de la unidad educativa, situada en

Ricaurte, Cuenca. Este enfoque se clasifica como una muestra no probabilística por conveniencia, ya que no se aplicaron criterios de selección específicos y se trabajó directamente con el grupo que estaba disponible para el estudio. La población total de la investigación comprende 27 estudiantes del primer año de BGU; se considera trabajar con el total de la población dado que el resto de los estudiantes pertenecientes al primero de bachillerato técnico no tuvieron la oportunidad de ser elegidos.

Operacionalización del objeto de estudio

Tabla 1
Tabla de la operacionalización de la variable dependiente

Variable dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Aprendizaje de vectores	El aprendizaje de vectores consiste en la adquisición de conocimientos y habilidades para comprender, representar y operar con vectores como magnitudes con dirección, sentido y módulo. Incluye la aplicación de operaciones básicas (suma, resta, producto por escalar, descomposición y cálculo del módulo) mediante métodos gráficos y analíticos, promoviendo el pensamiento espacial, el razonamiento lógico y el uso de recursos tecnológicos.	Visualización y comprensión conceptual	Gráfica de vectores en el plano cartesiano.	Test de conocimiento	• Pretest • Postest
			Identifica dirección, sentido y magnitud de un vector.		
		Desarrollo del Razonamiento Lógico-Vectorial y Aplicación Operacional	Calcula la norma de un vector.	Observación participante	• Diario de campo
			Establece igualdad entre vectores.		
			Suma y resta de vectores de forma analítica y gráfica.	Grupos focales	• Guía de preguntas
			Multiplicación de un escalar por un vector		
			Determina la distancia entre dos puntos como la norma de un vector		

(Ministerio de Educación del Ecuador, 2016).

Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

Método de investigación

Enfoque mixto

Se ha optado por un enfoque metodológico mixto con el propósito de investigar como se lleva a cabo el proceso de aprendizaje a través del uso de VRV en el grupo de estudio. En este contexto, se han considerado las aportaciones de Hernández y Mendoza (2018), quienes resaltan que la metodología mixta no busca remplazar la investigación cuantitativa o cualitativa, sino más bien combinar ambas para enriquecer la investigación, aprovechando las fortalezas de ambos enfoques en una sola propuesta investigativa.

Técnicas e instrumentos de investigación

Observación participante:

La técnica de observación participante fue empleada en esta investigación con el objetivo de obtener información directa y contextualizada de las dinámicas internas del grupo antes y después del uso de VRV como recurso didáctico para el aprendizaje de vectores. Esta técnica implica que el investigador se integre activamente al entorno del grupo observado, estableciendo vínculos cercanos con los participantes y participando de manera natural en sus actividades cotidianas (Medina et al., 2023). Su implementación permitió no solo recopilar datos de primera mano, sino también comprender desde dentro las practicas, interacciones y

comportamientos del grupo, lo que favoreció un análisis más profundo, auténtico y significativo del impacto de la herramienta tecnológica en el proceso de aprendizaje.

En este contexto, la guía de observación constituye un instrumento fundamental para identificar y analizar los elementos presentes en el entorno del aula, permitiendo evidenciar aquellos factores que favorecen o dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje (Alcaraz, 2022). Como complemento se elaboró un diario de campo con el objetivo de registrar de forma sistemática y detallada las actividades cotidianas que se desarrollan en el aula. Este instrumento posibilita un análisis reflexivo del contexto educativo, facilitando la identificación de problemáticas, dinámicas y patrones que inciden en la experiencia formativa de los estudiantes (ver anexo A)

Grupos focales

De acuerdo con Medina et al., (2023), los grupos focales tienen como propósito central identificar y comprender las actitudes, necesidades y motivaciones de un grupo específico de personas en torno a un tema determinado. Sin embargo, es importante señalar que la interpretación de los resultados debe realizarse con cautela, ya que estos pueden estar condicionados por factores como la interacción entre los miembros del grupo y las características personales de cada participante.

En el presente estudio, esta técnica permitió profundizar en las percepciones, experiencias y opiniones de los estudiantes respecto al uso de VRV como recurso didáctico en el aprendizaje de vectores. En contextos educativos, los grupos focales favorecen la interacción entre los participantes, lo cual posibilita descubrir dimisiones de aprendizaje que no siempre emergen en instrumentos individuales. De igual forma, su aplicación facilitó la

identificación de patrones de pensamiento, actitudes comunes y posibles resistencias frente a la integración de nuevas tecnologías en el aula. Para ello se recurrió a la elaboración de una guía de preguntas con la finalidad de recibir aportes previos a la implementación de la propuesta de intervención.

Test de conocimiento:

Para Medina et al., (2023) el test permite la evaluación de diversas características humanas, tales habilidades cognitivas, conocimientos aptitudes y rasgos de personalidad. Por lo tanto, su aplicación permite obtener datos objetivos y comparables sobre el rendimiento académico o el desarrollo de competencias específicas. En esta investigación, el test fue utilizado como instrumento de investigación para identificar el nivel de comprensión que los estudiantes de primero de BGU tenían antes y después del uso de VRV como recurso didáctico, permitiendo así valorar de manera precisa el impacto de dicha herramienta en el proceso de aprendizaje.

Encuesta:

La encuesta es una técnica de recolección de datos que puede adoptar un enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto y que permite obtener información relevante sobre comportamientos, actitudes y percepciones de una población determinada a través de la aplicación de un cuestionario (Medina et al., 2023). En el presente estudio, se aplicó un cuestionario (ver anexo B) con el propósito de recopilar datos sobre los puntos de vista, el nivel de satisfacción y la percepción de los estudiantes respecto al uso de VRV como recurso didáctico para el aprendizaje de vectores. Este instrumento facilitó la exploración de aspectos

medibles como de valoraciones subjetivas relacionadas con la experiencia pedagógica vivida.

El cuestionario constituye una herramienta ampliamente utilizada en la investigación científica para la obtención sistemática de información. Este instrumento se compone de un conjunto de preguntas organizadas de manera secuencial y numerada, las cuales pueden presentarse en formato tabular con diversas opciones que el encuestado debe resolver (Vega et al., 2023). El presente estudio, se empleará el cuestionario con el fin de recoger datos que permitan comprender las percepciones de los estudiantes respecto a la propuesta de intervención pedagógica VRV como recurso didáctico, así como evaluar su nivel de conocimiento sobre el tema de vectores. con este propósito se implementarán los siguientes cuestionarios:

Pretest y postest

Para valorar el conocimiento de los estudiantes sobre el tema de vectores, se utilizaron cuestionarios diseñados específicamente para esta investigación y posteriormente evaluados por expertos en el área. En particular, se aplicaron cuestionarios tipo pretest y postest (ver anexo C), con el propósito de medir el nivel de conocimiento antes y después de la implementación de VRV como recurso didáctico. Estos cuestionarios permitieron identificar los avances conceptuales y prácticos del grupo experimental, contribuyendo así a evaluar la efectividad de la intervención y su impacto en el aprendizaje del contenido.

Adicionalmente, se aplicó una encuesta de satisfacción estructurada con preguntas abiertas y cerradas, orientadas a explorar las percepciones, experiencias y nivel de aceptación por parte de los estudiantes de primero de BGU frente al uso de VRV como recurso

didáctico. Este instrumento permitió comprender no solo efectos cognitivos, sino también las emociones, actitudes y motivaciones generadas al interactuar con esta tecnología educativa innovadora.

Relación de los métodos, técnicas e instrumentos de investigación con el resto del trabajo de investigación:

La integración de los métodos, técnicas e instrumentos de investigación con el resto del trabajo de investigación asegura la coherencia y validez del estudio. Estos elementos permiten abordar el problema de investigación de manera integral, proporcionando evidencia empírica que sustenta las conclusiones y recomendaciones del estudio. Al asegurar que cada parte del trabajo de investigación esté alineada y apoyada por los métodos y técnicas utilizados, se garantiza la rigurosidad y relevancia del estudio.

Cuestiones éticas y limitaciones de la investigación

Consentimiento informado:

Es esencial obtener el consentimiento informado de todos los participantes, incluidos los estudiantes, docentes y padres o tutores (en el caso de menores de edad). Los participantes deben ser informados sobre el propósito del estudio, los procedimientos, los posibles riesgos y beneficios, y su derecho a retirarse en cualquier momento sin repercusiones. Se proporcionarán formularios de consentimiento detallados y se explicará claramente la naturaleza del estudio antes de la participación.

Confidencialidad y privacidad:

La privacidad de los participantes debe ser protegida en todo momento. Los datos personales y académicos recolectados deben ser tratados con estricta confidencialidad y almacenados de manera segura. Se utilizarán códigos o seudónimos para identificar a los participantes en lugar de sus nombres reales, y los datos serán almacenados en sistemas protegidos por contraseñas.

No maleficencia:

La investigación debe evitar causar daño físico, psicológico o emocional a los participantes. Es crucial evaluar y minimizar cualquier riesgo potencial asociado con la participación en el estudio. Se realizarán evaluaciones de riesgos y se implementarán medidas para mitigar cualquier posible daño. Además, se proporcionará apoyo a los participantes en caso de que experimenten algún malestar.

Justicia y equidad:

Todos los participantes deben ser tratados de manera justa y equitativa. Esto incluye asegurar que la selección de participantes sea inclusiva y representativa, y que los beneficios de la investigación se distribuyan equitativamente. Se adoptarán criterios de selección inclusivos y se garantizará que todos los estudiantes tengan igual oportunidad de participar y beneficiarse de la intervención.

Transparencia y honestidad:

Los investigadores deben ser transparentes y honestos en la presentación de los objetivos, métodos y resultados del estudio. Cualquier conflicto de interés debe ser declarado.

Se proporcionará información clara y precisa sobre el estudio a todos los participantes y se publicarán los resultados de manera honesta y completa.

Limitaciones de la investigación

Tamaño de la muestra:

El tamaño de la muestra puede ser limitado debido a la disponibilidad de recursos y la capacidad de los dispositivos de realidad virtual. Un tamaño de muestra pequeño puede limitar la generalización de los resultados a una población más amplia.

Duración del estudio:

La duración del estudio puede ser insuficiente para observar cambios a largo plazo en el rendimiento académico y las percepciones de los estudiantes. Los resultados pueden reflejar solo los efectos a corto plazo de la intervención pedagógica.

Variabilidad en la implementación:

La implementación de la realidad virtual puede variar entre diferentes aulas y docentes, lo que puede afectar la consistencia de los resultados. Las diferencias en la implementación pueden introducir variabilidad en los datos y dificultar la comparación de resultados.

Resistencia al cambio:

Algunos docentes y estudiantes pueden mostrar resistencia a adoptar nuevas tecnologías, lo que puede afectar la participación y el compromiso con la intervención. La resistencia al cambio puede limitar la efectividad de la intervención y sesgar los resultados.

Recursos tecnológicos:

La disponibilidad y calidad de los dispositivos móviles pueden variar, lo que puede afectar la experiencia de los estudiantes y los resultados del estudio. Las limitaciones tecnológicas pueden influir en la eficacia de la intervención y en la satisfacción de los participantes.

Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico preliminares

Esta parte incluye el estudio y discusión de los hallazgos del diagnóstico, los cuales se obtuvieron mediante los instrumentos de recopilación de datos utilizados en los alumnos de primero de BGU y el docente encargado de impartir la asignatura de matemáticas de la unidad educativa. Por lo tanto, se llevó a cabo un análisis documental en relación con las observaciones de campo realizadas dentro del aula durante las clases de matemáticas impartidas por el docente a cargo. La entrevista realizada al docente del área y la revisión de calificaciones, en la cual se evidenció el bajo rendimiento académico de los estudiantes.

Resultados clave obtenidos del pretest.

Con un grupo experimental de 27 estudiantes se realizó un pretest con 4 preguntas, las cuales son específicas y abarcan cada dimensión para el cumplimiento de aprendizaje de cada indicador especificado por el currículum de educación en el aprendizaje de vectores, tomando 6 destrezas para la justificación del aprendizaje adquirido por cada estudiante. Con ello, los resultados obtenidos en el pretest, la puntuación máxima obtenible se rige por las normas estipuladas por el ministerio de educación.

Para asegurar la confiabilidad de los resultados, se utilizó la escala del instructivo de evaluación del Ministerio de Educación para analizar e interpretar los resultados del pretest y postest.

Tabla 2

Escala de correspondencia cualitativa-cuantitativa para EGB media y superior y para bachillerato

Escala cualitativa	**Equivalencia**
Domina los aprendizajes (DA)	9.00 - 10.00
Alcanza los aprendizajes (AA)	7.00 - 8.99
Está próximo a alcanzar los aprendizajes (PA)	4.01 - 6.99
No alcanza los aprendizajes (NA)	Menor o igual a 4

Con los puntos y observaciones definidas se realizó el pretest, obteniendo los siguientes resultados.

Figura 1

Resultados del pretest

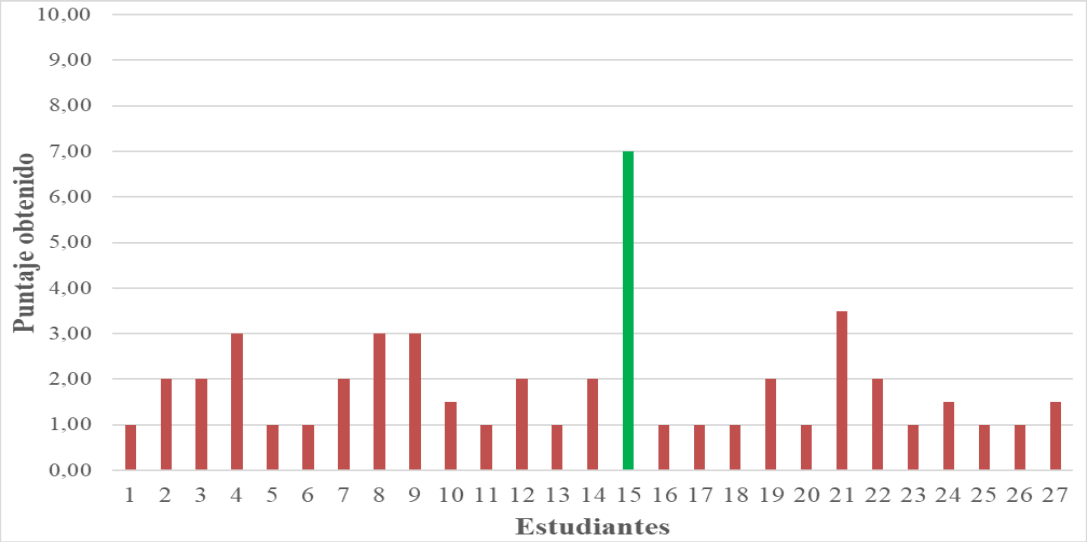


Tabla 3

Promedio del pretest con su correspondiente cualitativo

Promedio del pretest	Escala cualitativa
1,85	No alcanza los aprendizajes (NA)

El promedio general obtenido en el pretest, de 1.85 sobre 10, que representa menos del 93% del total posible, evidencia que los estudiantes enfrentan serias dificultades en el dominio de las gráficas de vectores, las operaciones básicas con vectores y los conceptos relacionados con álgebra y vectores.

El análisis de la prueba revela errores en cada pregunta, los cuales son errores comunes de vacíos de aprendizaje de niveles anteriores, los cuales son errores comunes de vacíos de aprendizaje de niveles anteriores que no les permiten obtener las destrezas de competencias adquiridas para su nivel educativo. Las principales dificultades observadas incluyen el uso incorrecto de las leyes de signos, un escaso dominio de las tablas de multiplicar, confusiones en la suma y resta de cantidades, y una falta de razonamiento al resolver problemas aplicados.

Resultados obtenidos de la observación participante

La observación realizada durante las prácticas preprofesionales evidenció que los estudiantes presentan dificultades significativas al resolver ejercicios relacionados con operaciones básicas entre vectores, tales como la suma, resta, multiplicación por un escalar. Entre los errores más recurrentes se encuentra la aplicación incorrecta de la ley de signos en los componentes, fallos al calcular la magnitud de un vector y problemas al momento de graficarlos en el plano cartesiano. Estas dificultades ponen en manifiesto un bajo dominio de

los conceptos fundamentales y de los procedimientos necesarios para operar y representar correctamente vectores, lo que afecta la comprensión del tema.

Para profundizar en la comprensión de estas dificultades, se han enumerado las acciones específicas observadas en los estudiantes durante el desarrollo de las clases. Esta sistematización permite reconocer patrones de comportamiento que limitan el aprendizaje, facilitando así el diseño de estrategias de intervención más eficientes.

Dinámicas de aprendizaje de los estudiantes:

1. Muestra de actitudes pasivas frente al proceso de aprendizaje.
2. Participación limitada al rol de oyentes, sin involucramiento activo en las actividades.
3. Escasa disposición para el trabajo colaborativo y la construcción conjunta del conocimiento.
4. Uso excesivo de la calculadora, incluso en ejercicios que requieren razonamiento básico.
5. Dependencia de la copia de tareas ajenas, lo cual evidencia una falta de autonomía académica.
6. Desinterés y limitado de dominio de los contenidos abordados en clase.

Resultados obtenidos de los grupos focales.

En la presente se expone los resultados obtenidos mediante la técnica de grupos focal, aplicada a los 27 estudiantes, con el fin de conocer sus conocimientos previos, expectativas y actitudes frente al uso de la realidad virtual en el aula. Esta fase exploratoria permitió identificar

elementos clave para el diseño de intervención pedagógica, así como posibles barreras y oportunidades en la implementación de tecnologías inmersivas.

Durante la exploración de conocimientos previos sobre realidad virtual donde los estudiantes manifestaron haber escuchado sobre la realidad virtual principalmente a través de redes sociales, videojuegos y plataformas digitales. Algunos mencionaron experiencias personales con las gafas de RV en contextos recreativos, pero ninguno había utilizado esta tecnología en el ámbito educativo. Esta falta de experiencia directa en el aula evidenció una oportunidad para su introducción como herramienta didáctica.

Por otra parte, los estudiantes coinciden en que la RV podría facilitar la comprensión de vectores al permitir su visualización en entornos tridimensionales. Consideraron que esta tecnología ayudaría a representar gráficamente la dirección, magnitud y sentido de los vectores, aspectos que suelen resultar abstractos en métodos tradicionales. Además, señalaron que la RV podría hacer el aprendizaje más dinámico, interactivo y atractivo.

Así mismo, la mayoría de los estudiantes manifestó entusiasmo ante la idea de aprender con RV. Consideraron que esta metodología haría las clases más interesantes, participativas y menos monótonas. Algunos indicaron que el uso de RV podría ayudarles a superar el miedo o la apatía hacia las matemáticas, al transformar el aprendizaje en una experiencia más lúdica.

En cuanto a las actividades que les gustaría realizar, los estudiantes propusieron:

- Simulaciones interactivas para construir y descomponer vectores.
- Juegos educativos que involucren retos matemáticos en entornos virtuales.

- Exploración de escenarios físicos donde puedan aplicar conceptos vectoriales.

Respecto a la modalidad de trabajo, la mayoría expresó preferencia por actividades grupales, argumentando que el trabajo colaborativo facilita el aprendizaje y permite compartir ideas. No obstante, algunos también valoraron la posibilidad de explorar individualmente los contenidos a su propio ritmo. Además, los estudiantes identificaron otros temas que podrían beneficiarse del uso de RV, como geometría, física, química y biología, especialmente aquellos que requieren visualización espacial o experimentación.

Al integrar críticamente todas las fuentes, se identifica un ciclo problemático que justifica y orienta la intervención:

Métodos de enseñanza tradicionales y pasivos generan desinterés (observación).

El desinterés inhibe la comprensión profunda de conceptos abstractos que requieren visualización espacial.

La incomprensión se traduce en un bajo rendimiento académico.

El bajo rendimiento refuerza la desmotivación, cerrando el círculo vicioso.

La Realidad Virtual se postula como un andamiaje tecnológico-pedagógico (modelo TPACK) diseñado para romper este ciclo. Al materializar los vectores en 3D, aborda directamente el núcleo del problema: la comprensión espacial. Al ser una experiencia inmersiva y lúdica, actúa como un catalizador de la motivación y la participación activa, creando un entorno emocional y cognitivamente propicio para el aprendizaje. Esto se alinea con

investigaciones como las de Huang et al. (2020), que encontraron que los entornos inmersivos mejoran los resultados de aprendizaje al reducir la carga cognitiva y aumentar el sentido de presencia. En conclusión, el diagnóstico no solo valida la necesidad de intervenir, sino que demuestra cómo el recurso de RV está teórica y empíricamente posicionado para abordar las causas raíz del problema identificado.

Finalmente, los estudiantes imaginaron una clase ideal con RV, donde describieron un entorno inmersivo donde pudieran interactuar con objetos matemáticos, resolver problemas en tiempo real y recibir retroalimentación inmediata. También sugirieron que los decentes deberían considerar esta tecnología como una herramienta complementaria para la enseñanza. Al terminar los estudiantes expresaron sus deseos a los docentes deben dejándoles un mensaje claro: “Atreverse a innovar”. Esto nos motivó aún más a la aplicación de esta tecnología para el aprendizaje de vectores.

Regularidades del diagnóstico

El análisis de los datos recopilados pone de manifiesto varios aspectos que influyen directamente en el proceso de aprendizaje (PA) de vectores en matemáticas. Los datos obtenidos tienen como finalidad describir y explicar los fenómenos investigados, identificando patrones y relaciones entre las variables (Hernández y Mendoza, 2018). A continuación, se presentan los resultados más relevantes:

- Predominio de métodos tradicionales de enseñanza
- Escasa integración de tecnologías educativas
- Participación limitada de los estudiantes
- Problemas en la aplicación de conceptos matemáticos

- Rendimiento académico bajo en evaluaciones.

Capítulo 3: Propuesta de intervención

El siguiente segmento se centra en la descripción de la propuesta de intervención implementada a los estudiantes de primero de BGU de la unidad educativa. La cual se basa en utilizar la realidad virtual como recurso didáctico para el aprendizaje de las matemáticas, en especial el tema de vectores.

Tema: VRV (Vectores con realidad virtual): como recurso pedagógico para el aprendizaje de gráficas y operaciones con vectores.

Descripción de la propuesta

A continuación, se presenta un modelo de propuesta diseñado para la enseñanza de vectores mediante la implementación de la realidad virtual como recurso didáctico. Se considera trabajar con realidad virtual con el objetivo de enseñar de forma innovadora, además de un correcto uso de la tecnología que en la actualidad poseen a su disposición la unidad educativa y la mayoría de los estudiantes. Con la propuesta se buscó incentivar el aprendizaje práctico y buenas prácticas para los dispositivos tecnológicos que disponen los estudiantes de primero de BGU.

El diseño de la planificación por cada sección de la propuesta se aborda con base en el método TPACK, con el contenido del tema de vectores de la asignatura de matemáticas. Mediante, el software Delightex y la codificación en bloques "CoBlocks" facilitan la implementación de herramientas en la realidad virtual que posibilitan la manipulación de objetos para el desarrollo práctico experimental característico de la asignatura.

Sesiones de la implementación conforme al método TPACK.

Introducción

La presente propuesta didáctica tiene como objetivo integrar la realidad virtual como recurso pedagógico para mejorar el aprendizaje de gráficas y operaciones con vectores en estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado (BGU). Para ello, se utilizará el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) como marco teórico y los nueve eventos de instrucción de Robert Gagné como metodología de enseñanza-aprendizaje. El uso de la realidad virtual permitirá a los estudiantes interactuar de manera inmersiva con los conceptos vectoriales, facilitando su comprensión y aplicación en diferentes contextos.

Prendes (2015) menciona que, gracias a la realidad virtual (RV), los estudiantes no están limitados a un entorno digital en una pantalla. Pueden explorar y manipular vectores en cualquier espacio físico, lo que les brinda una variedad de experiencias para aplicar sus conocimientos en diferentes contextos espaciales. Las herramientas tecnológicas proporcionan un cambio en todo entorno social; se busca justificar que la tecnología de realidad virtual puede realizar un cambio en la educación. Como menciona Márquez (2022), esta tecnología ofrece una experiencia inmersiva que simplifica la comprensión de conceptos abstractos, como los vectores.

Fase 1: Diagnóstico desde el Conocimiento del Contenido y Pedagógico (CK + PK)

En esta fase se identificó la problemática relacionada con el aprendizaje de vectores en estudiantes de primero de BGU. A través de un diagnóstico aplicado a 27 estudiantes, se evidenciaron dificultades en operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división) y la ley de signos, lo cual afecta directamente la comprensión de conceptos vectoriales. Desde el

componente CK (Conocimiento del Contenido), se reconoce que los vectores requieren habilidades matemáticas previas para su correcta interpretación y aplicación. Desde el PK (Conocimiento Pedagógico), se identificó la necesidad de aplicar estrategias didácticas que permitan una mejor visualización y manipulación de los vectores. Además, se evaluó la disponibilidad de recursos tecnológicos y el nivel de familiaridad de los estudiantes con la realidad virtual, lo cual permite integrar el componente TK (Conocimiento Tecnológico) en fases posteriores.

Fase 2: Diseño desde la integración TPACK (CK + PK + TK)

Se realizó una búsqueda de las mejores herramientas para la construcción de mundos interactivos que se puedan visualizar con gafas de realidad virtual, encontrándose con diversidad de herramientas como lo son Unity, Unreal Engine, Blender, Spacex y Delightex. Tras comparar las plataformas, se optó por Delightex la cual permite crear mundos en entorno digital con programación por bloques "CoBlocks" y, además manipular objetos 3D y cargar objetos creados de otras plataformas, brindando una infinidad de recursos didácticos pedagógicos.

Esto permite crear aulas y proyectos con estudiantes para analizar el aprendizaje constante y sus avances. Todo esto permite la suscripción gratuita; Delightex brinda una suscripción mensual con un costo de 50 dólares americanos, brindando interconectividad entre estudiantes en el mundo a tiempo real y una ilimitada carga de recursos a distintos mundos.

El objetivo de Delightex se alineó con el recurso que buscábamos, mencionando que tiene como objetivo transformar la educación mediante el desarrollo de habilidades digitales

del siglo XXI en los estudiantes, a través de la creación y exploración de mundos 3D, historias, juegos y simulaciones en realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR). La plataforma está diseñada para fomentar la creatividad, la colaboración y el pensamiento crítico en un entorno divertido y atractivo (**ver Anexo G).**

En esta fase se seleccionó la herramienta tecnológica Delightex, que permite crear mundos virtuales interactivos con objetos 3D manipulables, alineándose con el TK. Esta herramienta fue elegida por su facilidad de uso, compatibilidad con gafas VR caseras y su enfoque educativo. Desde el PK, se diseñaron actividades basadas en los nueve eventos de instrucción de Robert Gagné, permitiendo una secuencia lógica y efectiva para el aprendizaje. Estas actividades están alineadas con los contenidos curriculares del Ministerio de Educación, integrando el CK.

Objetivos:

1. Diseñar un recurso pedagógico en realidad virtual para mejorar el proceso de aprendizaje de vectores de los estudiantes de primero de BGU.
2. Elaborar una planificación por cada sesión para la enseñanza de vectores.
3. Evaluar los conocimientos de los estudiantes posterior a la implementación de la realidad virtual como recurso pedagógico.

Tabla 4

Cronograma de actividades para la implementación del recurso pedagógico

Cronograma de actividades	
Título del recurso	VRV: La realidad virtual como recurso pedagógico

	para el aprendizaje de vectores							
Encargados	Ezequiel Encalada Juan Carlos Cajilima							
Actividades	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Pretest: Desarrollo de una evaluación de conocimientos para identificar las principales dificultades que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de las representaciones gráficas y operaciones con vectores.								
Socialización de la construcción de gafas VR con material de cartón y de VRV como recurso pedagógico para el aprendizaje de vectores y su funcionamiento general de controles para su correcta manipulación.								
Refuerzo de operaciones básicas y ley de signos por las dificultades y carencias que presentaban los estudiantes en el tema.								
Primera presentación del mundo VRV en Delightex, nivel 1: reconocimiento de vectores y sus características y gráfica rectangular.								
Intervención del segundo nivel de VRV para el aprendizaje de coordenadas polares de los vectores y sus respectivas gráficas.								
Tercer nivel de aprendizaje: calcular la magnitud y dirección (ángulo).								
Cuarto nivel: transformación de coordenadas polares a rectangulares y de rectangulares a polares.								
Quinto nivel: suma y resta entre vectores, operaciones y sus representaciones gráficas en el plano.								

Sexto nivel: multiplicación de escalar con vectores de coordenadas rectangulares y polares.								
Séptimo nivel: operaciones combinadas de vectores y sus gráficas demostrativas.								
Postest: Implementación de la evaluación final para determinar las mejoras en el aprendizaje de representaciones gráficas y operaciones con vectores.								

Fase 3: Desarrollo del recurso didáctico VRV (Integración completa TPACK)

En esta fase, se procede a la creación de una plataforma interactiva basada en el software Delightex, diseñada específicamente para la enseñanza de vectores en un entorno de realidad virtual. Esta plataforma permitirá a los estudiantes visualizar vectores en un espacio tridimensional, realizando operaciones como suma, resta y multiplicación por escalares. Además, incluirá escenarios aplicados que conecten los conceptos teóricos con situaciones prácticas, como la descomposición de vectores en componentes rectangulares o polares y sus respectivas transformaciones.

En esta etapa se desarrolló el entorno virtual “VRV” en Delightex, integrando los tres componentes del modelo TPACK:

- CK: Contenidos matemáticos sobre vectores (gráficas, operaciones, coordenadas).
- PK: Aplicación del método de Gagné para guiar el aprendizaje paso a paso.
- TK: Uso de la realidad virtual para representar y manipular vectores en 3D.

El recurso se dividió en siete niveles con teoría, ejemplos, desafíos interactivos y retroalimentación. Se incluyeron NPC con información, ejercicios ocultos, desafíos gráficos y actividades prácticas para consolidar el aprendizaje.

Para complementar la plataforma, se diseñaron recursos interactivos y didácticos, los cuales desafié a los estudiantes a crear un objetivo de superar los problemas propuestos, a recordar conocimientos aprendidos antes y en el recurso, a que creen un contexto de aprendizaje sobre vectores, recuerden definiciones para utilizarlas según avancen, utilicen habilidades adquiridas y creen definiciones claras. Una vez desarrollados estos elementos, se implementó una prueba piloto con un pequeño grupo de estudiantes para identificar y corregir posibles problemas antes de su implementación completa.

El contenido de aprendizaje de vectores para estudiantes fue dividido en siete secciones, en las cuales se aprenderá qué es un vector y cómo graficar sus partes en coordenadas polares y rectangulares, la fórmula para sacar su magnitud y dirección, la transformación de polar a rectangular y viceversa, la suma y resta entre vectores, la multiplicación de vectores por un escalar y operaciones combinadas con vectores. Cumpliendo con el aprendizaje requerido en el currículo del Ministerio de Educación para su correcta evaluación con los indicadores de aprendizaje estipulados por el ministerio.

La construcción de la primera sección se realiza con teoría y ejemplos prácticos para el reconocimiento de vectores y sus partes solamente con teoría y, para evaluar de manera rápida y consolidar la información aprendida, un desafío práctico que consiste en realizar una gráfica para pasar a la siguiente sección. Manipular una flecha 3D con sus manos (controladores). Al rotarla, cambian dinámicamente sus componentes (i, j). El estudiante gira la flecha virtual y observa en tiempo real cómo los valores numéricos de sus componentes aumentan o disminuyen. Constructivismo: Construye la relación entre la representación gráfica (flecha) y la analítica (números) a través de la manipulación directa.

En la segunda sección, los estudiantes revisarán contenido de gráfica polar, su orientación en el plano con coordenadas geográficas mediante imágenes e información cargada en personajes no jugadores (NPC) que la liberará con un clic en el mismo, explicando la orientación al graficar con ángulos en el plano en sentido antihorario y, a su vez, un ejercicio para superar la sección, demostrando lo aprendido. Consiste en identificar el ángulo marcado en 4 imágenes de manera secuencial. Las instrucciones para superar el desafío se encuentran en la misma sección, facilitando su correcto entendimiento.

La sección tres consiste en el aprendizaje de la magnitud o módulo y la dirección o ángulo de los vectores con sus respectivas fórmulas y gráficas de orientación; por su parte, en la sección tres, un ejercicio oculto para superar el aprendizaje. El ejercicio comienza al intentar abrir la puerta; se desbloquean unas flechas indicando el camino y la pared refleja el ejercicio que consiste en la información compartida, lo principal en reconocer los puntos de la gráfica, continuando con la resolución del cálculo de la magnitud y el cálculo de su dirección, con ellos desbloqueando la puerta y superando la sección.

Cuarta sección de transformación de polar a rectangular y viceversa: en esta sección es teórica a un 75% y práctica a un 25%, ya que se debe explicar cómo transforma y sus fórmulas o diferentes maneras, y en el ejercicio de superar el nivel se encuentra una parte práctica de identificación de unidades de gráfica y resolución de ejercicios teóricos con selección múltiple. Sección cinco: los estudiantes aprenderán sobre suma y resta entre vectores de manera analítica, información de manera ordenada con el paso a paso, y a su vez gráfica con la demostración de cómo se consigue el vector resultante en el plano cartesiano.

Sección seis: multiplicación de vector por un escalar. Igual que la suma y la resta, se explica de manera analítica con teoría y ejercicios para complementar la información descrita en esta sección y gráfica, realizando en el plano y agregando el mismo vector las veces indicadas por el escalar.

Sección siete: operaciones combinadas de vectores. En esta sección se consolidará todo lo aprendido con anterioridad, ya que consiste en el aprendizaje de suma, resta y multiplicación, todo en un mismo ejercicio; se demuestra de manera analítica con teoría y práctica y se finaliza con una gráfica en la que pueden visualizar el proceso que se debe realizar en cada operación para conseguir el vector resultante.

Finalizado el mundo VRV en el que los estudiantes pueden reforzar su conocimiento de vectores, con el objetivo de que aprendan de manera inmersiva con un mundo digital y se animen a participar en la clase, logrando entender que con la enseñanza correcta y las herramientas adecuadas los alumnos no presenten dificultades en su aprendizaje y demuestren lo aprendido en un entorno diferente que puedan replicarlo en su hogar al momento que ellos deseen.

Fase 4: Implementación de la propuesta (TPACK en acción)

La implementación de la propuesta se llevó a cabo durante un período de ocho semanas, utilizando un diseño preexperimental. Este diseño permitirá evaluar los efectos de la realidad virtual en el aprendizaje de vectores mediante la aplicación de los nueve pasos del método de Robert Gagné.

Este método permitirá evaluar los efectos de la realidad virtual en el aprendizaje de vectores mediante la aplicación de nueve pasos que son:

1. Ganar la atención: utilizar la realidad virtual para captar la atención de los estudiantes con escenarios interactivos y atractivos.
2. Informar a los estudiantes de los objetivos: explicar claramente los objetivos de cada sesión y cómo se relacionan con el aprendizaje de vectores.
3. Estimular el recuerdo de conocimientos previos: conectar el nuevo aprendizaje con conocimientos previos mediante actividades de revisión en el entorno virtual.
4. Presentar el material: organizar y presentar el contenido sobre vectores de manera estructurada y visualmente atractiva en Delightex.
5. Proporcionar orientación para el aprendizaje: ofrecer instrucciones y guías dentro del mundo virtual para ayudar a los estudiantes a comprender y aplicar los conceptos.
6. Obtener el rendimiento: permitir que los estudiantes practiquen operaciones con vectores en actividades interactivas dentro del entorno virtual.
7. Proporcionar retroalimentación: dar comentarios inmediatos y personalizados sobre el desempeño de los estudiantes en las actividades.
8. Evaluar el rendimiento: realizar evaluaciones formativas y sumativas para medir el aprendizaje y la comprensión de los vectores.
9. Mejorar la retención y la transferencia: facilitar actividades adicionales y desafíos en el mundo virtual para reforzar el aprendizaje y promover la aplicación en diferentes contextos.

Tras analizar el modelo y los pasos necesarios para la implementación del entorno digital, se procederá a la explicación del mundo virtual creado (VRV) para el aprendizaje de vectores. VRV está compuesto por siete secciones, distribuidas a lo largo de cinco semanas.

Cada sección está diseñada para abordar diferentes aspectos del aprendizaje de vectores, permitiendo así consolidar progresivamente la información proporcionada, con una observación del cumplimiento de los siguientes criterios:

- Manipula los vectores con precisión para realizar operaciones complejas sin ayuda.
- Explica con claridad la relación entre la representación 3D y las componentes tras la manipulación.
- Diseña una estrategia propia dentro del entorno RV para resolver un problema vectorial novedoso.

Instrucciones generales para el correcto uso de las gafas VR BOX

A continuación, se presenta el mundo VRV.

Figura 2

Vista general del mundo VRV



Figura 3

Sección uno: Características de un vector y su gráfica

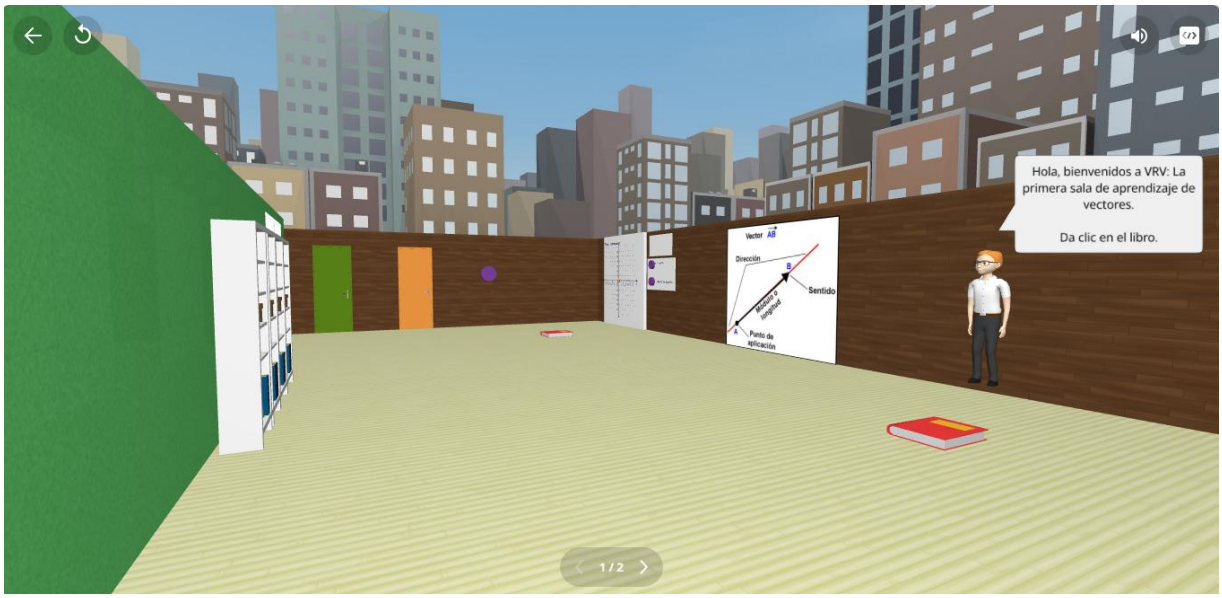


Figura 4

Sección dos: componentes polares de un vector

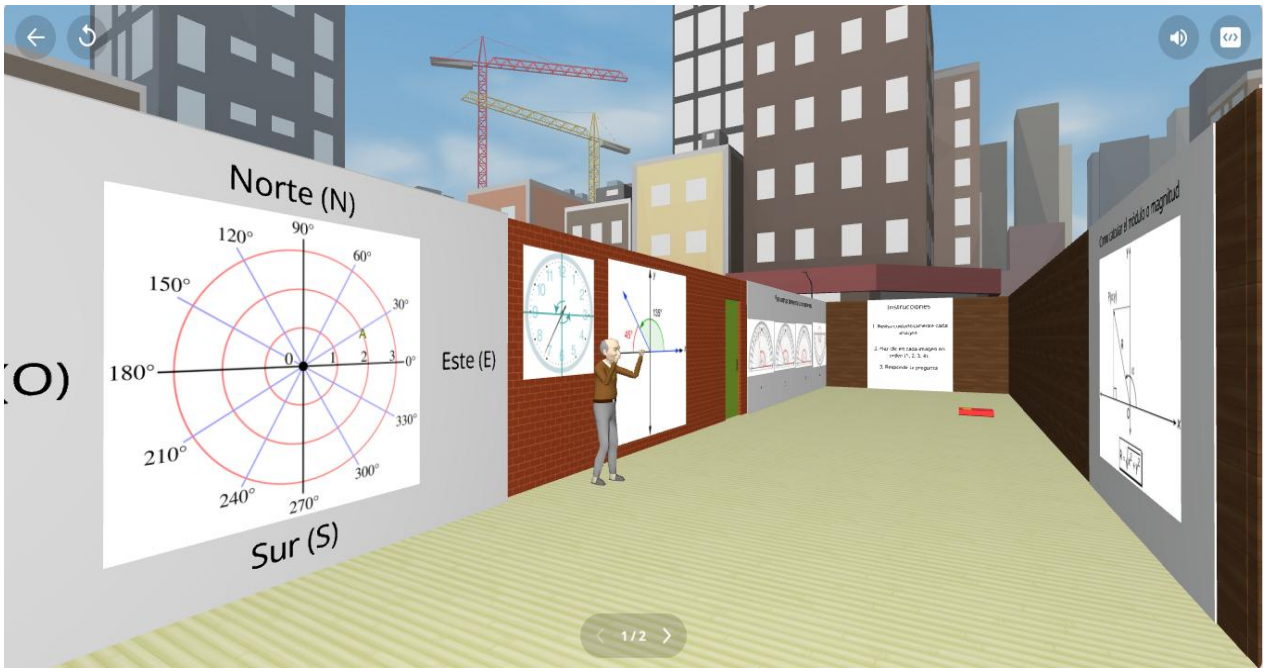


Figura 5

Sección tres: fórmulas de magnitud y dirección



Figura 6

Sección cuatro: transformaciones de componentes polares a rectangulares y viceversa.

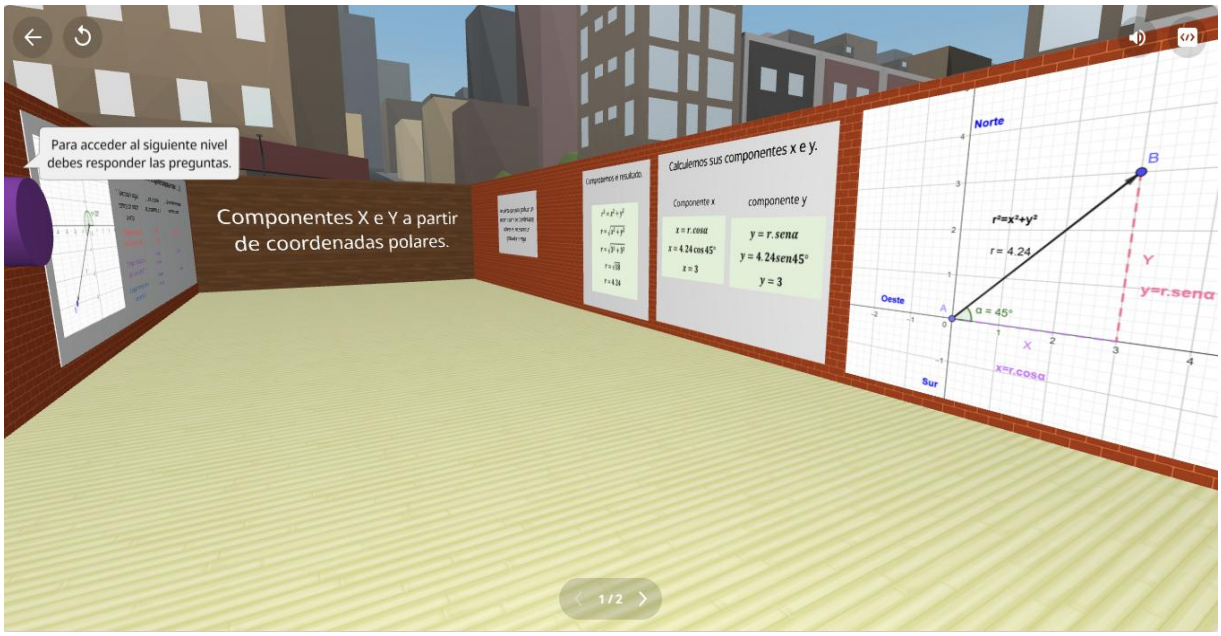


Figura 7

Sección cinco: sumas y restas entre vectores componentes rectangulares



Figura 8

Sección cinco: sumas y restas entre vectores componentes polares

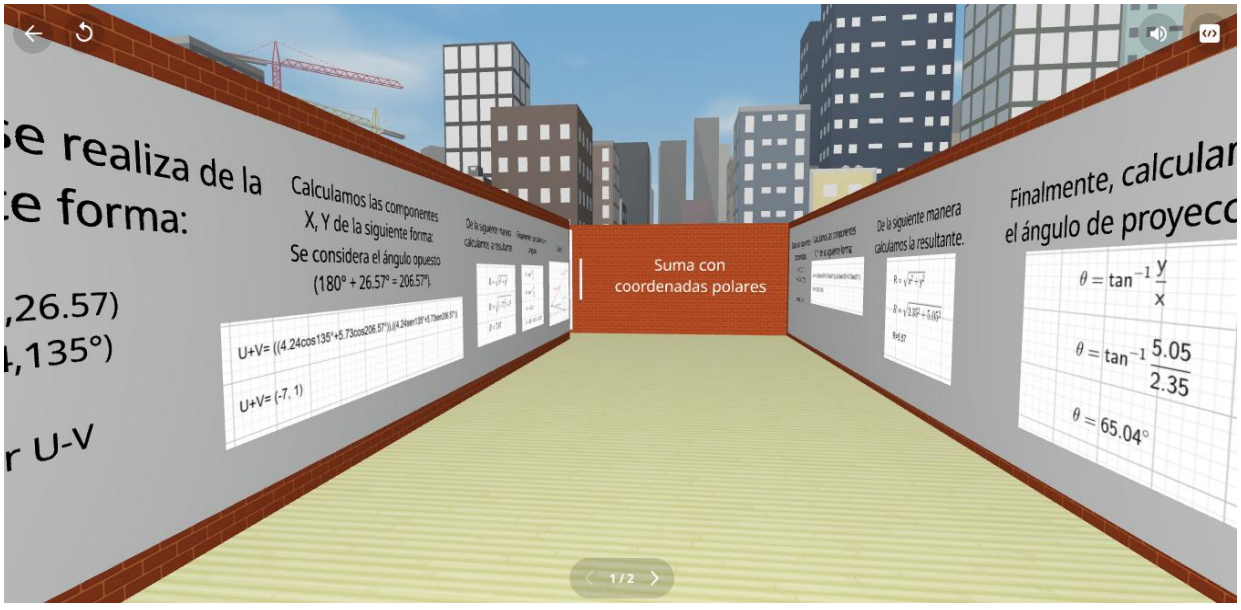


Figura 9

Sección cinco: refuerzos por equivocación en resolución de actividad

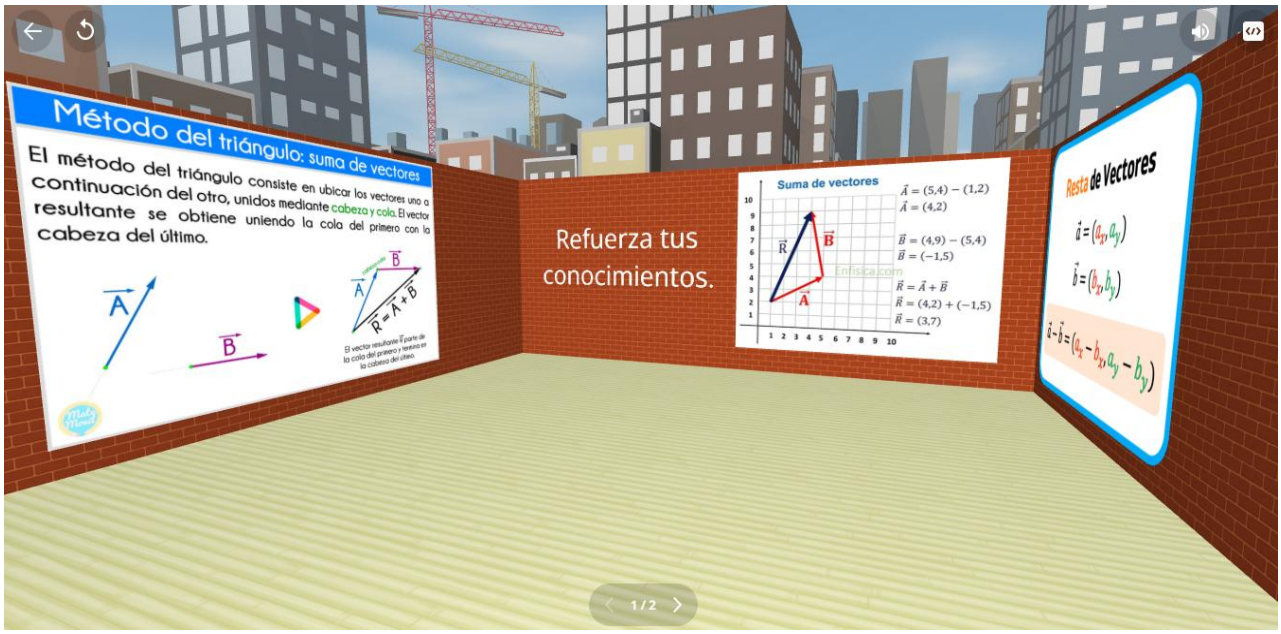


Figura 10

Sección seis: multiplicaciones entre un vector y un escalar



Figura 11

Sección seis: métodos analíticos y gráfico en multiplicación

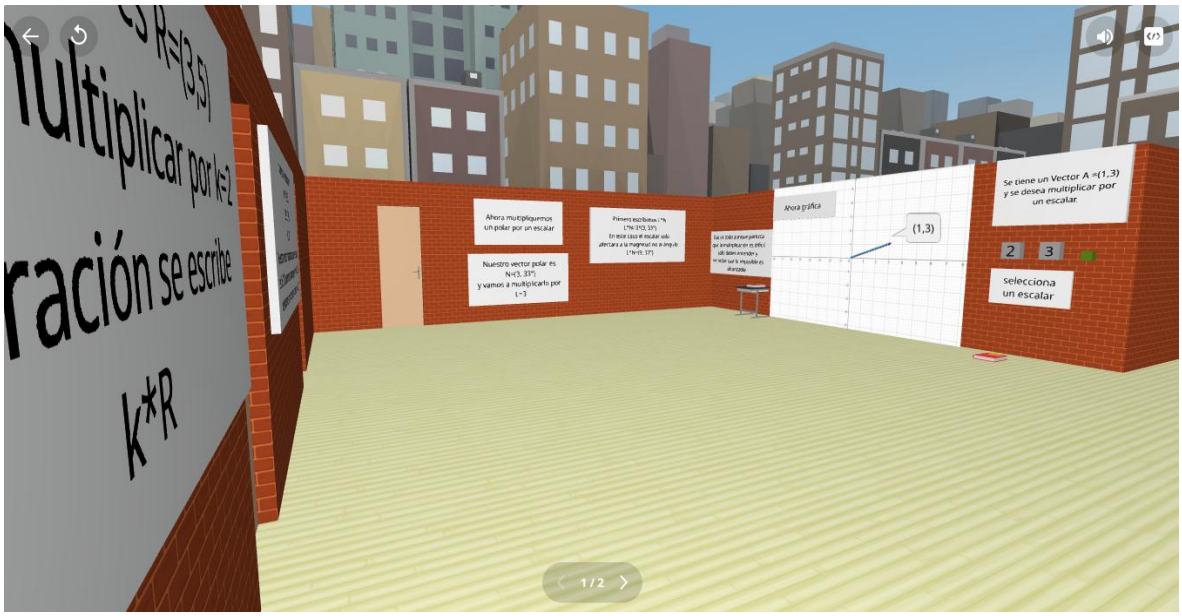


Figura 12

Sección seis: método gráfico: explicació

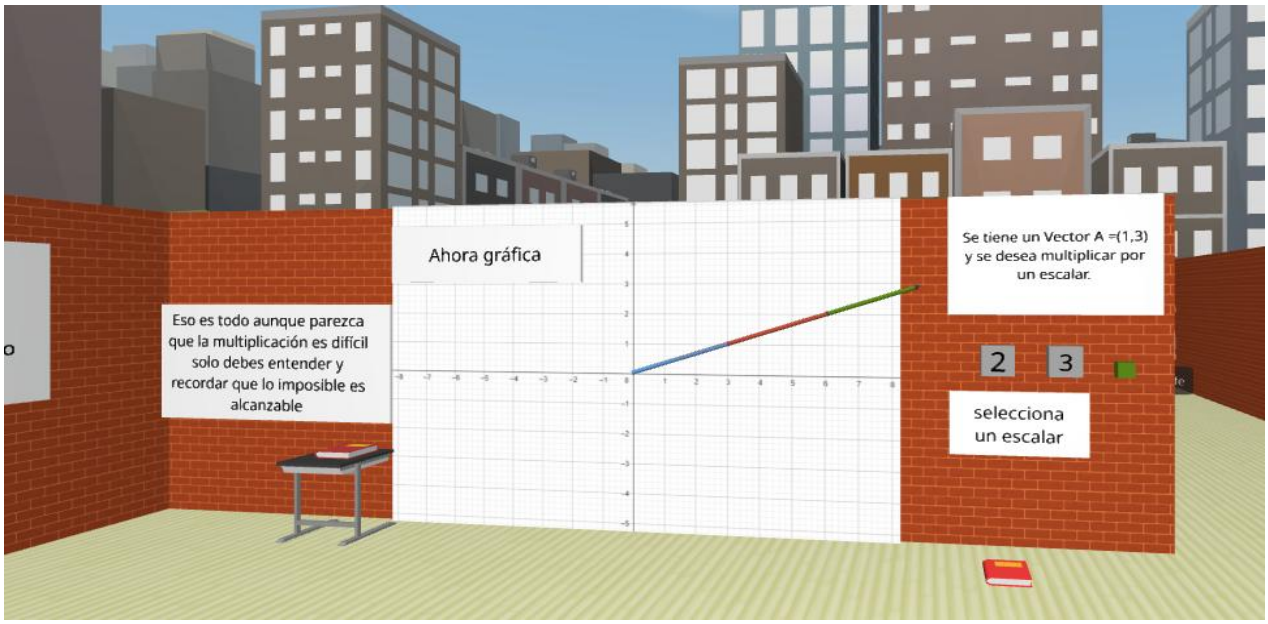


Figura 13

Sección siete: operaciones combinadas de vectores



Figura 14

Sección siete, aprendizaje analítico de operaciones combinadas



Figura 15

Sección siete: método gráfico en operaciones combinadas

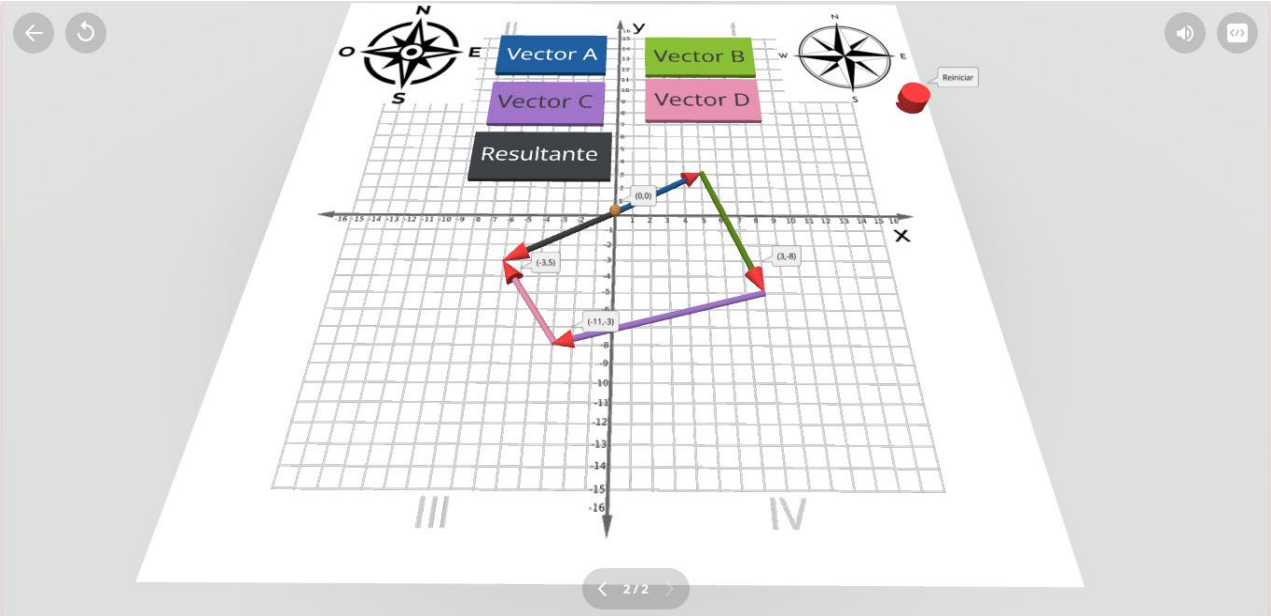


Figura 16

Fin del mundo VR



Ese fue el mundo VRV, un mundo perfecto para comprender vectores. Está abierto las 24 horas del día. Los estudiantes que exploraron más el contenido en su casa tuvieron una mejor retención de información. Como menciona Cerrillo (2024), es ampliamente reconocido que la práctica constante es el elemento clave para consolidar el aprendizaje. Las habilidades y destrezas se perfeccionan mediante la repetición continua, ya que esto permite al individuo familiarizarse con los procesos, aprender de sus errores, automatizar tareas y ganar confianza en sus propias capacidades. En la guía práctica "Aprende vectores con realidad virtual en el mundo VRV". Se explica a detalle cómo manejar correctamente y comenzar a explorar sin molestias o dudas.

Se implementó la propuesta para los 27 estudiantes en las secciones previstas en el cronograma desde la semana tres hasta la siete con una duración de cinco semanas en la implementación del mundo VRV semana dos se implementó el refuerzo de operaciones básicas y ley de signos como la prueba piloto para identificar dificultades y limitaciones para la correcta implementación del próximo mundo.

Figura 17

Estudiantes dentro del mundo VRV forma semi inmersiva



Figura 18

Estudiantes dentro del mundo VRV forma no inmersiva



Figura 19

Acompañamiento durante la implementación



Se concluyo la implementación con una retroalimentación y una actividad práctica a papel para la retención de información de forma correcta con ayuda del método de los nueve pasos del aprendizaje, evaluar el rendimiento y mejorar la retención y la transferencia de información.

El pretest demostró que los estudiantes no alcanzan los aprendizajes con el método de enseñanza impartido por el docente; por esa razón el mundo VRV busca reforzar el aprendizaje de vectores, consiguiendo la consolidación de los mismos y demostrar lo aprendido con un postest después de la implementación del recurso pedagógico. Durante las sesiones, se realizó un monitoreo constante del progreso de los estudiantes y de la funcionalidad de los dispositivos tecnológicos.

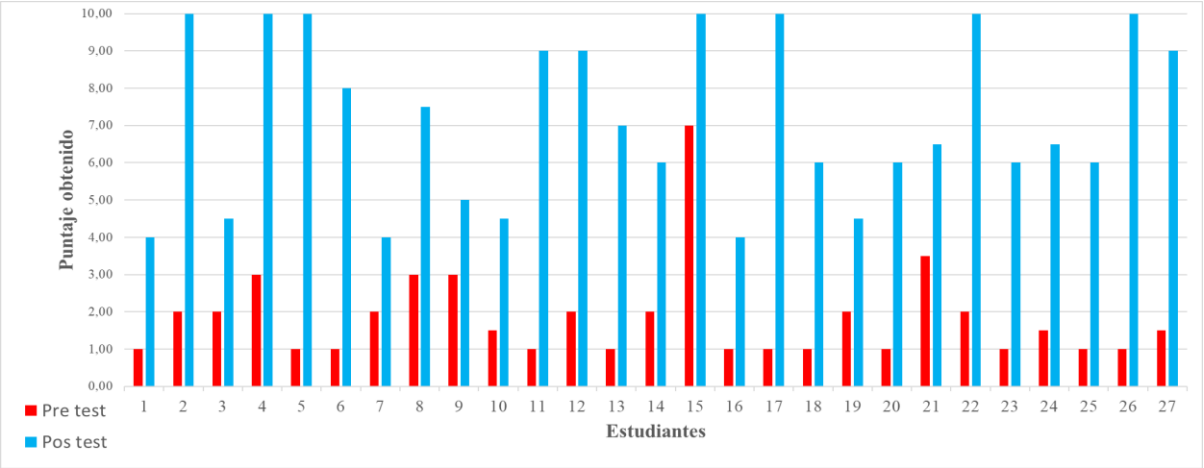
Fase 5: Evaluación

Para medir el impacto del recurso didáctico, se implementó una evaluación basada en la comparación de los resultados obtenidos en un pretest y un postest. El pretest se aplicó antes de la implementación para diagnosticar el nivel inicial de comprensión de los estudiantes sobre vectores. El postest, aplicado al finalizar las sesiones, evaluó los avances logrados en términos de conocimiento conceptual y habilidades prácticas.

Además, se recopiló información cualitativa mediante encuestas a los estudiantes, quienes podrán expresar su percepción sobre el uso de la realidad virtual como herramienta de aprendizaje. Paralelamente, los practicantes evaluarán la funcionalidad del recurso y su impacto en el desarrollo de las clases. Finalmente, los datos cuantitativos y cualitativos serán analizados para determinar la efectividad de la propuesta y realizar recomendaciones para futuras implementaciones.

Figura 20

Resultados del indicador multiplicación de vectores con escalares



Resultados obtenidos mediante la implementación realizada

A continuación, se exponen los resultados obtenidos tras la implementación de VRV como recurso didáctico en la asignatura de Matemática dirigida a estudiantes de primero de BGU de la Unidad Educativa Particular (UEP). El objetivo principal de esta intervención fue determinar si el uso de VRV contribuyo al mejoramiento del aprendizaje de vectores, así como estimular el interés y la motivación de los estudiantes. Este apartado se detallan los resultados del postest, junto con un análisis comparativo entre los datos obtenidos en el pretest y postest. Además, se presentan los hallazgos más relevantes de la encuesta de satisfacción aplicada a los estudiantes, con el fin de evaluar su percepción y satisfacción sobre la experiencia de aprendizaje.

Principales resultados obtenidos del postest en operaciones con vectores

Tabla 5

Comparación de resultados de pretest y postest

Escala		**N.º de Estudiantes**	
Escala cualitativa		**Pretest**	Postest
Domina los aprendizajes (DA)	9.00 - 10.00	0	10
Alcanza los aprendizajes (AA)	7.00 - 8.99	1	3
Está próximo a alcanzar los aprendizajes (PA)	4.01 - 6.99	0	11
No alcanza los aprendizajes (NA)	≤ 4	26	3
Total		27	27

Los resultados obtenidos luego de la implementación de la propuesta en el postest demuestran un desarrollo en los conocimientos y dominios adquiridos del tema, obteniendo 3 estudiantes que no alcanzan los aprendizajes (NA), 11 que están próximos a alcanzar los aprendizajes (PA), 3 estudiantes que alcanzan los aprendizajes (AA) y 10 estudiantes que dominan los aprendizajes (DA). En comparación con los resultados del pretest (donde solo 1 estaba en AA y 26 en NA), ahora hay 3 estudiantes con puntajes mayores a 7 y 10 con DA dejando a 11 en PA y 3 con NA significando que los 13 les favoreció el recurso didáctico de aprendizaje, 11 que posiblemente necesiten más tiempo de adaptarse (sus notas mejoraron, pero aún no alcanzan el 7), y solo 3 que no es su modelo de aprendizaje, lo cual indica la posibilidad de que requieran otro método de enseñanza o una adaptación curricular esencial. Aun así, esto no quiere decir que sus estadísticas no aumentaron.

En cumplimiento de los indicadores todos los estudiantes aprendieron a graficar vectores dándonos el 100% de satisfacción en esa destreza. En el indicador calcular el módulo de un vector 26 estudiantes lograron completar la pregunta eso equivale al 96.3% de los estudiantes que consiguieron completar esa destreza.

En el indicador de suma y resta con vectores 24 estudiantes lo realizaron completamente bien esto equivale al 88.9% de estudiantes que consiguieron dominar y cumplir con lo que menciona la destreza con su indicador. En el siguiente indicador de multiplicación de vectores con un escalar 13 estudiantes lo realizaron perfectamente lo que equivale al 46.3% que lograron dominar esta destreza de aprendizaje y cabe mencionar que el resto de los estudiantes no lo hicieron mal solo que no cumplieron con lo que proponía todo el indicador

Para el último indicador operaciones mixtas con vectores 10 estudiantes lo realizaron bien con ciertos errores al final, pero demostrando su conocimiento y dominio del tema impartido esto equivale al 37% de estudiantes que dominan todas las destrezas del curriculum en el tema de vectores y operaciones con vectores.

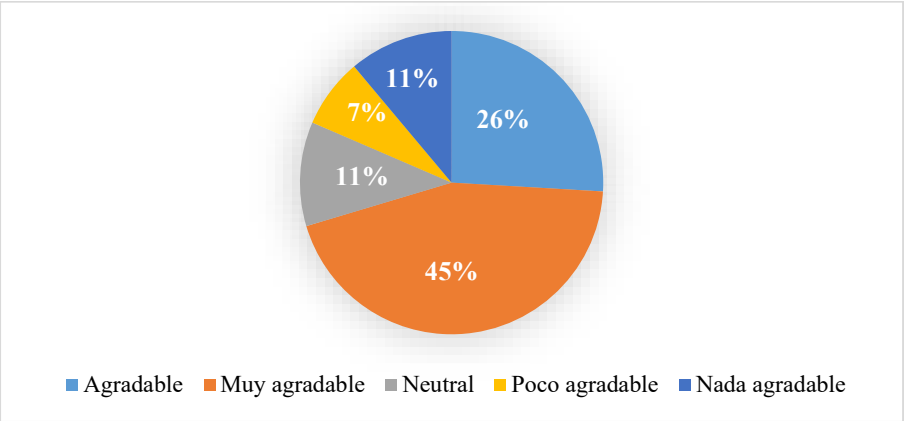
Principales hallazgos de la encuesta

Con el propósito de conocer la percepción y aceptación de los estudiantes sobre el uso de VRV como recurso didáctico en el aprendizaje de vectores, se aplicó una encuesta de satisfacción al finalizar la intervención pedagógica. Esta herramienta permitió recoger información cuantitativa y cualitativa sobre las experiencias, opiniones, dificultades y recomendaciones expresadas por los estudiantes participantes. A continuación, se describen los principales hallazgos.

Nivel de aceptación de los estudiantes tras la implementación de VRV como recurso didáctico

Figura 21

Resultados del nivel de satisfacción de la encuesta



Interpretación de los resultados cuantitativos de la encuesta

Los resultados obtenidos a través de la encuesta de satisfacción reflejan una percepción mayoritariamente positiva por parte de los estudiantes frente al uso de VRV como recurso didáctico para el aprendizaje de vectores. El 45% de los encuestados calificó la experiencia como muy agradable y un 26% como agradable, lo que indica que el 71% de los estudiantes manifestó una actitud favorable hacia esta herramienta educativa.

En contraste, un 11% expresó una valoración neutral, lo cual sugiere que, si bien no encontraron inconvenientes con la propuesta, tampoco sintieron un impacto significativo en su experiencia de aprendizaje. Por otro lado, un 7% considero la experiencia poco agradable y un 11% la calificó como nada agradable, lo que representa un 18% de opiniones negativas.

Estos resultados evidencian que la implementación de VRV no solo fue bien recibida por la mayoría de los estudiantes, sino que también contribuyó a generar un entorno de aprendizaje más dinámico e innovador. Sin embargo, la presencia de un pequeño grupo con percepciones negativas invita a reflexionar sobre posibles ajustes en la planificación, aplicación o acompañamiento pedagógico de la herramienta, con el fin de optimizar su efectividad y aceptación.

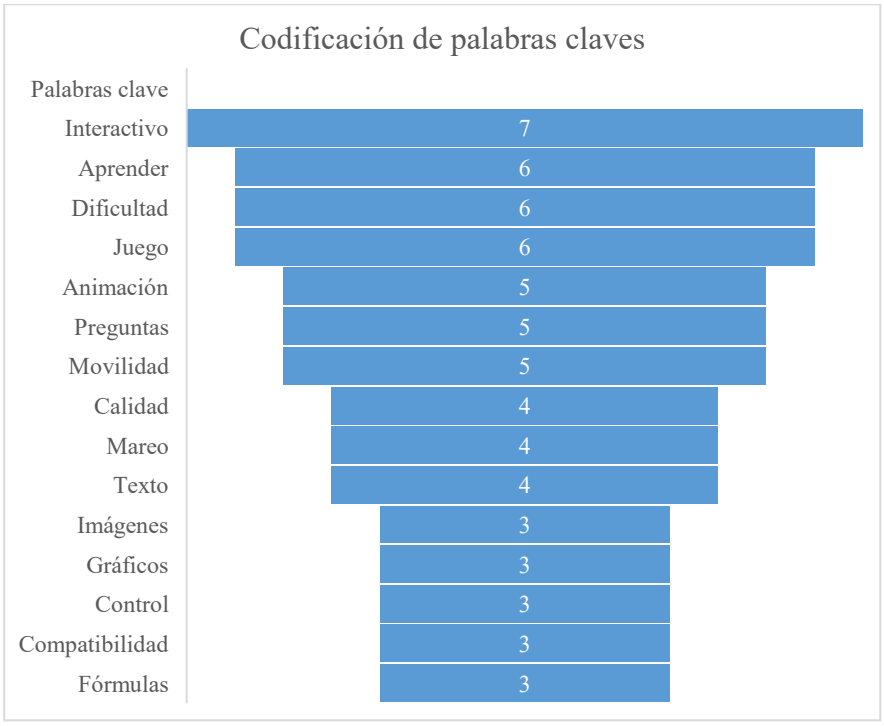
Interpretación de los resultados cualitativos de la encuesta

Análisis exploratorio

En el siguiente apartado se presenta el análisis exploratorio de los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes. Para su elaboración se han considerado los términos que se mencionen 3 o más veces las cuales se las ha denominado palabras claves. A continuación, se presenta la gráfica con los resultados obtenidos.

Figura 22

Palabras claves obtenidas de la encuesta



En la figura 22 podemos encontrar las palabras más mencionadas por los estudiantes al evaluar el uso de VRV como recurso didáctico. Este análisis permite identificar los aspectos más valorados y las áreas de atención en la experiencia educativa con esta tecnología.

Entre los aspectos más destacados, la palabra **interactivo** encabeza la lista con 7 menciones, lo que indica que los estudiantes perciben el uso de VRV como una herramienta que promueve la participación activa y la interacción con el contenido. A esto le sigue **aprender, dificultad y juego,** cada una con 6 menciones, lo cual revela una doble perspectiva: por un lado, el valor didáctico del recurso y, por otro, las barreras que aún enfrentan algunos estudiantes en cuanto a la comprensión del contenido.

Así mismo, palabras como **animación, preguntas, movilidad** (5 menciones cada una) resaltan la importancia de los componentes visuales, la interactividad estructurada y la

libertad de movimiento con los elementos atractivos dentro del entorno virtual. Por otra parte, términos como **mareo, calidad, texto, compatibilidad** reflejan ciertos retos que afectan la experiencia del estudiante, bien sea por limitaciones técnicas o por dificultades de accesibilidad. Estas menciones, aunque con menor frecuencia (3-4 veces), deben ser consideradas para futuras implementaciones.

Finalmente, las menciones de **imágenes, gráficos, control, fórmulas** (todas con 3 menciones) sugieren áreas de mejora relacionadas con la presentación visual, dispositivos tecnológicos y el manejo del contenido Matemático específicos, como la simbolización y opciones con vectores. La codificación de palabras claves sugiere que la experiencia del uso de VRV fue mayormente positivo y centrada en la interactividad, el aprendizaje y el juego. Sin embargo, también expone que persisten desafíos relacionados con la dificultad del contenido, los efectos físicos de su uso prolongado y la necesidad de mejora visuales y técnicas para optimizar el recurso como herramienta educativa.

Análisis por categorías

Como parte del proceso investigativo del proyecto, se aplicaron encuestas a los estudiantes con el fin de conocer sus percepciones, experiencias y expectativas respecto al uso de VRV como recurso didáctico para el aprendizaje de contenidos de matemáticas en específico con el tema de vectores. A continuación, se presenta los resultados obtenidos, organizados por categorías:

Tabla 6

Categorización de los datos obtenidos de la encuesta

Categorías	Ejemplos de respuestas
Percepción sobre el uso de VRV	"Parece muy agradable para aprender de este modo", "Todo es interactivo e interesante, me gusta esta forma de aprender matemáticas".
Dificultades técnicas	"Se traba un poco", "El juego no cargaba completamente", "La conexión del control con el celular fallaba".
Problemas de usabilidad	"Moverme dentro del juego era complicado", "Me mareaba al usar los lentes".
Dificultades de comprensión	"No entendí el tema, se me hizo más complicado", "Las fórmulas me confundían".
Interactividad y gamificación	"Que sea más interactivo", "Agregar más animaciones y sonidos", "Poner preguntas más claras y no mucho texto".
Accesibilidad y compatibilidad	"Que el juego pueda usarse en celulares de gama baja", "Mejorar la calidad de las letras".
Diseño y presentación de contenidos	"No usar tantas imágenes ya que confunden con la pregunta", "Más claridad en los textos", "Que los personajes expliquen el tema y fórmulas en vez de solo imágenes".

1) **Precepción sobre el uso de VRV en el aprendizaje de vectores**

Las respuestas de los estudiantes reflejan una percepción hacia la experiencia de aprendizaje mediada por RV. Del mismo modo, indican lo interactivo, novedoso y atractivo del recurso, que logra captar su atención y generar agrado por aprender matemáticas de una forma diferentes. Las frases como: **parece muy agradable para aprender de este modo y todo es interactivo e interesante, me gusta esta forma de aprender matemáticas** nos permiten evidenciar una actitud favorable hacia el uso de este recurso didáctico, el cual permitió transformar la experiencia de aprendizaje.

2) **Dificultades técnicas**

A pesar del interés general, algunos estudiantes manifestaron limitaciones técnicas durante la experiencia. Los problemas estuvieron relacionados con el rendimiento de los dispositivos, la carga del contenido y la conectividad entre los controles y los celulares. Las dificultades como: **se traba un poco, el juego no carga completamente, la conexión del control con el celular fallaba,** resalta la importancia de contar con equipos adecuados y configuraciones estables, además una conexión a internet estable y de alta velocidad para garantizar una experiencia fluidas y continua.

3) **Problemas de usabilidad**

Otra categoría identificada fueron los desafíos en el uso del recurso didáctico VRV, especialmente en cuanto al desplazamiento dentro del escenario y el uso de los lentes de RV, lo cual afectó la experiencia de los estudiantes. Como parte de la retroalimentación obtenida las frases **moverme dentro del juego era complicado y me mareaba al usar los lentes** sugiere una capacitación más rigurosa y la incorporación de sesiones de adaptación al uso de los lentes de RV. Esto con el fin de lograr que los estudiantes puedan aprovechar plenamente el recurso didáctico sin incomodidades físicas.

4) **Dificultades de comprensión**

Algunos estudiantes expresaron que, a pesar del uso de VRV, el tema de vectores seguía siendo confuso, especialmente por la complejidad de las fórmulas y el nivel de abstracción que implica el contenido. Respuestas como **no entendí el tema, se me hizo más complicado, las fórmulas me confundían** nos indica que la

tecnología no sustituye la mediación del docente, y debe ir acompañada de estrategias claras, explicaciones guiadas y momentos de retroalimentación.

5) **Interactividad y gamificación**

Los estudiantes valoraron el componente interactivo y lúdico del recurso, pero también ofrecieron sugerencias para mejorar la dinámica de la herramienta, como incluir más animaciones, sonidos, claridad en las preguntas y reducción de texto. Las respuestas obtenidas (**que sea más interactivo, agregar más animaciones y sonidos, poner preguntas más claras y no mucho texto**) evidencian que los estudiantes desean un entorno más activo y estimulante, lo cual puede potenciar el interés y la motivación hacia el aprendizaje matemático.

6) **Accesibilidad y compatibilidad**

Varios de los participantes indicaron preocupaciones respecto a la compatibilidad del recurso con dispositivos de gama baja y la legibilidad de algunos textos, lo cual limita el acceso pleno a la experiencia que proporciona el recurso didáctico. Los enunciados como: **que el juego pueda usarse en celulares de gama baja, mejorar la calidad de las letras** nos permite demostrar que la accesibilidad tecnológica es un aspecto clave para garantizar la equidad en el uso de recursos digitales.

7) **Diseño y presentación de contenidos**

Finalmente, los estudiantes propusieron mejoras en el diseño pedagógico del recurso didáctico VRV, especialmente en cuanto al uso de imágenes, claridad en los textos y la incorporación de explicaciones narradas por personajes, en lugar de solo visuales. Propuestas como: no usar tantas imágenes ya que confunden con la pregunta,

más claridad en los textos, que los personajes expliquen el tema y fórmulas en vez de solo imágenes nos indican que, si bien el recurso fue bien recibido, el diseño debe ser más pedagógico que estético, integrando elementos didácticos bien articulados.

Los resultados cuantitativos muestran una mejora, pero el verdadero impacto se evidencia en la transformación cualitativa de las concepciones de los estudiantes. El salto de 0 a 10 estudiantes que dominan los aprendizajes no se debe solo a la práctica, sino a que la RV materializó lo abstracto. Donde antes veían letras y fórmulas (e.g., v = (x, y)), ahora interactúan con un objeto 3D que pueden agarrar y girar. Esto explica por qué el 100% aprendió a graficar vectores: la comprensión espacial dejó de ser un desafío imaginativo para convertirse en una experiencia sensorial.

La caída en el desempeño en operaciones más abstractas como la multiplicación por un escalar (46.3%) sugiere que, mientras la RV es poderosa para la conceptualización inicial y la visualización, debe ir acompañada de una deliberada transición a la abstracción por parte del docente, conectando la manipulación concreta en RV con la simbolización matemática tradicional. La encuesta lo confirma: palabras como interactivo y aprender emergen junto a fórmulas y dificultad, señalando un cambio positivo en la motivación y la percepción de las matemáticas, pero también la necesidad de un andamiaje pedagógico que la tecnología por sí sola no puede proporcionar.

En síntesis, los resultados obtenidos muestran que VRV tiene un gran potencial como recurso didáctico, pero su implementación debe considerar aspectos técnicos, pedagógicos y de accesibilidad. Además, la motivación de los estudiantes es alta, pero el uso de esta herramienta requiere un diseño centrado en el usuario, acompañado de mediación docente

efectiva y mejoras tecnológicas que garanticen una experiencia de mejora en el aprendizaje de forma equitativa.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La presente investigación permitió evidenciar que la realidad virtual constituye un recurso didáctico altamente efectivo para el aprendizaje de vectores en estudiantes de Primero de BGU. Su implementación no solo transformó la dinámica tradicional del aula, sino que también facilitó la comprensión de conceptos abstractos mediante la inmersión en entornos tridimensionales interactivos. Esta tecnología, al estimular múltiples canales sensoriales, favoreció un aprendizaje más significativo y duradero, especialmente en contenidos que requieren habilidades de visualización espacial como los vectores.

A través de la sistematización teórica, se identificaron fundamentos pedagógicos y neuro educativos que respaldan el uso de la realidad virtual en el ámbito educativo. Diversos estudios coinciden en que esta herramienta potencia la motivación intrínseca del estudiante, promueve la participación activa y mejora la retención de conocimientos. En el caso específico de la enseñanza de matemáticas, la realidad virtual se presenta como una alternativa metodológica que rompe con la rigidez de los enfoques tradicionales, permitiendo una experiencia de aprendizaje más dinámica, contextualizada y centrada en el estudiante.

La implementación del recurso, basado en el modelo TPACK y la secuencia de Gagné, demostró un impacto directo en la motivación y la participación activa, cumpliendo con el objetivo de transformar la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. La

evaluación confirmó que la RV es más que una herramienta tecnológica; es una vía para repensar la educación. Los resultados específicos por destreza, como el 100% de dominio en la graficación de vectores y el 88.9% en la suma y resta, evidencian que la propuesta no solo es innovadora, sino efectiva en el desarrollo de competencias curriculares específicas.

El diagnóstico aplicado a los estudiantes reveló dificultades recurrentes en la comprensión de los vectores, particularmente en lo relacionado con su representación gráfica, dirección, magnitud y operaciones vectoriales. Estas falencias, comunes en el nivel de Primero de BGU, justificaron la necesidad de diseñar un recurso didáctico innovador que permita superar las limitaciones del enfoque convencional. La realidad virtual, en este contexto, se perfiló como una solución pedagógica pertinente y contextualizada a las necesidades del grupo estudiado.

El diseño del recurso didáctico VRV (Vector Realidad Virtual) se fundamentó en principios de la pedagogía constructivista y el aprendizaje experiencial. Este recurso integró simulaciones interactivas que permitieron a los estudiantes manipular vectores en un entorno tridimensional, favoreciendo la comprensión de sus propiedades y operaciones. La estructura del recurso fue cuidadosamente planificada para responder a los objetivos curriculares del nivel, garantizando su aplicabilidad y pertinencia en el contexto educativo ecuatoriano.

La implementación del recurso en el aula evidenció una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes, así como un cambio positivo en su actitud hacia la asignatura. Se observó un incremento en la participación, el interés y la autoconfianza al abordar ejercicios relacionados con vectores. Además, la interacción con el entorno virtual

permitió a los estudiantes construir su conocimiento de manera autónoma, colaborativa y contextualizada, lo que refuerza la efectividad del enfoque propuesto.

Finalmente, la evaluación del recurso VRV demostró su impacto positivo en el proceso de aprendizaje. Los resultados obtenidos en las pruebas de salida, junto con las percepciones recogidas mediante encuestas y entrevistas, confirmaron que la realidad virtual no solo mejora el desempeño académico, sino que también transforma la experiencia educativa. En consecuencia, se recomienda su incorporación progresiva en el currículo de matemáticas, como una estrategia didáctica complementaria que responda a los desafíos de la educación del siglo XXI.

Recomendaciones

- Se recomienda garantiza una conexión a internet estable y de alta velocidad, así como el uso de dispositivos compatibles con aplicaciones de RV, a fin de evitar interrupciones, tiempos de carga excesivos o fallas técnicas que puedan afectar la experiencia de aprendizaje.
- Los entornos virtuales deben ser diseñados considerando criterios de accesibilidad, incluyendo compatibilidad con dispositivos de gama baja, mejorar en la legibilidad de textos y reducción de la carga visual. Se sugiere además incorporar modos alternativos de interacción, como controles simples o comandos de voz.
- Es fundamental que la RV no solo sea una herramienta visual, sino que integre elementos didácticos claros como la explicación guiada de fórmulas, preguntas interactivas, retroalimentación inmediata y gamificación. Esto facilitará una comprensión más profunda de vectores.

- Es esencial incrementar la cantidad de secciones de clase que integren la RV como recurso didáctico. Esto favorecerá una familiarización progresiva por parte de los estudiantes y permitir una apreciación más efectiva de los conceptos matemáticos. Al extender el uso de esta herramienta a lo largo de varias clases, se fortalece la continuidad del proceso de aprendizaje, se reduce la curva de adaptación tecnológica y se posibilita un seguimiento más sistemático de los avances y dificultades de los estudiantes en el aprendizaje.
- Estrategias de Accesibilidad Tecnológica: Para contextos con recursos limitados, se recomienda:
    a. Utilizar visores de RV de cartón (ej: Google Cardboard) que, acoplados a smartphones personales o institucionales, reducen el costo de manera significativa.
    b. Optar por plataformas de creación de RV gratuitas o de bajo costo, como Delightex, CoSpaces Edu o similares, que no requieren equipos de computación de alta gama.
    c. Implementar un modelo de estaciones rotativas, donde un conjunto limitado de gafas RV sea compartido por pequeños grupos de estudiantes dentro de una misma sesión, maximizando el uso del recurso.
- Finalmente, se sugiere promover nuevos estudios sobre la aplicación de la RV y nuevas tecnologías en matemáticas, centrándose en cómo afecta el pensamiento espacial, la comprensión conceptual y la motivación estudiantil.

Referencias bibliográficas

Alcaraz, S. (2022). Guía de observación y evaluación de la idoneidad del espacio físico del aula. [Tesis doctoral], E.T.S. de Edificación (UPM). https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.72273.

Almenara, J. (2014). La formación del profesorado en TIC: modelo TPACK. https://www.researchgate.net/publication/266733957_La_formacion_del_profesorado_en_TIC_modelo_TPACK

Altamirano, I. (2022). La realidad aumentada como herramienta de enseñanza en el aprendizaje de vectores. [Tesis de maestría]. Repositorio de la Universidad de Técnica de Ambato. https://repositorio.uta.edu.ec/items/7087efd2-3f3a-4514-9bf3-3c1dc1e1ec33

Alvarado, L., y Gracia, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. Sapiens: Revista Universitaria de Investigación. https://www.researchgate.net/publication/350947764

Barbosa, L., Motta, A. y Resck, Z. (2015). Los paradigmas de la modernidad y posmodernidad y el proceso de cuidar en enfermería. Revista Enfermería Global, 14(37), 335-341. https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v14n37/reflexion2.pdf

Campos Soto, M. N., Ramos Núñez, F. J., & Navas Parejo, M. R. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años.

Revista de Educación Mediática y TIC, 9(1), 147-167. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-86422020000100047&script=sci_arttext

Carrera, Y. (2023). Uso de Realidad Virtual y Aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. Revista Científica Kosmos, 2(1), 26-38. https://editorialinnova.com/index.php/rck/article/view/42

Casey, L. (1994). Realidad Virtual. Editorial McGrawHill.

Constitución de la República de Ecuador [Const.]. (2008). Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. http://biblioteca.defensoria.gob.ec/handle/37000/4083

Cuahonte, L. y Hernández, G. (2015). Una interpretación socio-critica del enfoque educativo basado en competencias. Perspectivas docentes, 57, 26-34. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6349236

Delightex GmbH. (2012). Delightex [Software]. https://www.delightex.com/edu

Espinoza, K., Plaza, J., Bravo, B., y Mogrovejo, E. (2023). Realidad Virtual y Educación: Retos y Propuestas Desde Actores Educativos del Bachillerato Público en Ecuador. Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 3(2), 156-176. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9438707

Estrada, S., y Rodríguez, S. (2024). Paradigma socio-crítico y su vigencia en la postmodernidad: Socio-Chritical Paradigm and its relevance in Postmodernity. Visión educativa, 6(1), 66–79. Recuperado a partir de https://revistasuba.com/index.php/VISIONEDUCATIVA/article/view/1072

Gil, J., Pedraza, M., Sierra, G., y Montañez, F. (2024). Realidad virtual como recurso digital para mejorar el desempeño del componente espacial-métrico a través de la gamificación, en los estudiantes de grado cuarto y quinto de la Institución Educativa Los Libertadores Sede Alcaparral. [Tesis de maestría]. Repositorio Universidad de Cartagena.https://repositorio.unicartagena.edu.co/server/api/core/bitstreams/71977270-9179-47bf-9549-903eb8e7e553/content

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Editorial McGrawHill Education.

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Editorial Mc Graw Hill Education.

Huang, C., Luo, Y., Yang, S., Lu, C., y Chen, A. (2020). Influence of students' learning style, sense of presence, and cognitive load on learning outcomes in an immersive virtual reality learning environment. Journal of Educational Computing Research, 58(3), 596–615. https://doi.org/10.1177/0735633119867422

Koehler, M. y Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. AACTE Committee on Innovation and Technology. The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators. (3-29). https://philpapers.org/rec/TECHOT

López, C. y Loria, M. (2017). Vulnerabilidad educativa: Un estudio desde el paradigma socio crítico / Educational Vulnerability: A study from the socio-critical paradigm. Praxis Educativa, 21(1), 46-54. https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2017-210105

Loza, R., Mamani, J., Mariaca, J. y Yanqui, F. (2020). Paradigma sociocrítico en investigación. PsiqueMag, 9(2), 30-39. Vista de Paradigma sociocrítico en investigación.https://scholar.archive.org/work/53qo6b4ooban7co3dopgwkcdqa/access/wayback/http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/psiquemag/article/download/2656/2200

Márquez, M. (2022). Realidad aumentada: una herramienta tecnológica indefectible para el aprendizaje inmersivo en entornos virtuales. Revista Honoris Causa, 14(2), 227–238. https://revista.uny.edu.ve/ojs/index.php/honoris-causa/article/view/170

Marín, J., Torres, J., García, G., & Soto, M. (2021). Hacia un modelo de investigación sostenible en educación. ESIC.

Martínez, M. (1997). El paradigma emergente: hacia una nueva teoría de la racionalidad científica. Trillas

Medina, M., Rojas, R., y Bustamante, W. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1539

Ministerio de Educación del Ecuador. (2017). Ley Orgánica de Educación Intercultural. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Ley-OrganicaEducacion-Intercultural-Codificado.pdf

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Matemática - Bachillerato General Unificado: Segundo de Bachillerato. https://educacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2016/08/curriculo/Matematica/Matematica_BGU_2.pdf

Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). Currículo priorizado Bachillerato general con énfasis en competencias comunicacionales, digitales y socioemocionales. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/08/Curriculo-Priorizado-Bachillerato.pdf

Mishra, P. y Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers college record, 108(6), 1017-1054. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Orozco, J. (2016). La Investigación Acción como herramienta para Formación Docente. Experiencia en la Carrera Ciencias Sociales de la Facultad de Ciencias de la Moya, Y. (2023). Uso de Realidad Virtual y Aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. Revista Científica Kosmos, 2(1), 26-38. https://doi.org/10.62943/rck.v2n1.2023.42

Ortí, J. (2024). La realidad aumentada y la realidad virtual en la enseñanza matemática: rendimiento académico y educación inclusiva. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (88). https://doi.org/10.21556/edutec.2024.88.3133

Parong, J., y Mayer, R. E (2018). Learning science in immersive virtual reality. Journal of Educational Psychology, 110(6), 785–797. https://doi.org/10.1037/edu0000241

Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. Pixel-Bit.Revista de Medios y Educación, (46), 187-203. https://www.redalyc.org/pdf/368/36832959008.pdf

Rodríguez, M., y Cubillas M. (2024). Integración del modelo TPACK-ADDIE en el Diseño Instruccional para los Cursos B-Learning en Educación Superior. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 10605-10621. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13200

Romero, F. (2009). Aprendizaje significativo y constructivismo. Temas para la Educación. Revista Digital para profesionales de la enseñanza, 3. https://matematicasiesoja.wordpress.com/wp-content/uploads/2021/01/el-aprendizaje-significativo.pdf

Salas, R. (2019). Modelo TPACK: ¿Medio para innovar el proceso educativo considerando la ciencia de datos y el aprendizaje automático? Entre ciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, 7(19). https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.19.67511

Sánchez, J. (2017). El potencial de la realidad aumentada en la enseñanza de español como lengua extranjera. EDMETIC, 6(1), 62–80. https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5808

Serrano, J. y Pons, R. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 13(1). https://redie.uabc.mx/redie/article/view/268

Shulman, L. (1986a). Quienes comprenden: Crecimiento del conocimiento en la enseñanza. Investigador educativo, 15 (2), 4-14.

Shulman, L. (1987b). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma. Harvard Educational Review , 57 (1), 1-22.

Torres, Á., Romero, L. M., Mañas, L., González, N., Oceja, J., García, R., Bonilla, M., Diego, J., Beltrán, A., Rivera, D., Maldonado, J., Sánchez, I., Pérez, M., Amezcua, T., Amezcua, P., Villalonga, C., Mora, M., Alcolea, G., Reig, R., ... de Viguera, C. (2018). Gamificación en Iberoamérica: Experiencias desde la comunicación y la educación. Universidad Politécnica Salesiana. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17051

UNESCO. (2016). Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the implementation of Sustainable Development Goal 4: Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656

Vega, V., Leyva, M. y Batista, N. (2023). Desarrollo y validación de un cuestionario para evaluar el conocimiento en Metodología de la Investigación. Revista Conrado, 19(2), 51-60. https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/3232

Vera, G., Ortega, J., y Burgos, Á. (2003). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. Eticanet, (2). https://ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero2/Articulos/Realidadvirtual.pdf

Villalobos, J. (2024). La realidad virtual como herramienta educativa transformadora. Revista de Innovación Educativa, 15(2), 45-60. https://rua.ua.es/bitstream/10045/150757/1/Nuevas-investigaciones-educativas-para-definir-la-ensenanza-y-el-aprendizaje.pdf#page=156

Winn, W. (1993). A conceptual basis for educational applications of virtual reality. Technical Publication R-93-9, Human Interface Technology Laboratory of the Washington Technology Center, Seattle: University of Washington. https://www.hitl.washington.edu/projects/education/winn/winn-paper.html~

Anexos

Anexo A: Diario de campo

Diario de campo

Unidad Educativa:		**Lugar:**	
Nivel/subnivel. Bachillerato:		**Pareja pedagógica:**	
Hora de inicio:		**Hora final:**	
Fecha:		**Nro. de práctica:**	
Tutor profesional:		**Núcleo problemático:**	
Eje integrador:	Investigación y diseño como estrategia de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la vida en el bachillerato.		
Descripción de las actividades desarrolladas.			
Criterios para observar		**Observación**	
Colaboración en clases			
Comprensión y aplicación de los conceptos.			
Habilidades de resolución de problemas.			
Creatividad en el desarrollo de problemas o enfoques para entender los conceptos.			
Actitud y comportamiento durante la clase.			
Claridad en la comunicación de ideas.			
Uso efectivo de los recursos disponibles.			
Autoevaluación y reflexión sobre el aprendizaje.			

Link de los diarios de campo y fotos de respaldo:
https://drive.google.com/drive/folders/1Pyb4BcvtM6G4pkggnphKatPw1Cm274Z-?usp=sharing

Anexo B: Encuesta dirigida a los estudiantes y guía de preguntas para grupo focal

Encuesta

Esta encuesta tiene como objetivo recoger tu opinión sobre el uso de realidad virtual como recurso para aprender contenidos relacionados con los vectores, incluyendo sus características, representación gráfica, suma, resta y multiplicación por un escalar.

Tu participación es muy importante, ya que nos ayudará a mejorar futuras experiencias de aprendizaje usando tecnologías inmersivas. Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial y utilizadas únicamente con fines educativos.

Por favor, responde con sinceridad según tu experiencia.

1) **¿Qué tan agradable te resulta aprender sobre vectores utilizando realidad virtual?**
- Nada agradable
- Poco agradable
- Neutral
- Agradable
- Muy agradable

2) **¿Qué dificultades encontraste al utilizar la realidad virtual para aprender sobre vectores?**
_____
_____
_____

3) **¿Tienes alguna observación o recomendación sobre tu experiencia al usar la realidad virtual para aprender sobre vectores?**
_____
_____
_____

4) **¿Qué sugerencias tienes para mejorar el uso de la realidad virtual en la enseñanza de vectores?**
_____
_____
_____

Guía de preguntas para grupos focales

Objetivo: Explorar las percepciones, conocimientos previos y expectativas de los estudiantes de Primero de BGU sobre el uso de la realidad virtual como recurso didáctico para el

aprendizaje de vectores, con el fin de obtener insumos cualitativos que orienten el diseño de la propuesta de intervención pedagógica.

Conocimiento previo

1. ¿Han escuchado antes sobre la realidad virtual? ¿Dónde?

2. ¿Han utilizado alguna vez realidad virtual en clase o fuera de ella?

Percepción y expectativas

3. ¿Cómo creen que la realidad virtual podría ayudarles a aprender sobre vectores?

4. ¿Qué ventajas creen que tendría usar RV en comparación con los métodos tradicionales?

5. ¿Qué posibles dificultades o preocupaciones imaginan al usar esta tecnología?

Motivación y actitud

6. ¿Les gustaría aprender con realidad virtual en clase? ¿Por qué?

7. ¿Creen que usar RV haría las clases más interesantes o más difíciles?

Aplicación pedagógica

8. ¿Qué tipo de actividades les gustaría realizar en RV para aprender vectores?

9. ¿Preferirían trabajar individualmente o en grupos dentro de la experiencia virtual?

10. ¿Qué otros temas creen que podrían aprender mejor usando realidad virtual?

Reflexión final

11. Si pudieran diseñar una clase con RV, ¿cómo sería?

12. ¿Qué mensaje les darían a sus profesores sobre el uso de esta tecnología?

Anexo C: instrumentos de evaluación pretest y postest dirigido a los estudiantes de primero de BGU

Objetivo: Diagnosticar el aprendizaje de los estudiantes en el tema de vectores dentro de la asignatura de matemáticas de primero de BGU. La información obtenida es confidencial y de uso exclusivo para la investigación en el ámbito educativo en beneficio de la unidad

educativa, por lo que se propondrá el uso de la realidad virtual como recurso pedagógico para contribuir con el aprendizaje de las matemáticas.

Autorización: Este instrumento cuenta con la aprobación de las autoridades de la institución educativa, sin el afán de interrumpir o cuestionar las labores del docente de la cátedra.

Instrumento de evaluación pretest

<table>
<tr><td>NIVEL: BACHILLERATO</td><td>ÁREA: MATEMÁTICA</td><td colspan="2">ASIGNATURA: MATEMÁTICA</td><td>AÑO LECTIVO 2024-2025</td></tr>
<tr><td>CURSO / AÑO EGB/BGU: PRIMERO</td><td>GRUPOS/PARALELOS: A</td><td>TRIMESTRE:</td><td>3</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">DOCENTE: MGT. EDISSON LEÓN</td><td colspan="3">BLOQUE CURRICULAR N° 1 Y 2</td></tr>
<tr><td colspan="5">INDICADORES ESENCIALES DE EVALUACIÓN:

-M.5.2.6.Reconocer los vectores como elementos geométricos de R2.
-M.5.2.1.Graficar vectores en el plano identificando sus características
-M.5.2.15.Calcular la longitud o norma para establecer la igualdad entre dos vectores.
-M.5.2.3.Sumar, restar vectores y multiplicar un escalar por un vector de forma geométrica y de forma analítica, aplicando propiedades de los números reales y de los vectores en el plano.
-M.5.2.15.Realizar las operaciones de adición entre elementos de R2
-M.5.2.7.Calcular el producto por un número escalar de manera geométrica y analítica aplicando propiedades de los números reales.</td></tr>
<tr><td colspan="3">ESTUDIANTE:</td><td colspan="2">FECHA:</td></tr>
</table>

DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO	ÍTEMS NIVEL DE LOGRO ALCANZADO	VALOR
M.5.2.6. Reconocer los vectores como elementos geométricos de R2.	**Se tiene los siguientes vectores:** ● $\vec{A}$: Definido por los puntos P(0; 0) y Q(4; 3) ● $\vec{B}$: Definida polar (7; S 40° E) o (7;310°) ● $\vec{C}$: Definida polar (5; N 30° O) o (5;120°)	

M.5.2.8. Reconocer que dos vectores son ortogonales cuando su producto escalar es cero, y aplicar el teorema de Pitágoras para resolver y plantear aplicaciones geométricas con operaciones y elementos de R2, apoyándose en el uso de las TIC (software como GeoGebra, calculadora gráfica, applets en internet).	• $\vec{D}$: Definido por los puntos $S(0;0)$ y $T(-3;-4)$ **Realiza las siguientes actividades:** a) Encuentra las componentes x **y** y de cada vector.	2
M.5.2.1. Graficar vectores en el plano (coordenadas) identificando sus características: dirección, sentido y longitud o norma.	b) Grafica los vectores $\vec{A}$ y $\vec{C}$ en el plano cartesiano. (utilizar una escala adecuada para representar cada vector según sus coordenadas o su magnitud y dirección)	2
M.5.2.3. Sumar, restar vectores y multiplicar un escalar por un vector de forma geométrica y de forma analítica, aplicando propiedades de los números reales y de los vectores en el plano.	c) Realiza la operación vectorial: $\vec{R} = 2\vec{A} + \vec{B} - \vec{C} + 3\vec{D}$ con el método analítico.	
M.5.2.7. Calcular el producto escalar entre dos vectores y		3

la norma de un vector para determinar la distancia entre dos puntos A y B en R2 como la norma del vector. M.5.2.15. Aplicar el producto escalar entre dos vectores, la norma de un vector, la distancia entre dos puntos, el ángulo entre dos vectores y la proyección ortogonal de un vector sobre otro, para resolver problemas geométricos, reales o hipotéticos, en R2.	d) Realiza la operación vectorial: $\vec{R} = \vec{A} + 2\vec{B} - 3\vec{C} + \vec{D}$ con el método gráfico. (utilizar una escala adecuada para representar cada vector según sus coordenadas o su magnitud y dirección) **(3P)**	3
	EQUIVALENCIA (10/10)	10/10

DOCENTE: Mgt. Edisson León Firma: Fecha:	DIRECTOR(A) DE ÁREA: Mgt. Edisson León Firma: Fecha:	VICERRECTOR(A)/SUBDIRECTOR(A): Ing. Sandra Jara, Mst. Fecha:

Instrumento de evaluación postest

NIVEL: BACHILLERATO	ÁREA: MATEMÁTICA	ASIGNATURA: MATEMÁTICA		AÑO LECTIVO 2024-2025
CURSO / AÑO EGB/BGU: PRIMERO	GRUPOS/PARALELOS: A	TRIMESTRE:	3	

DOCENTE: MGT. EDISSON LEÓN	BLOQUE CURRICULAR N° 1 Y 2
INDICADORES ESENCIALES DE EVALUACIÓN: -M.5.2.6.Reconocer los vectores como elementos geométricos de R2. -M.5.2.1.Graficar vectores en el plano identificando sus características -M.5.2.15.Calcular la longitud o norma para establecer la igualdad entre dos vectores. -M.5.2.3.Sumar, restar vectores y multiplicar un escalar por un vector de forma geométrica y de forma analítica, aplicando propiedades de los números reales y de los vectores en el plano. -M.5.2.15.Realizar las operaciones de adición entre elementos de R2 -M.5.2.7.Calcular el producto por un número escalar de manera geométrica y analítica aplicando propiedades de los números reales.	
ESTUDIANTE:	FECHA:

DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO	ÍTEMS NIVEL DE LOGRO ALCANZADO	VALOR
M.5.2.6. Reconocer los vectores como elementos geométricos de R2. M.5.2.8. Reconocer que dos vectores son ortogonales cuando su producto escalar es cero, y aplicar el teorema de Pitágoras para resolver y plantear aplicaciones geométricas con operaciones y elementos de R2, apoyándose en el uso de las TIC (software como GeoGebra,	**1. A partir de los siguientes vectores:** ● $\vec{A}$: Definida polar $(6, \text{N } 30° \text{ E})$ ● $\vec{B}$: Definido por los puntos $\text{P}(2,1)$ y $\text{Q}(5,4)$ **Realiza las siguientes actividades:** e) Determina las componentes x **y** y de cada vector.	2

calculadora gráfica, applets en internet).		
M.5.2.1. Graficar vectores en el plano (coordenadas) identificando sus características: dirección, sentido y longitud o norma.	f) Grafica los vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$ en el plano cartesiano. (utilizar una escala adecuada para representar cada vector según sus coordenadas o su magnitud y dirección)	2
M.5.2.3. Sumar, restar vectores y multiplicar un escalar por un vector de forma geométrica y de forma analítica, aplicando propiedades de los números reales y de los vectores en el plano.	g) Operaciones vectoriales: Dado los vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$ anteriormente definidos realiza las siguientes operaciones de forma analítica: $\vec{R} = 2\vec{A} + \overrightarrow{3B} - \vec{A} - \vec{B}$	3
M.5.2.7. Calcular el producto escalar entre dos vectores y la norma de un vector para determinar la distancia entre dos puntos A y B en R2 como la norma del vector.		

M.5.2.15. Aplicar el producto escalar entre dos vectores, la norma de un vector, la distancia entre dos puntos, el ángulo entre dos vectores y la proyección ortogonal de un vector sobre otro, para resolver problemas geométricos, reales o hipotéticos, en R2.	h) Representar gráficamente el resultado de la operación vectorial $\vec{R} = 2\vec{A} + 3\vec{B} - \vec{A} - \vec{B}$ anteriormente propuesta (utilizar una escala adecuada para representar cada vector según sus coordenadas o su magnitud y dirección)	3
	2. **Aplicación práctica:** Un ciclista recorre 4 km al este y luego gira 3 km hacia el norte. Representa el recorrido como un vector y calcula su módulo.	2
	EQUIVALENCIA (12/10)	12/10

DOCENTE: Mgt. Edisson León Firma: Fecha:	DIRECTOR(A) DE ÁREA: Mgt. Edisson León Firma: Fecha:	VICERRECTOR(A)/SUBDIRECTOR(A): Ing. Sandra Jara, Mst. Fecha:

Anexo D: Links del primer recurso didáctico VRV para el aprendizaje de vectores

https://edu.delightex.com/REQ-ZKS

https://edu.delightex.com/JWT-EHV

https://edu.delightex.com/CND-YEC

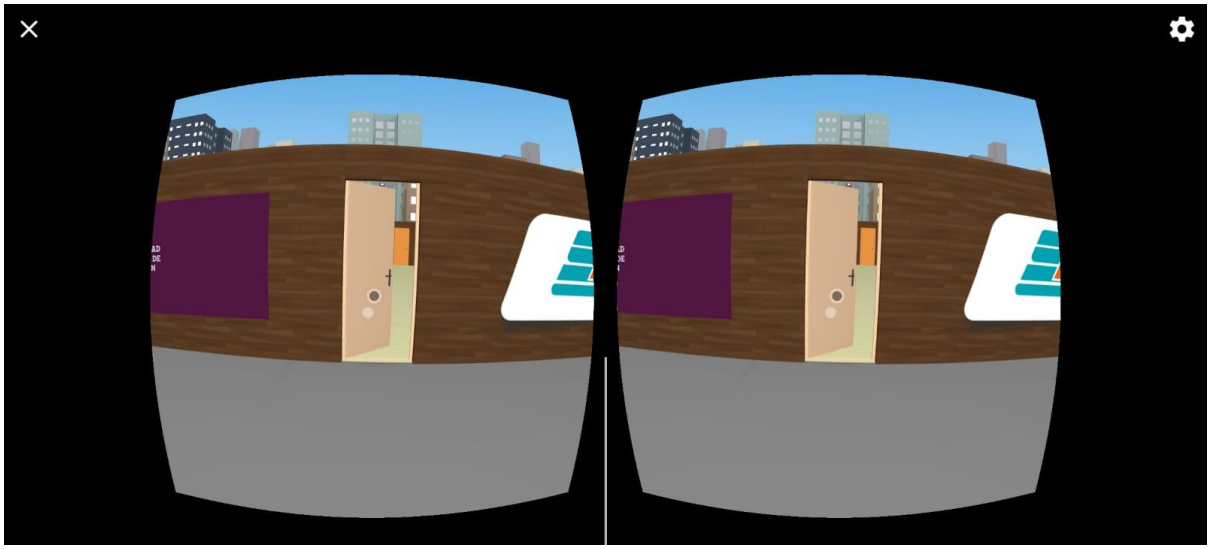
Anexo E: Links del segundo recurso didáctico VRV para el aprendizaje de vectores

https://edu.delightex.com/UMN-UFJ

https://edu.delightex.com/EXX-JEC

https://edu.delightex.com/UCX-PVJ

Anexo F: Diseño de la propuesta



Anexo G: Implementación de la propuesta



Anexo H: Implementación de la propuesta (docente)



Anexo I: Implementación del pretest



Anexo J: Implementación del postest

