



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Carrera de:

Educación en Ciencias Experimentales

La realidad aumentada como herramienta para mejorar el aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU de la U.E Luis Cordero

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

Autores:

Cinthya Katherine Otavalo Sisalima

CI: 0150218352

Carlos Fernando Yadaicela Tamay

CI: 0350082426

Tutor:

PhD. Marco Vinicio Vásquez Bernal

CI: 0102046984

Cotutor:

MSc. Luis Miguel Quishpe Quishpe

CI: 1500843048

Azogues-Ecuador

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo mejorar el aprendizaje de vectores en el plano mediante la implementación de la realidad aumentada en el segundo año de Educación General Básica (BGU) en la Unidad Educativa Luis Cordero. En este sentido, se basa en los aportes teóricos y metodológicos de Rivadulla y Rodríguez (2020), así como de Otzen y Manterola (2017), para establecer indicadores concretos para la operacionalización. Asimismo, se llevó a cabo bajo un paradigma socio-crítico, utilizando un enfoque mixto que integró métodos cualitativos y cuantitativos. Se implementó un diseño cuasi experimental que permitió evaluar el impacto de la realidad aumentada al comparar el grupo experimental con el grupo de control. Se aplicó un muestreo intencional en dos cursos específicos.

Existen diversas dificultades, entre las que destacan la dificultad para diferenciar entre magnitudes escalares y vectoriales, así como problemas en el cálculo de la magnitud, dirección y ángulo entre dos vectores, entre otros. Para abordar estas dificultades, se utilizó la realidad aumentada como herramienta de refuerzo, a través de la plataforma CoSpaces Edu, los estudiantes trabajaron tanto de manera individual como colaborativa. Los resultados demuestran un éxito en la implementación de la realidad aumentada. Durante el pretest, alcanzaron 5.92, con dispersión y mediana baja, mientras que en el post test alcanzaron 8.79, concentrados en el rango alto. En el índice del factor de Hake se evidencia una ganancia de aprendizaje significativa en el grupo experimental. Además, la encuesta de satisfacción respalda estos hallazgos, al mostrar que la mayoría de los estudiantes se mostraron satisfechos.

Palabras claves: Aprendizaje de vectores, Realidad aumentada, Motivación

Abstract

The objective of this research is to improve the learning of vectors in the plane by implementing augmented reality in the second year of Basic General Education (BGU) at the Luis Cordero Educational Unit. In this sense, it is based on the theoretical and methodological contributions of Rivadulla and Rodríguez (2020), as well as Otzen and Manterola (2017), to establish specific indicators for operationalization. Furthermore, it was carried out under a socio-critical paradigm, using a mixed approach that integrated qualitative and quantitative methods. A quasi-experimental design was implemented that allowed evaluating the impact of augmented reality by comparing the experimental group with the control group. Purposive sampling was applied in two specific courses.

There are various difficulties, among which the difficulty in differentiating between scalar and vector magnitudes stands out, as well as problems in calculating the magnitude, direction and angle between two vectors, among others. To address these difficulties, augmented reality was used as a reinforcement tool, through the CoSpaces Edu platform, students worked both individually and collaboratively. The results demonstrate success in the implementation of augmented reality. During the pretest, they reached 5.92, with dispersion and low median, while in the post-test they reached 8.79, concentrated in the high range. The Hake factor index shows a significant learning gain in the experimental group. Furthermore, the satisfaction survey supports these findings, showing that the majority of students were satisfied.

Keywords: Vector learning, Augmented Reality, Motivation

Índice

Contenido

Resumen.....	2
Abstract	3
Índice	4
Introducción	7
Línea de investigación	8
Planteamiento del problema.....	8
Interrogante de la investigación	10
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	11
Justificación.....	11
Capítulo I: Marco teórico	14
Antecedentes.....	14
Nacionales	14
Internacionales.....	16
Bases teóricas.....	22
Aprendizaje de las matemáticas	22
Realidad Aumentada.....	28
Relación entre la RA y el aprendizaje de las Matemáticas	29
Ventajas y habilidades que se desarrollan en el aprendizaje de las Matemáticas mediante el uso de la Realidad Aumentada	30
Realidad Aumentada CoSpaces Edu	32
Modelo ADDIE.....	32
Bases legales y curriculares.....	33
Reflexión marco teórico	35
Capítulo II: Marco metodológico.....	37
Paradigma y enfoque	37
Diseño de investigación	38
Población y muestra.....	38
Operacionalización del objeto de estudio	39
Técnicas e instrumentos de investigación	43
Observación participante	43
Entrevista	43

Encuesta	44
Índice del factor de Hake	45
Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico.....	46
Resultados y análisis de la observación de clase y diario de campo	46
Resultados y análisis de la entrevista realizada al docente de Matemáticas.....	48
Resultados del cuestionario pretest	50
Capítulo III: Propuesta de Intervención	57
Diseño de la Propuesta	57
Título	57
Problemática	57
Justificación	57
Fundamentos Pedagógicos.....	58
Fases del modelo ADDIE	60
Fase de análisis.....	60
Fase de diseño	61
Fase de desarrollo.....	65
Fase de implementación.....	70
Fase de evaluación.....	75
Conclusiones.....	88
Recomendaciones.....	90
Referencias:	92
Anexos	102
Anexo A: Diario de campo en el cual se anotan las observaciones.....	102
Anexo B: Encuesta de satisfacción.....	103
Anexo C: Pretest y Post test aplicado a los estudiantes de segundo de bachillerato.	104
Anexo D: Planificaciones Microcurriculares	110
Anexo E: Clase magistral sobre vectores en el plano.....	114
Anexo G: Aplicación del pretest.....	115
Anexo H: Códigos Qr para utilizar la RA	115
Anexo I: Utilización de la RA para el aprendizaje de vectores en el plano	116
Anexo J: Trabajo grupal con la RA	117
Índice de tablas	
Tabla 2: Operacionalización del objeto de estudio con sus variables dependiente e independiente.....	40
Tabla 1: Rangos de ganancia.....	45

Tabla 3: Análisis de la información recolectada mediante la ficha de observación de clase	46
Tabla 4: Análisis de la información recolectada mediante la entrevista	48
Tabla 5: Análisis estadístico del cuestionario pretest realizado al GC y GE	52
Tabla 6: Principales resultados obtenidos del diagnóstico.....	53
Tabla 7: Comparación de notas del pretest y post test del GC.....	78
Tabla 8: Comparación de notas del pretest y post test del GE	79
Tabla 9: Comparación de notas del pretest y post test del GC	81
Tabla 10: Valores del factor de Hake para el GE	82

Índice de figuras

Figura 1: Elementos de un vector	24
Figura 2: Vector perpendicular	27
Figura 3: Vectores paralelos.....	27
Figura 4: Modelo ADDIE	33
Figura 5: Análisis del pretest realizado al grupo experimental (GE).....	50
Figura 6 Análisis del pretest realizado al grupo control (GC).....	51
Figura 7: Análisis en porcentaje del GE y GC que alcanzaron y no alcanzaron los estándares en el pretest	51
Figura 8: Fases para implementación de la estrategia: realidad aumentada para el aprendizaje de vectores en el plano.....	61
Figura 9: Resumen de la estrategia: realidad aumentada para el aprendizaje de vectores.....	62
Figura 10: Menú de inicio de la plataforma CoSpaces Edu	66
Figura 11: Complemento Merge Cube.....	68
Figura 12: Lenguaje de programación CoBlocks.....	68
Figura 13: Interactividad con los elementos del espacio	69
Figura 14: Código QR para poder visualizar el espacio creado.....	70
Figura 15: Resultados post test	75
Figura 16: Análisis comparativo entre pretest y post test del GC	77
Figura 17: Análisis comparativo entre pretest y post test del GE.....	80
Figura 18: Análisis comparativo entre el GC y GE.....	82

Introducción

En la actualidad, la educación se enfrenta a un desafío sin precedentes debido a la disminución en la calidad del aprendizaje, provocada principalmente por la pandemia de COVID-19, que ha impactado a nivel global. Sin embargo, esta crisis ha puesto de manifiesto la necesidad de adoptar nuevas tecnologías y enfoques innovadores para mejorar el proceso educativo. Teniendo en cuenta que, no solo ha afectado directamente la interacción presencial en las aulas, sino que también ha revelado la importancia de la tecnología como una herramienta clave para superar estos desafíos.

En este contexto, la realidad aumentada (en adelante RA) ha surgido como una solución prometedora para enriquecer la educación. Al combinar elementos virtuales con el entorno físico, la RA ofrece una experiencia de aprendizaje inmersiva y estimulante. Esto, debido a que permite a los estudiantes visualizar y manipular objetos en 3D, explorar conceptos abstractos de manera más tangible y participar en experiencias interactivas que fomentan una comprensión profunda y significativa (Sommerauer y Müller, 2014).

Es así que, la RA se presenta como una herramienta eficaz en el ámbito educativo con el objetivo de fomentar el aprendizaje. Cedeño et al. (2022), destacan que, el aprendizaje busca que los jóvenes sean protagonistas en la construcción de su propio conocimiento, utilizando para ello las herramientas y estrategias propuestas por el docente. Igualmente, la RA como herramienta en el aprendizaje tiene el propósito de atender a las necesidades de aprendizaje que los estudiantes han ido desarrollando a lo largo del tiempo (Cabero y Palacios, 2021).

De tal manera, este proyecto se enfoca en uno de los principales obstáculos que afectan el aprendizaje de los estudiantes de 2do de Bachillerato General Unificado (BGU) de la U.E Luis Cordero, ubicada en la ciudad de Azogues, provincia del Cañar, en donde se realizó las prácticas preprofesionales (PP), y que mediante la observación y

participación en el salón de clases se logró detectar que los estudiantes presentan un déficit en el aprendizaje de vectores en el plano que representa un desafío para el proceso educativo de los mismos. A partir de este reconocimiento, se ha desarrollado el presente proyecto con el objetivo de buscar soluciones y estrategias que contribuyan a mejorar el aprendizaje y el desempeño académico de los estudiantes.

Línea de investigación

El presente trabajo se enmarca en la línea denominada “Tecnologías para la educación” (Universidad Nacional de Educación, 2023, p. 13). En este proyecto, el objetivo primordial es utilizar de manera efectiva las tecnologías digitales, asimismo de fortalecer tanto las herramientas en línea como las offline, con el propósito de potenciar las prácticas educativas.

La línea de investigación mencionada se centra en la aplicación de métodos, estrategias, así como el aprovechamiento de recursos y herramientas tanto en entornos online como offline. Estos elementos están diseñados para contextualizarse de manera específica, contribuyendo al ámbito educativo y fortaleciendo las competencias digitales.

Planteamiento del problema

A lo largo de la historia, la educación ha ido evolucionando debido a que es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de la sociedad. De esta manera, Acevedo y Romero (2019) mencionan que la educación cambia y se adapta a las necesidades de cada individuo, logrando así la labor de preparación y formación de personas de bien.

En Ecuador, la educación es una de las principales preocupaciones, ya que, existe una tasa de analfabetismo alta, deserción, deficiencia infraestructural, entre otros (Madrid, 2018). No obstante, los esfuerzos por mejorar la calidad educativa han sido numerosos, pero no los necesarios, puesto que no se han logrado alcanzar los estándares de calidad educativa establecidos. En este sentido, aunque se han

implementados recursos digitales con él objetivó de elevar el nivel, aún persisten dificultades en dicho ámbito (Ministerio de Educación, 2021).

En este contexto, la educación matemática es una herramienta importante para resolver problemas cotidianos y desarrollar las habilidades lógicas y analíticas de los estudiantes. De la misma forma, la importancia de las Matemáticas se manifiesta no solo en la resolución de ejercicios, sino también como herramienta básica para otras materias y para resolver problemas de la vida cotidiana. Por ello, la educación Matemática es una aplicación consciente del conocimiento matemático, que comienza con la reflexión, comprensión, construcción y evaluación de prácticas de aprendizaje que contribuyan a la adquisición, desarrollo de habilidades y actitudes en la sociedad (Herrera et al., 2012).

Jiménez y Campo (2019) comentan que los estudiantes de bachillerato enfrentan obstáculos al momento de graficar vectores y comprender sus componentes, debido a la falta de habilidades como: la visualización espacial o en su manera de interpretar los componentes del vector al momento de graficarlo. También en la comprensión del concepto de módulo, sentido y dirección de los vectores.

En cuanto a las prácticas preprofesionales (PP) realizadas en la Unidad Educativa Luis Cordero, se ha identificado un déficit de aprendizaje en la materia de Matemáticas en el tema de vectores en el plano en los estudiantes de segundo de bachillerato en los paralelos B, C, D, E y F. Esta situación ha sido evidente a través de la observación de las clases, donde se ha constatado un bajo interés por parte de los estudiantes.

Asimismo, se ha observado que los estudiantes enfrentan dificultades al momento de entender y diferenciar entre magnitudes vectoriales y escalares. Por ejemplo, al preguntarles sobre la masa, algunos estudiantes la consideran una magnitud vectorial, lo que demuestra la confusión en este aspecto. Asimismo, se ha notado que los estudiantes tienen dificultades para comprender los conceptos de

sentido, dirección y módulo de un vector. Durante las evaluaciones, muchos han solicitado aclaraciones al docente sobre estos términos, lo que sugiere una falta de comprensión de los elementos del vector.

Por otra parte, al consultar a algunos estudiantes sobre las dificultades que enfrentan al graficar vectores, se ha descubierto que tienen problemas para visualizar y representar correctamente los vectores "i" y "j" en un plano. Estas dificultades se reflejan en sus tareas y resolución de ejercicios, donde muestran dificultades para graficar adecuadamente en los ejes del plano cartesiano, tanto en las abscisas (x) como en las ordenadas (y).

También, se ha observado un número mayor de estudiantes que enfrentan dificultades al calcular tanto la dirección como el módulo de un vector. Esto se manifiesta claramente durante las sesiones en las que el docente involucra a los estudiantes en la pizarra, evidenciando una falta de comprensión al intentar resolver estos problemas. Asimismo, se enfrentan a diversos desafíos al abordar la resolución vectorial de un triángulo, particularmente al intentar encontrar los ángulos internos tanto de forma gráfica como analítica. Esta problemática se puso de manifiesto cuando se les asignó una tarea para completar en casa, y los estudiantes no lograron graficar ni encontrar correctamente los ángulos requeridos.

Interrogante de la investigación

¿Cómo contribuir a la mejora en el aprendizaje de vectores en el plano en los estudiantes de segundo año de bachillerato de la U.E Luis Cordero?

Objetivos

Objetivo general

Contribuir en el aprendizaje de vectores en el plano, mediante la realidad aumentada, en segundo de bachillerato de la U.E Luis Cordero.

Objetivos específicos

1. Fundamentar teóricamente el aprendizaje de Matemáticas, específicamente en vectores en el plano.
2. Diagnosticar las necesidades de aprendizaje de vectores en el plano en estudiantes de 2do de BGU.
3. Diseñar con la realidad aumentada un ambiente de aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU.
4. Aplicar la realidad aumentada en el aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU.
5. Evaluar el impacto de la realidad aumentada en el aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU.

Justificación

La presente investigación se justifica debido a las dificultades identificadas en estudiantes de segundo año de bachillerato de la U.E Luis Cordero en el aprendizaje de vectores en el plano. La observación en clases ha demostrado que los estudiantes presentan dificultades para comprender, visualizar y realizar operaciones de manera correcta aplicando los conceptos de vectores, lo cual se refleja en el bajo desempeño en las actividades y evaluaciones relacionadas con esta temática.

Por lo tanto, resulta crucial implementar una herramienta que sirva como complemento en el aprendizaje de vectores en el plano, con el fin de abordar estas dificultades y lograr un mejor desempeño en el aprendizaje. La RA es una herramienta tecnológica que tiene como objetivo crear entornos virtuales inmersivos para fomentar la interacción entre individuos y potenciar el desarrollo de sus habilidades (Melo, 2018).

Macías et al., (2020) mencionan la importancia que presenta el uso de entornos virtuales en el aprendizaje, debido a que, son una herramienta beneficiosa para él

aprendizaje, también de lograr dinamizar los contenidos educativos a través de la interacción entre la tecnología y los estudiantes. También, estos entornos virtuales fomentan un ambiente interactivo que facilita la adquisición de conocimientos de manera más efectiva y estimulante.

En esta situación, se emplea la RA como herramienta tecnológica para crear el entorno virtual. Debido a que la misma, tiene como objetivo promover la visualización y facilitar el aprendizaje de los componentes de un vector. De este modo, Rivas et al. (2021) mencionan que, al combinar elementos virtuales con el entorno físico, la RA proporciona una experiencia interactiva y envolvente, permitiendo a los estudiantes explorar y comprender de manera más efectiva los conceptos relacionados con los vectores y sus componentes.

La RA en la educación propone un cambio en el aprendizaje, al generar ambientes llamativos que los sumerjan por completo. Esta herramienta actúa como un puente de interacción entre la tecnología y el ámbito académico, ya que permite la creación de contenidos digitales mediante las múltiples aplicaciones gratuitas y libres disponibles en internet. Así, se logra generar un entorno de aprendizaje que despierta el interés y la motivación de los estudiantes, estimulando su participación activa.

De este modo, mediante el uso de la RA y su capacidad para visualizar los vectores, se promueve el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Esta herramienta les brinda la oportunidad de explorar conceptos complejos de manera interactiva, analizar situaciones y resolver problemas de manera más efectiva. Esta transformación implica un cambio en el enfoque pedagógico, evolucionando de métodos tradicionales a una enseñanza más interactiva y participativa (Pérez et al., 2021).

La pertinencia de incorporar la RA en la institución educativa es oportuna, dada la disponibilidad de la infraestructura adecuada. Con acceso a internet y una

significativa proporción de estudiantes equipados con dispositivos móviles, donde un 90% emplea celulares, se establece una sólida base tecnológica para la implementación exitosa de la RA. Del mismo modo, se dispone del tiempo necesario para llevar a cabo la implementación de la RA de manera efectiva. El compromiso y apoyo brindado por el tutor profesional proporcionan una guía invaluable para el desarrollo y ejecución del proyecto. Es importante destacar que la implementación de la RA en el ámbito educativo es de suma relevancia, no solo en términos de innovación tecnológica, sino también como una herramienta efectiva para mejorar la calidad y la experiencia del aprendizaje.

De acuerdo con el Ministerio de Educación (2016), es fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento y destrezas para alcanzar los estándares establecidos en el currículo educativo. Al fomentar el desarrollo del pensamiento, se busca que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para resolver problemas, tomar decisiones informadas y enfrentar los desafíos del mundo actual de manera exitosa. De esta manera, se asegura que los estudiantes alcancen los estándares educativos establecidos y estén preparados para su desarrollo académico y personal.

Capítulo I: Marco teórico

A continuación, se exponen los fundamentos epistemológicos, metodológicos y prácticos que contribuyen a esta investigación. También, los mismos permiten explorar investigaciones previas y respaldar de manera más detallada el estudio. Partiendo del problema planteado, que han motivado a varios autores a investigar acerca del tema.

Antecedentes

Nacionales

Arteaga y Pino (2018), en su investigación titulada: *La realidad aumentada en entornos educativos*, afirman que, dentro de la educación, la realidad aumentada es una herramienta de aprendizaje llamativa que brinda un ambiente colaborativo, interactivo y experimental, en este sentido ayuda a los estudiantes a entender de mejor manera ciertos temas, adicionalmente la misma ayuda a combinar el desarrollo tecnológico con el proceso educativo.

El análisis de este estudio es de tipo revista educativa, en el cual se utilizó un enfoque descriptivo utilizando métodos de análisis de la literatura, el objetivo del trabajo es recopilar investigaciones que fundamenten el uso de la RA, de los cuales destaca la exploración de la RA en el campo de la educación, demostrando que existe un fortalecimiento del nivel educativo en escuelas, colegios y universidades. Por otro lado, se menciona que RA está comenzando a entrar en el proceso educativo en todas las áreas, haciendo énfasis en las Matemáticas, Química y Ciencias Sociales, iniciando así diferentes escenarios educativos para aumentar la comprensión, lo que ayuda a mejorar la capacidad de interiorizar nuevos conocimientos, lo que creará estudiantes con altos estándares.

Centrado en las Matemáticas, mencionan que se llegó a implementar actividades con el uso de software en geometría, entre ellas la RA que pretende facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, logrando así una didáctica que atrae la atención

de los estudiantes. Llegando a concluir que, la RA dentro de esta área causa un impacto en el aprendizaje, permitiendo desarrollar las capacidades de los estudiantes, incluso, esto tuvo un efecto en diferentes instituciones educativas que potencializaron la implementación de más ambientes de aprendizaje, de esta forma la RA está tomando auge en diferentes campos y que su implementación en las asignaturas conlleva a un desarrollo de capacidades, conocimientos y formación.

Por ende, el estudio analizado brinda un aporte epistemológico a la investigación, ya que, da a conocer una indagación profunda de diferentes métodos y literatura sobre la RA y su influencia en la educación. Además, de cómo esta promueve una mejor comprensión de los conocimientos, logrando así un entorno de aprendizaje innovador.

Por otro lado, Naranjo et al. (2021) en su investigación titulada: *Sistema de realidad aumentada para la enseñanza de matemática en tiempos de COVID-19*, abordan la relevancia de la realidad aumentada en el ámbito educativo, especialmente en el contexto marcado por la pandemia. En su estudio, resaltan cómo la RA se ha convertido en una herramienta valiosa para la enseñanza de las matemáticas, permitiendo a los estudiantes interactuar de manera más efectiva con los conceptos abstractos y fomentando un aprendizaje más dinámico.

Considerando este contexto, se destaca asimismo la importancia de integrar la realidad aumentada con metodologías educativas, de tal forma como se integra en la investigación el Método Singapur, para mejorar la enseñanza de conceptos matemáticos, entre ellos la geometría. La evaluación de este sistema se llevó a cabo a través de un grupo experimental y control compuesto por estudiantes de una institución de educación media en Ambato, Ecuador. El desarrollo de la propuesta consistió en dos etapas que fueron el uso de la herramienta y la evaluación de la misma, para la primera utilizaron un software llamado Unity 3D y para la segunda una encuesta de satisfacción.

Los resultados obtenidos evidencian que este enfoque de educación, basado en la realidad aumentada se revela como un recurso valioso para los educadores, demostrando que la misma proporciona una alternativa viable que facilita una comprensión más profunda de los conceptos por parte de los estudiantes. No obstante, se subraya la necesidad de reconocer que el éxito de estas metodologías innovadoras requiere las herramientas y recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución del mismo, además, de un compromiso activo por parte de todos los actores involucrados.

De esta forma, esta investigación aporta tanto de manera epistemológica y metodológica a este trabajo, ya que, el estudio aborda la introducción exitosa de la realidad aumentada como una herramienta crucial en la enseñanza de las matemáticas demostrando que se obtuvo un promedio mayor por parte del grupo experimental y de igual modo, la importancia de combinar esta herramienta con enfoques pedagógicos específicos.

Internacionales

Marín y Begoña (2020), en su investigación titulada: *La realidad aumentada en educación primaria desde la visión de los estudiantes*, proponen a la RA como una herramienta complementaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que permite a los estudiantes interactuar con los contenidos educativos utilizando medios tecnológicos. A diferencia de los métodos pedagógicos tradicionales, la RA potencia el conocimiento y la capacidad de atención de los estudiantes. También, permite a los estudiantes participar de manera activa, interactuando y observando objetos digitales, lo cual, les brinda experiencias de aprendizaje enriquecedoras.

Este estudio está basado en un enfoque cuantitativo, el cual permite cumplir el objetivo general que es, evaluar la efectividad de entornos tecnológicos en base a la RA, también es de tipo campo, es decir, los investigadores trabajaron de forma directa con el grupo del cual se está recopilando la información, basándose en diferentes técnicas de recolección de datos como entrevistas y encuestas. Por otro lado, la muestra estuvo

conformada por 520 estudiantes de la Universidad de Córdoba. Por último, se aplicó la propuesta para poder evidenciar como la RA afecta en cuanto al aprendizaje, mediante el uso de herramientas que proponen desarrollar contenidos mediante la RA. Los primeros resultados arrojados dieron que dentro del ámbito educativo se considera la realidad virtual como una herramienta que enriquece los contenidos y el aprendizaje, haciéndolo mucho más participativo y atractivo para los estudiantes.

En conclusión, los resultados esperados de la investigación dan a conocer que se cumplieron con los objetivos planteados, puesto que, se logró evaluar a la RA como una herramienta que fortalece el aprendizaje de los estudiantes, logrando así que se le considere dentro del nivel educativo como un instrumento que facilita la comprensión de los contenidos curriculares. No obstante, también se menciona que la RA abarca una incorporación de recursos digitales como el modelado 3D, detección de imagen, entre otros, que son necesarios para poder emplearla.

Por ende, este estudio aporta, desde una perspectiva epistemológica, evidencia concreta sobre los beneficios de la realidad aumentada en el proceso de aprendizaje, enriqueciendo así esta investigación. Este respaldo se sustenta en una metodología que integra enfoques cuantitativos y cualitativos, además de incorporar la implementación práctica de la RA en un entorno educativo real

Gómez et al. (2018), en su investigación denominada: *Realidad Aumentada como herramienta didáctica en geometría 3D*, argumentan que el uso de la RA como herramienta de aprendizaje radica en mejorar las metodologías tradicionales empleadas en la educación que tienen como recurso principal el uso del papel, por ello la RA potencia el aprendizaje que genera un particular interés en los estudiantes. También, la misma propone una nueva visión de productividad y eficacia al momento de alcanzar los objetivos del aprendizaje.

El trabajo analizado tiene una investigación de tipo teórico-práctico. La cual se enfocó en diagnosticar las capacidades de la RA como una herramienta didáctica que

potencie todos los aspectos necesarios de los estudiantes para lograr un mejor aprendizaje. Por otro lado, gracias a la revisión de publicaciones avaladas se proponen diferentes vías de aplicaciones a desarrollar con la RA que cumplan con el potencial para mejorar el aprendizaje.

Basándose en lo anterior, dentro de la investigación, se estableció trabajar con plataformas de libre acceso y accesibles, de esta manera se pueda replicar los resultados que se recomiendan dentro de la misma. Debido a esto, los investigadores trabajaron con Unity-3D debido a que cumplía con estos parámetros y también es una herramienta capaz de generar óptimos ambientes de aprendizaje. Por otro lado, para su implementación se debe considerar qué tipo de temática se está yendo a trabajar dentro de la misma, teniendo en cuenta que no todo tema educativo es ideal abordarlo en aplicaciones de RA.

Conforme a ello, dentro del trabajo los resultados establecieron que las herramientas que se vayan a implementar para el uso de la RA deben ser capaces de potenciar el aprendizaje. Por otro lado, se debe considerar que no es necesario emplear equipos muy costosos para implementar la RA, ya que, el objetivo es lograr que los estudiantes sean capaces de reproducir esta herramienta tecnológica en sus hogares para alcanzar así un aprendizaje autónomo, sin embargo, una de las limitaciones que se encuentra es que se debe de tener un breve conocimiento de programación, para poder crear estos ambientes de aprendizaje.

De este modo, el estudio aporta de manera metodológica al dirigir la atención hacia la búsqueda de herramientas de realidad aumentada que sean tanto económicas como fáciles de utilizar para los estudiantes. Este enfoque se integra con el propósito de hacer que la tecnología sea accesible para todos, contribuyendo así a mejorar el aprendizaje.

Por último, López et al. (2020), en su artículo científico titulado: *Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación*

sanitaria escolar, busca comparar la pedagogía tradicional con la innovadora para analizar con cuál se obtienen mejores resultados en el aprendizaje. Este estudio se realizó en una población de 60 participantes, de los mismos se obtuvo una muestra de 60 estudiantes con un grupo control (n=30) y experimental (n=30).

De esta manera, el enfoque de la investigación es cuantitativo y se utilizó un diseño cuasiexperimental con la implementación de un pretest y post test, teniendo un grupo experimental y control, los cuales estaban constituidos por 30 estudiantes cada uno. La recolección de datos se realizó mediante cuestionario validado por método Delphi y de fiabilidad pertinente ($\alpha=.860$).

Los resultados obtenidos en el estudio muestran un avance significativo por parte del grupo experimental que utilizó una combinación de flipped learning y RA como metodología de enseñanza, en comparación con el grupo control, que siguió un enfoque de aprendizaje tradicional. Estos resultados indican que, la implementación de la metodología innovadora conlleva mejoras en la motivación, participación, interacción, flexibilidad y autonomía de los estudiantes, lo que a su vez lleva a un logro efectivo de los objetivos didácticos establecidos.

En consecuencia, se puede concluir que la metodología innovadora favorece la adquisición y la aplicación efectiva de los conocimientos. Además, se espera que esta metodología proporcione una base sólida para una proyección a largo plazo del aprendizaje, permitiendo a los estudiantes aplicar y desarrollar sus habilidades en situaciones reales.

En este contexto, la investigación contribuye de manera metodológica, debido a no limitarse únicamente a comparar metodologías si no ponerlas en práctica y evaluarlas. Por otro lado, se destaca por utilizar un diseño sólido y herramientas validadas, permitiendo así una demostración cuantitativa de la eficacia de la metodología innovadora. Este enfoque contribuye significativamente al avance en la comprensión y aplicación práctica de enfoques educativos modernos.

A partir de estos antecedentes, se puede comparar las principales semejanzas y acciones que se pueden establecer en todas las investigaciones analizadas. Arteaga y Pino (2018), de manera conjunta con Gómez et al. (2018) y Naranjo et al. (2021) coinciden que la RA es una herramienta óptima para utilizarla dentro del ámbito educativo, ya que, esta ayuda a los estudiantes a potenciar y desarrollar su conocimiento. Por otro lado, se presentan las limitaciones de su ejecución puesto que los investigadores están de acuerdo que se necesita un escenario óptimo para que esta herramienta tenga éxito. Por ende, en estas investigaciones se buscó de forma epistemológica como la RA influye y cuáles son los alcances y sus limitaciones.

Por otra parte, Gómez et al. (2018), en conjunto con López et al. (2020) y Naranjo et al. (2021), con las herramientas propuestas se evidenciaron que los métodos empleados ayudaron de forma muy buena en cuanto al aprendizaje de los estudiantes, ya que se logró mejorar aspectos como la motivación, ánimo, interés, entre otros aspectos. Por ello se puede decir que dentro de los resultados de estas investigaciones se logró demostrar que la RA es una herramienta muy útil para fortalecer el aprendizaje.

Adicional a lo expuesto, López et al. (2020) con Marín y Begoña (2020), intervienen de manera importante dentro del estudio, ya que aportan los resultados que se obtuvieron al realizar sus investigaciones desde dos enfoques distintos, en este caso de manera cualitativa y cuantitativa. De esta manera se resalta que estos estudios están desarrollados en actividades práctico-experimental buscando desarrollar los contenidos. Por ello, cabe destacar que, si las dos investigaciones abordan un enfoque mixto, se lograría analizar de forma más profunda el impacto que genera la aplicación de la RA dentro de la educación.

Para finalizar, es necesario destacar algunos aspectos dentro de las investigaciones analizadas, en dos de los estudios se implementó la estrategia y en los otros solo se llegó hasta la parte teórica. También que en cada uno de los estudios se

utilizó diferentes tipos de enfoques investigativos, por ende, se limitaban en cuanto a los resultados que se obtuvieron. De esta manera se puede decir que para un mejor análisis de la investigación debe completarlo con un enfoque mixto, por ello este trabajo buscará complementar dichas investigaciones previas.

Estos antecedentes proporcionan una plataforma robusta y variada para fundamentar y enriquecer esta investigación. Al explorar diversas investigaciones, se desprenden perspectivas esenciales que resaltan la relevancia de la realidad aumentada en el ámbito educativo. En consecuencia, estos estudios respaldan la idea de que la RA no sólo es útil, sino que también tiene un impacto positivo en el aprendizaje. También, destacan la importancia de adoptar un enfoque metodológico mixto para evaluar de manera exhaustiva los resultados. En conjunto, estas perspectivas se integran de manera coherente para fortalecer la base de esta investigación, proporcionando un marco sólido y fundamentado para explorar el potencial de la RA en la mejora del aprendizaje.

Bases teóricas

En la sección siguiente se encuentra la investigación teórica, la cual es fundamental para respaldar el estudio actual. Es necesario explorar algunos puntos clave como: tecnología, entorno virtual, realidad aumentada y aprendizaje de la Matemática.

Aprendizaje de las matemáticas

Ramírez y Castillo (2020), concibe al aprendizaje como un proceso en donde intervienen diferentes funciones cognitivas, que al recibir información esta se almacena en los sentidos mediante la memoria, para utilizarla en el momento que lo queramos. Es importante señalar que, el aprendizaje no se limita al almacenamiento y recuperación de información, sino que también implica la activación de diversas funciones cognitivas.

Por lo tanto, el aprendizaje de las Matemáticas se basa en la construcción y transformación del conocimiento (Zabala y Ramos, 2022). En consecuencia, es esencial que los estudiantes se centren en la construcción y modificación del conocimiento, lo cual implica su participación activa en la resolución de problemas y la exploración de modelos con el objetivo de desarrollar una comprensión de los conceptos matemáticos.

La comprensión conceptual en Matemáticas implica alcanzar un entendimiento profundo de los conceptos fundamentales que subyacen a los diferentes temas matemáticos. Este enfoque va más allá de la simple memorización de fórmulas o procedimientos, centrándose en comprender por qué detrás de cada paso (Godino, 2000).

Flores y Juárez (2017) mencionan que el aprendizaje de las Matemáticas, visto de forma científica, presentan desafíos, ya que, el mismo está orientado en formar estudiantes que sean capaces de reproducir temas específicos, por ende, se vuelve complejo y poco dinámico este proceso de formación. Para ello, se debe buscar la

manera en la que los estudiantes desarrollen las competencias Matemáticas de manera estimulante.

Alvis et al. (2019) afirman que el aprendizaje de las Matemáticas debe de ser visto de una manera en la que los estudiantes la consideren como algo habitual de su vida diaria, haciendo relaciones que generen conocimiento mediante su entorno. Por ello, es muy necesario tomar acciones en que se ponga a los estudiantes en diferentes situaciones Matemáticas a partir de su diario vivir, lo cual permite que se desarrollen las capacidades Matemáticas, logrando desencadenar un mejor aprendizaje.

Barrios y Delgado (2021), mencionan que, los docentes tienen la oportunidad de modificar las prácticas pedagógicas al implementar la tecnología, lo cual transforma un entorno tradicional y modifica la forma en que se aprenden las Matemáticas lo que a su vez conlleva una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes y en su aprendizaje. La integración de herramientas tecnológicas en el aula permite un aprendizaje más interactivo, accesible y personalizado, facilitando a los estudiantes la exploración activa de los contenidos y promoviendo un mayor compromiso con el proceso de aprendizaje.

Finalmente, Marte (2018) destaca la creciente importancia de la tecnología en la educación actual, ya que ha sido incorporada gradualmente a lo largo del tiempo, convirtiéndose ahora en una herramienta habitual tanto para el aprendizaje como de apoyo a los docentes. Esta evolución refleja el papel crucial que la tecnología desempeña en la mejora del aprendizaje, facilitando el acceso a recursos educativos diversos, promoviendo la colaboración entre estudiantes y docentes, y adaptando los métodos de enseñanza a las necesidades y estilos de aprendizaje individuales.

Elementos del álgebra vectorial

En el currículo de los niveles de educación, se establece una clasificación para la distribución de los contenidos de Matemáticas. En este contexto, en el texto del

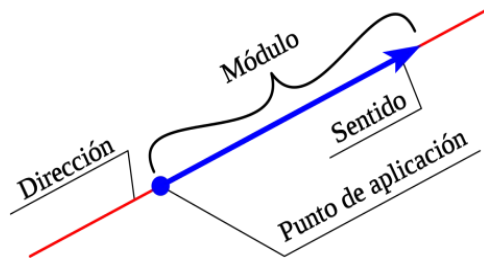
estudiante de Matemáticas de 2do de Bachillerato General Unificado (BGU), se abordan todos los contenidos relacionados con vectores en la unidad temática 2. En particular, se hace hincapié en conceptos clave, como las propiedades de un producto escalar, vectores perpendiculares y vectores paralelos, la norma de un vector y el ángulo entre dos vectores.

Las magnitudes en el ámbito matemático y físico se clasifican en dos categorías fundamentales: escalares y vectoriales. Los escalares se caracterizan por ser definidos exclusivamente por su valor numérico y la unidad de medida asociada. Mosquera (2004) identifica ejemplos claros de estas magnitudes, tales como masa, longitud, temperatura y tiempo, cuya representación se basa en segmentos o escalas sin implicar una dirección específica en el espacio.

En contraste, las magnitudes vectoriales no solo se definen por su valor numérico y su unidad de medida, sino también por la necesidad de especificar tanto su dirección como su sentido en el espacio. Ejemplos clásicos, como velocidad, fuerza y aceleración, requieren representarse mediante segmentos orientados que no solo indiquen la cantidad, sino también la dirección en la que actúan (Mosquera, 2004).

De esta manera, el concepto de vector se define como un segmento orientado en el espacio. Ariza (2021) destaca que un vector posee tres características esenciales: módulo, dirección y sentido, atributos que definen su naturaleza única. Es decir, un vector no solo tiene magnitud, sino que también está determinado por la dirección en la que se extiende y el sentido en el espacio.

Figura 1:
Elementos de un vector



Nota. Elementos de un vector. Fuente: *Vector* (2022).

En la Figura 1 se aprecia la representación gráfica de un vector, donde su dirección corresponde a la inclinación que forma con respecto a un eje horizontal imaginario. El módulo, por su parte, se refiere a la longitud o magnitud del vector, mientras que el sentido indica la orientación específica que este vector adopta en el espacio (Mosquera, 2004).

Operaciones entre vectores

La norma de un vector representa la magnitud o longitud del mismo, en un espacio euclidiano. Según Mora (2011), menciona que, en el contexto de un espacio euclidiano, los vectores se pueden visualizar como flechas dirigidas que conectan dos puntos en ese espacio, cuya denotación es $\|A^{\vec{}}\|$.

Ponce (2019) señala que el cálculo de la norma de un vector se fundamenta en el teorema de Pitágoras. Este teorema establece que la norma de un vector es la raíz cuadrada positiva de la suma de los cuadrados de sus componentes. Para un vector en el plano y en el espacio tridimensional, se emplean las siguientes fórmulas:

$$\text{En el plano: } \|A^{\vec{}}\| = \sqrt{Ax^2 + Ay^2}$$

$$\text{En el espacio: } \|A^{\vec{}}\| = \sqrt{Ax^2 + Ay^2 + Az^2}$$

El producto escalar, también conocido como producto punto, es una operación algebraica que involucra dos vectores y produce un resultado escalar. Se denota como

$\vec{A} \cdot \vec{B}$ (González, 2004). Esta operación fundamental toma dos vectores, como $\vec{A} = (a_1, a_2)$ y $\vec{B} = (b_1, b_2)$, y genera un único valor numérico mediante la fórmula:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = a_1b_1 + a_2b_2$$

El ángulo entre dos vectores en un espacio euclidiano se define como el arco coseno del cociente entre el producto escalar de los vectores y el producto de sus respectivas normas (Soto y Romero, 2021). Esta medida angular, representada como θ , se calcula mediante la fórmula:

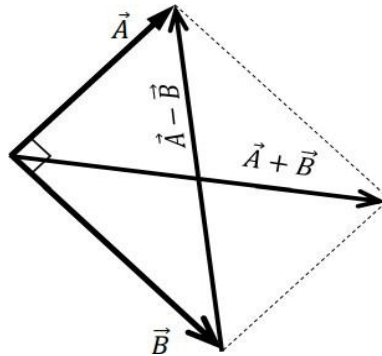
$$\cos \theta = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{\|\vec{A}\| \cdot \|\vec{B}\|}$$

Donde \vec{A} y \vec{B} son los vectores dados. El ángulo obtenido está en el rango de 0 a π radianes (o de 0 a 180 grados) y proporciona información sobre la orientación relativa de los vectores. Un ángulo de 0 indica que los vectores están en la misma dirección, mientras que un ángulo de π radianes (o 180 grados) indica que los vectores son opuestos entre sí.

Se considera que dos vectores, denominados \vec{A} y \vec{B} , son ortogonales entre sí cuando su producto escalar es igual a cero. Esta condición se expresa matemáticamente como $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$. En el contexto de espacios bidimensionales (R^2) o tridimensionales (R^3), la ortogonalidad de dos vectores implica que estos son perpendiculares, es decir, forman un ángulo de 90 grados entre ellos (Espinoza, 2019).

Cuando se representa esta relación gráficamente, como se muestra en la Figura 2, se pueden deducir otras características interesantes de los vectores ortogonales. En tales representaciones, la perpendicularidad de los vectores se hace evidente visualmente, destacando su relación angular de 90 grados. Esta relación geométrica es fundamental en el estudio de vectores y tiene numerosas aplicaciones en diferentes campos de la Matemática y la Física.

Figura 2:
Vector perpendicular

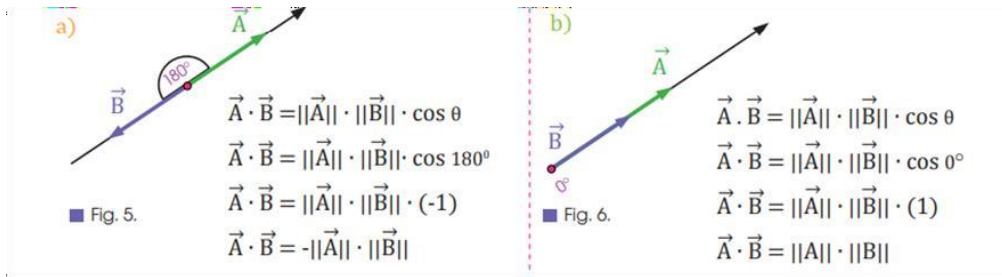


Nota. Vector perpendicular. Fuente: Espinoza (2019).

Por otro lado, tenemos los vectores paralelos que según el Ministerio de Educación del Ecuador (2016) se considera que dos vectores son paralelos si, al colocarlos sobre una misma línea de acción, forman un ángulo de 0° o 180° entre ellos. Esta característica geométrica es considerable para entender su relación en un contexto espacial. El ángulo de 0° implica que los vectores están dirigidos en la misma dirección, mientras que un ángulo de 180° indica que están dirigidos en direcciones opuestas, pero aun así mantienen una relación lineal y paralela entre sí.

Otro aspecto importante de los vectores paralelos es que sus componentes cartesianas son proporcionales entre sí. Esto significa que la relación entre las componentes correspondientes de cada vector es constante. En un espacio bidimensional, si $\vec{A} = (A_x, A_y)$ y $\vec{B} = (B_x, B_y)$, entonces $A_x B_x = A_y B_y$, siempre que B_x y B_y no sean cero. Esta proporción constante es lo que mantiene la dirección alineada de los vectores paralelos.

Figura 3:
Vectores paralelos



Nota. Ángulos de los vectores paralelos. Fuente: libro de Matemáticas de segundo de bachillerato (2016).

Realidad Aumentada

La RA, según Ramírez (2017), representa una tecnología que redefine la manera en que percibimos el mundo real al integrar elementos digitales generados por computadoras, smartphones, tabletas o visores especiales. La superposición de imágenes digitales sobre la realidad en tiempo real crea una experiencia inmersiva y enriquecedora para los estudiantes, lo que facilita su proceso de aprendizaje.

Conforme a esta evolución, la RA plantea una visión renovada de productividad y eficacia para lograr los objetivos de aprendizaje, tal como lo argumentan Gómez et al. (2018). En consecuencia, está redefiniendo la forma en que se abordan los objetivos educativos al proporcionar experiencias inmersivas, colaborativas y personalizadas. La interacción directa con la RA permite aumentar la productividad y eficiencia de los estudiantes, preparándolos para enfrentar de manera más efectiva los desafíos del mundo actual. En este sentido, la tecnología permite a los estudiantes tener una experiencia más auténtica en tiempo real, ya que pueden interactuar de manera directa con los objetos de estudio, según lo destacado por (Caicedo, 2021).

Otra perspectiva importante proviene de López et al. (2021), quienes señalan que la RA desempeña un papel fundamental en la motivación estudiantil al estimular su curiosidad mediante la interacción directa con la tecnología. Al participar activamente, se logra un mayor interés y compromiso, lo que a su vez favorece la

retención efectiva del contenido. Dicho de otro modo, la RA tiene el potencial de generar un mayor interés y compromiso por parte de los estudiantes al permitirles experimentar de manera activa y participativa con el contenido, contribuyendo a una mejor asimilación.

En esta misma línea, Dorta y Barrientos (2021) enfatizan que la RA se adapta al ritmo individual de aprendizaje, brindando una experiencia educativa personalizada y flexible. Al sobreponer elementos virtuales en el entorno real, como lo resaltan los autores, la RA también desempeña un papel esencial en la mejora de la comprensión espacial. Esta característica de la RA, al fusionar elementos virtuales con el mundo real, facilita la asimilación de conceptos espaciales por parte de los estudiantes.

Relación entre la RA y el aprendizaje de las Matemáticas

Según Ovalle y Vásquez (2020), la realidad aumentada (RA) juega un papel fundamental en el aprendizaje de las Matemáticas, especialmente cuando se trata de graficar figuras en 3D. Esta tecnología proporciona a los estudiantes una experiencia agradable al facilitarles la manipulación e interpretación de objetos especiales, ya que les permite rotar las imágenes y visualizarlas desde diferentes perspectivas.

De igual manera, Martínez et al. (2021), afirma que la RA ofrece beneficios significativos a los estudiantes, puesto que les ayuda a comprender los problemas de manera más efectiva y les permite visualizarlos de manera más clara. Como resultado, los estudiantes logran resolver los ejercicios de manera más precisa, influyendo así de manera positiva en su capacidad de razonamiento.

La importancia de la RA para el aprendizaje de las Matemáticas según Martínez (2021), comprende en que se obtienen mejores resultados en cuanto al aprendizaje, también se logra que los estudiantes se interesen en la clase y pongan atención cuando se imparten los temas deseados, de la misma manera el uso de esta herramienta lleva a

que los mismos tengan una buena comprensión y relacionen el contenido con la vida cotidiana.

De la misma manera, Leal (2020), menciona que el uso de recursos digitales como la RA son imprescindibles para la educación Matemática, ya que, supone una oportunidad para crear y establecer prácticas educativas a base de las demandas, características y necesidades de los estudiantes en la actual era digital. Por otro lado, esta tecnología ayuda a mejorar el aprendizaje, logrando así un mejor rendimiento académico, puesto que los alumnos al usar esta herramienta logran un aprendizaje autónomo y divertido.

Asimismo, Ávila y Crespo (2021) acotan que el uso de la RA en el salón de clases es muy útil, pues las experiencias que se crean enriquecen y estimulan los sentidos a los estudiantes al momento de recibir los conocimientos, debido a que puede adaptarse y ser flexible con los diversos temas educativos.

Finalmente, Lizárraga y Parimango (2020), afirman que la RA se la puede aplicar a la comprensión de las Matemáticas en personas con discapacidad, ya que este método ayuda a fomentar la comprensión mediante imágenes llamativas, las mismas que sobresalen generando concentración en los mismos. Por lo tanto, se puede decir que la RA es una herramienta capaz de adaptarse a diferentes contextos y necesidades que presentan los estudiantes, con el fin de proporcionarles una mejor comprensión de los contenidos.

Es por esta razón que se promueve el uso de la RA en el área de las Matemáticas, específicamente en el estudio de la gráfica de vectores. La finalidad es que los estudiantes no se limiten a memorizar conceptos de manera pasiva, sino que desarrollen habilidades cognitivas más sólidas, ya que, a través de esta herramienta, los estudiantes pueden visualizar y comprender mejor los conceptos abstractos de los vectores al interactuar con ellos de forma activa (Moreno et al., 2016)

Ventajas y habilidades que se desarrollan en el aprendizaje de las Matemáticas mediante el uso de la Realidad Aumentada

El uso de la RA en el aprendizaje contiene diversas ventajas, de esta manera Gómez et al. (2020) menciona que una de las principales ventajas es la capacidad de interacción, ya que se puede acceder de una forma más cercana a los objetos que no se pueden de manera tangible. De este modo, la RA supone una ayuda en cuanto al aprendizaje, pues al tener acceso a objetos que no se pueden alcanzar se logra un ambiente óptimo de aprendizaje.

Por otra parte, el uso de esta herramienta incorpora beneficios, ya que activa la motivación de los alumnos, también el poder de interpretar elementos desde diferentes puntos de vista para de este modo mejorar la acción formativa, además busca poner el aprendizaje en contextos de su diario vivir para así lograr ejemplos que se vean reflejados en su vida (Rivadulla y Rodríguez, 2020).

En lo que se refiere a ello Chicaiza et al. (2022) acotan que mediante la aplicación de la RA se genera participación activa, motivación y un especial interés en todo el grupo por aprender, desarrollando así una mejor retención del conocimiento, ya que, se fomenta y estimula los sentidos de los estudiantes, fomentando una mejor retención del conocimiento. Al despertar la curiosidad y la creatividad, la RA permite explorar conceptos abstractos de forma más concreta y visualmente atractiva.

El uso de la RA en la educación Matemática brinda valiosas oportunidades para desarrollar habilidades Matemáticas, al estimular el pensamiento crítico y fomentar el pensamiento autodirigido. Los estudiantes pueden mejorar su comprensión numérica, mejorar sus habilidades para resolver problemas y promover la autonomía en el proceso de aprendizaje de las Matemáticas (Forero et al., 2023).

A su vez, Herrera et al. (2022), mencionan que la RA se centra en aumentar capacidades que ayuden a la resolución de problemas matemáticos, para lograr desarrollar procesos, actitudes y habilidades en los estudiantes. De esta forma, la RA ayuda a fomentar un pensamiento lógico, que sustituya el procedimiento memorístico en la resolución de problemas. Del mismo modo, Torres et al. (2022), afirman que,

mediante el uso de diversas plataformas, software, y más tecnológica-educativa se puede desarrollar habilidades cognitivas que favorezcan el aprendizaje matemático, por ello la RA es una herramienta que apoya a la comprensión de problemas matemáticos en situaciones de la vida cotidiana.

Realidad Aumentada CoSpaces Edu

La plataforma CoSpaces Edu, diseñada específicamente para el sector educativo, emerge como una herramienta revolucionaria en el campo del aprendizaje digital. Su propósito principal es facilitar a docentes y estudiantes la creación de entornos y experiencias personalizadas en realidad aumentada (RA) y realidad virtual (VR). Esta capacidad de generar espacios tridimensionales interactivos convierte a CoSpaces Edu en un medio excepcionalmente atractivo y dinámico para la exploración y comprensión de una amplia gama de temas académicos (Barahona, 2019).

Una de las fortalezas clave es su flexibilidad y accesibilidad. Asimismo, la misma se ha desarrollado pensando en usuarios de todas las edades y niveles de habilidad técnica, lo que lo hace idóneo para su integración en diversos contextos educativos, desde la enseñanza primaria hasta niveles más avanzados.

CoSpaces Edu se destaca como una herramienta educativa innovadora que abre nuevas dimensiones en el aprendizaje digital. Su enfoque en la RA y la VR, combinado con la facilidad de uso y la capacidad de fomentar habilidades de programación y colaboración, la convierte en una plataforma integral y vanguardista para el enriquecimiento del proceso educativo en la era digital.

Modelo ADDIE

El Diseño Instruccional es un método que actúa como una guía para aquellos que buscan enseñar a otros, como los docentes. Este proceso es empleado comúnmente por los educadores para planificar y producir materiales educativos. El objetivo es desarrollar recursos claros y adaptados específicamente a las necesidades de los

estudiantes (Templos, 2020). Además, este enfoque garantiza que los materiales creados sean herramientas efectivas y eficientes para facilitar el aprendizaje y lograr los resultados deseados en el proceso educativo.

De acuerdo a lo anterior se recomienda el modelo ADDIE, que se compone de las fases de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación, que aborda la instrucción desde una perspectiva sistemática. Su mayor contribución radica en tratar la educación como un conjunto de procesos interconectados (Morales et al., 2014). En otras palabras, este modelo destaca por estructurar el proceso educativo en una serie de etapas lógicas y coherentes. Cada paso en este modelo está diseñado para influir y mejorar el siguiente, asegurando así un desarrollo ordenado y efectivo de cualquier programa de enseñanza o capacitación.

Figura 4:
Modelo ADDIE



Nota. Esquema del modelo ADDIE. Fuente: Lin (2020).

Bases legales y curriculares

La presente investigación se basa en las siguientes disposiciones legales, las cuales proporcionan el marco normativo para el desarrollo educativo en Ecuador. La Constitución de la República del Ecuador (2008), en particular los artículos 26 y 27, establece el derecho a la educación como un medio para fomentar el desarrollo de las competencias y habilidades de los estudiantes. Según estos artículos, es responsabilidad del estudiante construir una base sólida a través de su proceso educativo.

También, la Ley Orgánica de Educación Intercultural (2017) en su Artículo 1, literal u, enfatiza la importancia de la investigación constante en la educación para experimentar la innovación educativa y garantizar que los estudiantes adquieran conocimientos actualizados y pertinentes. Por otro lado, el Artículo 45 de esta ley se refiere al desarrollo de habilidades y destrezas, resaltando la orientación hacia el uso de equipos tecnológicos como herramientas educativas.

De igual manera, la Constitución de la República del Ecuador (2008), en su artículo 347, establece las responsabilidades del Estado, entre las cuales se destaca la incorporación de tecnologías en el proceso educativo. Esta disposición constitucional permite garantizar un entorno educativo propicio que fomente el crecimiento académico de los estudiantes. Al promover y facilitar el uso adecuado de la tecnología en el ámbito educativo, se abre la puerta a nuevas oportunidades de aprendizaje, enriqueciendo las experiencias educativas de los estudiantes.

En el marco de las directrices establecidas por el Ministerio de Educación del Ecuador (2016), se destaca en el artículo 6 la importancia de las adaptaciones curriculares. En este contexto, se reconoce que los docentes tienen la facultad de adaptar el uso de la tecnología en el proceso educativo, tomando en consideración los recursos disponibles en la escuela y los objetivos curriculares. El propósito de estas adaptaciones es asegurar que los estudiantes aprendan de la mejor manera posible, aprovechando al máximo los recursos tecnológicos disponibles y alineándose con los

objetivos establecidos en el currículo. De esta manera, se busca promover un entorno educativo dinámico y enriquecedor, donde el uso de la tecnología se convierta en una herramienta eficaz para facilitar el aprendizaje y el desarrollo de los estudiantes.

También, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2021), en su libro denominado la formación docente en las tecnologías de la información y la comunicación, destaca que el mundo está en constante evolución tecnológica, por ello es crucial que los docentes se mantengan actualizados y familiarizados con las nuevas herramientas tecnológicas para poder brindar a los estudiantes un entorno de aprendizaje enriquecido.

Reflexión marco teórico

La integración de vectores en el plano como contenido educativo se ha fortalecido gracias a la Realidad Aumentada (RA). En este contexto, la aplicación de la metodología ADDIE ha resultado fundamental. Este enfoque proporciona una estructura ordenada para identificar necesidades, diseñar estrategias, implementarlas y evaluar su efectividad en el aprendizaje.

En paralelo, la plataforma CoSpaces Edu ha emergido como una herramienta revolucionaria para el ámbito educativo, ofreciendo entornos en RA y RV diseñados para personalizar experiencias de aprendizaje (Barahona, 2019). CoSpaces Edu destaca por su capacidad para brindar experiencias tridimensionales interactivas, convirtiéndose en un recurso excepcionalmente atractivo y dinámico para explorar y comprender diversos temas académicos.

En sintonía con estos avances, las bases curriculares en Ecuador, especialmente la Constitución y la Ley Orgánica de Educación Intercultural, resaltan la importancia de la innovación educativa y el uso de la tecnología como herramienta pedagógica para

fortalecer el proceso de enseñanza. Por su parte, las directrices del Ministerio de Educación de Ecuador reconocen la importancia de adaptar la tecnología en el aula, siempre alineada con los objetivos curriculares, buscando no solo optimizar el aprendizaje, sino también ofrecer un entorno educativo dinámico y enriquecedor.

Capítulo II: Marco metodológico

Paradigma y enfoque

Un paradigma de investigación se define como un conjunto de creencias, supuestos y enfoques teóricos que guían el proceso de investigación en una disciplina o campo específico (de Franco y Solórzano, 2020). Estos paradigmas ejercen influencia sobre la relación entre el investigador y el objeto de estudio, que tienen un impacto en la forma en que se abordan las preguntas de investigación y se interpreta la información recolectada. En el presente estudio, se ha adoptado el paradigma socio-crítico con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes y además que el mismo busca lograr un cambio real (Loza et al., 2020).

Teniendo en cuenta que, el paradigma socio-crítico involucra activamente a la muestra de estudiantes en la investigación, permitiendo que el problema emane de situaciones concretas que ellos mismos han experimentado y compartido. Este enfoque, por ende, facilita un análisis en profundidad de la situación en cuestión, lo que a su vez nos capacita para comprender el déficit en el aprendizaje de vectores, y también, que el mismo busca lograr un cambio real en un ambiente educativo y de esta forma tener una postura crítica con la realidad educativa.

Del mismo modo, se ha adoptado por un enfoque metodológico mixto con el objetivo de investigar cómo se desarrolla el proceso de aprendizaje mediante el uso de la RA en el grupo de muestra. En este sentido, se han considerado las contribuciones de Hernández y Mendoza. (2018), quienes resaltan que la metodología mixta no busca reemplazar la investigación cuantitativa o cualitativa, sino más bien combinar ambas para enriquecer la investigación, tomando en cuenta el punto fuerte de ambas metodologías en una sola.

Diseño de investigación

Adicionalmente, el diseño de esta investigación se clasifica como cuasiexperimental, ya que los investigadores no tuvieron control total sobre la selección de la muestra. Se consideró apropiado utilizar este diseño en el presente estudio, ya que permite trabajar con un grupo experimental y un grupo de control, lo que facilita realizar comparaciones y evaluar el impacto de la propuesta planteada mediante la medición antes y después de su implementación, utilizando instrumentos como un pretest y post test, siendo la principal ventaja del mismo, no obstante, una de sus limitaciones es el sesgo de la información, pero a pesar de esto es un diseño factible y cauteloso (Hernández et al., 2014).

Población y muestra

En el marco de la presente investigación, la población objeto de estudio está conformada por 158 estudiantes matriculados en el 2do año de Bachillerato General Unificado (BGU), pertenecientes a los paralelos B, C, D, E y F, de la modalidad de estudio matutina de la Unidad Educativa Luis Cordero, ubicada en la ciudad de Azogues, provincia del Cañar. Este análisis se llevó a cabo durante el periodo académico 2022-2023.

Se eligió utilizar un muestreo intencional en la selección de la muestra, dado que este enfoque es adecuado cuando el investigador tiene un interés específico en un grupo particular dentro de la población (Otzen y Manterola, 2017). En este sentido, se seleccionaron dos muestras, una correspondiente al curso con el promedio más alto y otra al curso con el promedio más bajo.

Esta elección permite realizar una comparación al aplicar la RA exclusivamente al grupo con el promedio más bajo. El objetivo es evaluar si la implementación del RA contribuye a mejorar el promedio de los estudiantes en este grupo específico. Es fundamental destacar que la selección de las muestras se llevó a cabo mediante criterios

claros y la justificación se basa en cómo estos grupos específicos contribuirán a abordar nuestras preguntas de investigación y objetivos.

De esta manera, la muestra seleccionada para este estudio se compone de 63 estudiantes que cursan el 2do año de Bachillerato General Unificado (BGU) y se encuentran en el rango de edades de 16 a 17 años. Esta muestra se subdividió en dos grupos: uno formado por 30 estudiantes del paralelo E del 2do BGU, denominado en adelante como Grupo Experimental (GE), y el otro por 33 estudiantes del paralelo D del mismo nivel, que será referido como Grupo Control (GC). Estos estudiantes pertenecen al periodo académico 2023-2024.

Es importante destacar que los estudiantes de la población y de los dos grupos de muestra son originarios de la provincia del Cañar y comparten el mismo rango de edades, lo que garantiza cierta homogeneidad en el perfil de los participantes. Además, este estudio se enmarca en el currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales y Matemáticas. Es relevante señalar que el docente encargado de la asignatura de Matemáticas durante el periodo académico 2022-2023 en la Unidad Educativa Luis Cordero se mantiene constante en ambas poblaciones, lo que contribuye a mantener la consistencia en la enseñanza y evaluación de los contenidos relacionados con el estudio.

Operacionalización del objeto de estudio

A continuación, se presenta la descripción detallada del objeto de estudio, que según Arias y Covinos (2021) consiste en un proceso el cual se utilizan métodos y técnicas los cuales permiten descomponer y definir los aspectos y elementos que se pretenden cuantificar, comprender y registrar con el propósito de medir las variables de la investigación. Para lograr esto, se requiere de dos variables: una variable dependiente y otra independiente, las cuales permiten recopilar y obtener datos para el análisis.

Tabla 1:

Operacionalización del objeto de estudio con sus variables dependiente e independiente

Operacionalización del objeto de estudio					
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	
Aprendizaje de Vectores en el plano	Flores et al. (2007) menciona que la comprensión conceptual resulta crucial para dominar la representación gráfica y las operaciones en el contexto de la aplicación efectiva de vectores	Comprensión conceptual	Diferencia entre una magnitud vectorial y una magnitud escalar	Guía de observación de la clase Entrevista (Docente) Pretest Post test	
			Identifica los elementos de un vector (módulo, sentido y dirección)		
			Diferencia entre un vector paralelo y un vector perpendicular		
		Representación gráfica	Grafica vectores en el plano (coordenadas) identificando sus características: dirección, sentido y módulo		Guía de observación Entrevista (Docente) Pretest Post test
			Representa vectores perpendiculares y paralelos		

		Operaciones vectoriales	Calcula el ángulo entre dos vectores Calcula la dirección de un vector Resuelve vectorialmente un triángulo	Guía de observación Pretest Post test
Variable Independiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
La realidad aumentada	La RA se define como una tecnología que combina información física y digital en tiempo real. Su objetivo principal es crear una realidad completamente nueva mediante esta fusión de	Planificación de las actividades	Relaciona los nuevos conocimientos con los conocimientos previos Plantea ejemplos del tema que se revisa con la vida cotidiana Identifica los diferentes componentes de un vector en el plano.	Observación Participante (Guía de observación de la clase)
		Ejecución	La herramienta utilizada es del agrado del estudiante Observaciones y sugerencias de la herramienta implementada	

	elementos (Rueda y Cerero 2022)		Dominio de la herramienta empleada	
		Evaluación	Adquiere habilidades vinculadas al manejo y reconocimiento de los componentes como la dirección, módulo, cuadrantes	Observación Participante (Guía de observación de la clase) Informe del rendimiento académico de los estudiantes (Docente)
			Gráfica los vectores sin dificultad alguna	
			Clasifica a los vectores según sus cuadrantes y distingue en qué sentido están	
			Domina el cálculo de operaciones de los vectores en el plano	

Técnicas e instrumentos de investigación.

Durante la investigación es fundamental tener en cuenta las técnicas e instrumentos, ya que son aquellos elementos esenciales con los que se recopila la información y, al mismo tiempo, encamina el trabajo, logrando así obtener datos que ayuden a un diagnóstico del problema y permitan responder la pregunta de investigación (Hernández y Duana, 2020)

Observación participante

Piza et al. (2019), mencionan que una de las principales técnicas para la recolección de información es la observación participante, con la cual el investigador entra en contacto directo con el grupo de estudio. Esta aproximación permite no solo recoger datos de primera mano, sino también comprender las dinámicas internas del grupo desde una perspectiva única y enriquecedora, facilitando así un análisis más profundo y auténtico de los comportamientos y prácticas observadas.

De esta forma, la guía de observación es un instrumento que ayuda a conocer y determinar los elementos que alberga el aula de clase, logrando así evidenciar lo que está promoviendo o dificultando el proceso de enseñanza-aprendizaje (Alcaraz, 2022). En este sentido, se ha desarrollado un diario de campo como instrumento con la finalidad de registrar de manera exhaustiva las actividades diarias que ocurren dentro del aula para así poder analizarlo y comprender qué problemáticas están dándose en la misma (ver [anexo A](#)).

Entrevista

La entrevista es una técnica crucial en investigaciones cualitativas, orientada principalmente a la obtención de información para los estudios en cuestión. Funciona a través de un diálogo, que puede ser más o menos estructurado, entre el investigador y el participante, con el objetivo claro de abordar y esclarecer aspectos relevantes de la investigación (Lopezosa, 2020). Esta flexibilidad en su estructura la convierte en una

técnica versátil y esencial, permitiendo así una exploración profunda y adaptada de los temas clave de la investigación

Por ello, otra técnica de investigación utilizada en este trabajo es la entrevista, la cual se lleva a cabo mediante una guía de preguntas que incluye solo preguntas abiertas, la misma que está dirigida al docente encargado de la asignatura de Matemáticas del 2do BGU. En esta, se busca, indagar de manera general la opinión del docente sobre las dificultades y desafíos presentase en aprendizaje de vectores en el plano.

Encuesta

La encuesta, realizada a través de un cuestionario, se enfoca específicamente en individuos para recabar datos sobre sus puntos de vista, conductas o percepciones (ver [anexo B](#)). Este método puede generar información tanto cuantitativa como cualitativa, basándose en un conjunto de preguntas previamente definidas, que siguen una secuencia lógica y un esquema de respuestas graduadas. Generalmente, este proceso resulta en la obtención de información en forma numérica (Argüelles et al., 2021).

El cuestionario, frecuentemente empleado en la investigación científica, sirve como una herramienta eficaz para la recopilación de datos. Este instrumento se estructura como una serie de preguntas cuidadosamente organizadas y numeradas, usualmente dispuestas en formato de tabla, acompañadas de un rango de opciones de respuesta entre las cuales el encuestado selecciona sus respuestas (Vega et al., 2023).

Se hará uso del cuestionario para recopilar información que facilite la comprensión de las percepciones de los estudiantes sobre la propuesta de intervención, así como para evaluar su dominio del tema de vectores en el plano. A tal efecto, se aplicarán los siguientes cuestionarios:

Pretest y Post test

Se emplea un cuestionario pretest y post test (ver [anexo C](#)) para medir el nivel de conocimientos de los estudiantes en el tema de vectores en el plano. Estos cuestionarios permiten determinar la efectividad de la propuesta de intervención y evaluar su impacto en el aprendizaje del tema en cuestión. La finalidad de estos instrumentos es comparar los conocimientos previos y posteriores a la implementación de la estrategia en el GE, en contraste con el GC.

Asimismo, se aplica una encuesta de satisfacción mediante un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, con la finalidad de saber que se genera en el GE cuando se implementa la RA para el aprendizaje de vectores en el plano. De esta manera entender cómo se sintieron ellos al momento de interactuar con esta nueva herramienta de aprendizaje.

Índice del factor de Hake

El factor de Hake según Ruiz et al. (2018) menciona que es una medida utilizada en el ámbito educativo para evaluar la ganancia de aprendizaje de los estudiantes. Su cálculo implica la comparación entre los resultados obtenidos en una evaluación inicial y otra final, proporcionando una fórmula que cuantifica la ganancia en el aprendizaje (Hake, 1998).

$$g = \frac{\text{postest}(\%) - \text{pretest}(\%)}{100 - \text{pretest}(\%)}$$

Se mide por los siguientes rangos:

Tabla 2:
Rangos de ganancia

Baja	$(g \leq 0,3)$
Media	$(0,3 < g \leq 0,7)$
Alta	$(g > 0,7)$

Nota. Rango de ganancia en el aprendizaje. Fuente: Salazar et al (2018).

Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico.

Tras la recolección de los datos utilizando los métodos e instrumentos mencionados previamente, se procede a realizar un análisis detallado de las contribuciones proporcionadas por los participantes que conforman la muestra de estudio.

Resultados y análisis de la observación de clase y diario de campo

Durante el desarrollo de las prácticas preprofesionales, se tuvo la oportunidad de acompañar al docente responsable de la asignatura de Matemáticas en diversas clases. La tabla 3 describe los datos recopilados durante esta experiencia.

Análisis de la Ficha de Observación de Clase

Tabla 3:

Análisis de la información recolectada mediante la ficha de observación de clase

Variable dependiente: Aprendizaje de vectores en el plano	
<i>Dimensión</i>	<i>Observaciones</i>
Comprensión conceptual	<ul style="list-style-type: none"> ● Se evidencia que los estudiantes tienen conocimientos previos sobre el tema, no obstante, no saben diferenciar una magnitud vectorial y una magnitud escalar. ● Los estudiantes no saben cuáles son las partes de un vector. ● Los estudiantes no saben diferenciar entre un vector paralelo y perpendicular.
Representación gráfica	<ul style="list-style-type: none"> ● Existe una confusión entre la gráfica de un vector perpendicular y paralelo. ● Los estudiantes tienen dificultades para representar correctamente los componentes 'i' y 'j' en el plano cartesiano. ● Al momento de graficar vectores en el plano los estudiantes no saben cuáles son los cuadrantes positivos y negativos, por ende lo representan de manera errónea.

<p>Operaciones con vectores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los estudiantes no presenta las actividades a tiempo, justificándose de que estas son muy complejas y en muchos casos no entienden cómo deben realizarlas. • Los estudiantes no participan activamente en las actividades en el aula; en su lugar, simplemente esperan a copiar de aquellos que ya han realizado los ejercicios. • Los estudiantes encuentran dificultades para determinar la dirección de un vector, y experimentan un grado de dificultad aún mayor al resolver vectorialmente un triángulo.
--	--

Interpretación de los Diarios de Campo

En primer lugar, se nota una confusión entre los estudiantes en cuanto a la distinción entre magnitudes vectoriales y escalares. Esta confusión se hace evidente cuando tratan ejemplos como el tiempo, al considerarlo como una magnitud vectorial, sin comprender los elementos que caracterizan a una magnitud vectorial, como número, unidad y dirección.

Incluso, algunos estudiantes mencionan erróneamente que la aceleración es una magnitud escalar, lo que refleja una falta de comprensión sobre las propiedades de las magnitudes vectoriales. Asimismo, se observan dificultades en el reconocimiento de los elementos fundamentales de un vector, especialmente en la dirección y el sentido.

Igualmente, se ha constatado un nivel de dificultad durante la ejecución de operaciones vectoriales en los ejercicios propuestos, ya sea por la limitación para resolverlos o la falta de recuerdo de las fórmulas pertinentes. Es relevante destacar que la graficación de vectores presenta cierta complejidad, especialmente en la diferenciación entre los componentes "i" y "j".

Este análisis ofrece una visión clara de los desafíos que requieren abordaje, así como de las áreas específicas que demandan mayor atención durante el proceso de aprendizaje de vectores en el plano. Del mismo modo, se ha constatado que estas dificultades también se reflejan en la calificación de lecciones o preguntas realizadas en clase, evidenciando la necesidad de estrategias pedagógicas adicionales para fortalecer la comprensión y aplicación de conceptos vectoriales.

Resultados y análisis de la entrevista realizada al docente de Matemáticas

En el proceso de recolección de datos, se utilizó otra técnica importante conocida como entrevista. En esta entrevista, se realizaron preguntas abiertas al profesor de Matemáticas con el objetivo de investigar diversos aspectos relacionados con el rendimiento académico de los estudiantes dentro de la clase. Se destacaron las principales dificultades que ha observado con relación al programa de estudio de Matemáticas aplicado en la muestra de estudiantes con la que trabaja.

Análisis de la entrevista realizada al docente de Matemáticas

Tabla 4:

Análisis de la información recolectada mediante la entrevista

Variable dependiente: Aprendizaje de vectores en el plano		
Dimensión	Ítems	Resultados
Comprensión conceptual	¿Los estudiantes comprenden qué es un vector?	El docente menciona que, a los estudiantes, se le dificulta comprender que es un vector debido a que nota una falta de interés y compromiso por parte de los estudiantes.
	¿Los estudiantes saben las partes que definen a un vector?	No, debido a que existe confusión entre dirección y sentido.
	¿Los estudiantes saben diferenciar entre un vector paralelo y perpendicular?	Muy pocos entienden de manera gráfica, pero al momento de resolver analíticamente existe mayor dificultad.
Representación gráfica	¿Cree usted que los estudiantes identifican los componentes de un vector en el plano?	Los estudiantes ponen excusa que no saben graficar un punto en el plano, ya que eso lo vieron en modalidad virtual, por ende, no saben diferenciar las componentes de un plano.
Operaciones con vectores	¿Los estudiantes saben cómo calcular la dirección y módulo de un vector?	Depende, ya que algunos estudiantes sí lo logran con facilidad, no obstante, existe otro grupo que no comprenden y no sabe cómo se calcula.
	¿Cree usted que los estudiantes tienen problemas al resolver vectorialmente un triángulo?	La mayoría de los estudiantes enfrenta dificultades al graficar vectores, lo que resulta en confusión al momento de calcular los ángulos internos. De esta manera, los estudiantes se confunden al aplicar la fórmula del coseno.

Interpretación de la entrevista

Según el docente entrevistado, los estudiantes encuentran dificultades para comprender el concepto de vector, lo que puede atribuirse a una falta de conocimiento inicial sobre el tema. Esta dificultad inicial afecta la forma en que los estudiantes abordan los conceptos relacionados con los vectores durante sus estudios de Matemáticas. Incluso, los estudiantes tienen problemas para identificar las partes que definen a un vector. La confusión entre dirección y sentido indica una falta de comprensión básica de los componentes de un vector, lo que podría dificultar el entendimiento de temas más avanzados relacionados con vectores y su aplicación en la resolución de problemas matemáticos.

En cuanto a la diferenciación entre vectores paralelos y perpendiculares, el docente señala que algunos estudiantes pueden distinguirlos de manera gráfica. Sin embargo, al solicitarles demostrar esta diferencia de forma analítica, muestran confusión al aplicar las fórmulas respectivas. Tienen tendencia a aplicar la fórmula del vector perpendicular al vector paralelo y viceversa.

En relación con la identificación de componentes de un vector en el plano, el docente señala que los estudiantes suelen poner excusas relacionadas con la graficación de puntos en el plano. Esta limitación podría afectar su habilidad para visualizar y manipular vectores de manera geométrica, lo que a su vez podría tener un impacto negativo en su comprensión del tema.

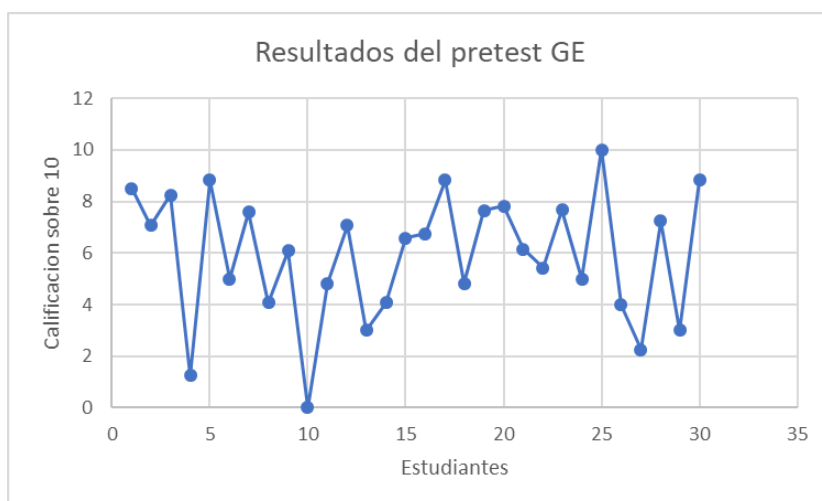
Además, al abordar la resolución de operaciones vectoriales, se observa que la mayoría de los estudiantes enfrenta dificultades notables, que parecen derivar en gran medida de una falta de interés. Este desinterés se refleja directamente en el rendimiento académico, evidenciándose claramente cuando los estudiantes optan por copiar los ejercicios en lugar de abordar activamente su resolución con el objetivo de comprender los conceptos.

Resultados del cuestionario pretest

En el siguiente apartado se dan a conocer los resultados obtenidos del cuestionario pretest aplicado al GE y GC, en el mismo se realizaron 6 preguntas, con las cuales se ha evaluado los conocimientos de los alumnos con respecto al tema de vectores en el plano, que se encuentra situado en el libro de Matemáticas de segundo de bachillerato en la unidad temática 2. Cabe destacar que cada pregunta tiene diferentes valores de puntos debido a que se evalúa los conceptos básicos hasta operaciones con vectores, siendo la última un poco más compleja de desarrollar, de esta forma la sumatoria total de las preguntas del cuestionario tiene un valor de 10 puntos.

De esta manera, se muestra en las siguientes figuras los resultados obtenidos en el pretest del GE y GC.

Figura 5:
Análisis del pretest realizado al grupo experimental (GE)



Nota. La figura detalla los resultados obtenidos por cada miembro del GE en el pretest, sobre la máxima nota del cuestionario que es 10 puntos.

Tras analizar las respuestas del cuestionario y basándonos en la escala de calificaciones del MINEDUC (2016), se observa que la mayoría de los alumnos GE están próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos. En el tema de vectores en el plano. Esto se evidencia en el promedio global de 5,92 sobre 10 puntos. Este resultado indica claramente las dificultades que los estudiantes enfrentan en esta materia. Los

errores más frecuentes se encontraron en la resolución de operaciones vectoriales y la comprensión conceptual, principalmente en las partes de un vector, en el ángulo entre dos vectores y resolver un triángulo vectorialmente. Asimismo, se identificaron las falencias al momento de encontrar la dirección y magnitud de un vector. De esta manera, el mayor puntaje obtenido en este cuestionario fue un 10 sobre 10, alcanzado únicamente por un estudiante, mientras que los puntajes más bajos registrados fueron de 1,25 y 2,25 sobre 10.

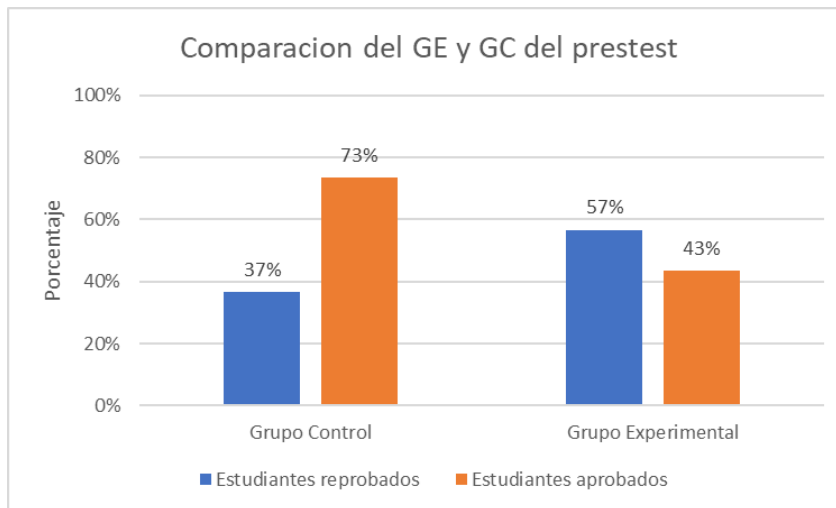
Figura 6
Análisis del pretest realizado al grupo control (GC)



Nota. La figura detalla los resultados obtenidos por cada miembro del GC en el pretest, sobre la máxima nota del cuestionario que es 10 puntos.

En cuanto a lo mencionado anteriormente al grupo anterior, las notas del pretest en el GC dan a evidenciar que, existe una mejora de los estudiantes en cuanto al GE en el tema de vectores en el plano, logrando un promedio general de 7,24 sobre 10 puntos, esto indica que este grupo alcanza los aprendizajes requeridos, esto se puede evidenciar en la gráfica de los resultados obtenidos en los dos grupos, ya que existen picos más altos en el GC en comparación al GE. Además de eso, el puntaje mayormente alcanzado en el GC fue de 10 sobre 10 puntos, los mismos que se alcanzaron por 4 estudiantes, por otro lado, el puntaje inferior fue de 2,91 sobre 10.

Figura 7:
Análisis en porcentaje del GE y GC que alcanzaron y no alcanzaron los estándares en el pretest



Analizando la figura 7 presentada previamente se expone en porcentaje los estudiantes que alcanzaron y no alcanzaron los estándares del pretest tanto del GC y GE. Demostrando que, el 43% de los alumnos que integran el GE alcanzaron con éxito los estándares del pretest debido a que obtuvieron una calificación mayor a 7 sobre 10, por otro lado, el 57% de los alumnos restantes no alcanzaron los estándares del cuestionario, ya que, sus calificaciones fueron inferiores a 7. Los resultados arrojados permiten hacer una comparación entre los dos grupos, demostrando así, una diferencia con respecto a los estudiantes que alcanzaron y no alcanzaron los estándares en el cuestionario pretest. Esto indica que los estudiantes del GC tuvieron un rendimiento considerablemente mejor en el pretest en comparación con los del GE, de igual manera, realizando la desviación estándar de los resultados del pretest de ambos grupos se observa que existe dispersión de los datos con respecto al promedio como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 5:
Análisis estadístico del cuestionario pretest realizado al GC y GE

Resultados del pretest		
Medida	Grupo Experimental	Grupo Control
Mediana	6,37	7,71
Promedio (media aritmética)	5,92	7,02
Desviación estándar	2,45	2,56

Nota: Análisis estadísticos del cuestionario pretest realizado al GC y GE, donde se evidencia que existe una ligera diferencia entre los grupos muestrales.

Las medidas de tendencia central, como la mediana y el promedio, revelan diferencias notables en el rendimiento entre el GC y el GE. Específicamente, el GC exhibe puntuaciones más altas, con una mediana de 7,71 y un promedio de 7,02, superando el límite de aprobación establecido en 7 sobre 10. En contraste, el GE muestra una mediana de 6,37 y un promedio de 5,92, ambos por debajo del límite. Estos datos indican un rendimiento general superior en el GC en comparación con el GE.

En cuanto a la variabilidad de las puntuaciones, reflejada por la desviación estándar, el GC y el GE presentan valores similares, con 2.56 y 2.45 respectivamente. Esta cercanía sugiere que la dispersión de las puntuaciones en cada grupo es comparable, lo que hace referencia a que, en ambos grupos, las puntuaciones se alejan de sus promedios en una magnitud similar. Sin embargo, esta variabilidad similar se da en distintos niveles de rendimiento. A pesar de una dispersión parecida, el GC muestra un nivel de rendimiento global más alto.

Principales resultados mediante la triangulación de datos del diagnóstico

A continuación, en la tabla 6 se analizan los principales resultados de forma cuantitativa y cualitativa para lograr un enfoque mixto que ayude a entender los resultados obtenidos del diagnóstico.

Tabla 6:
Principales resultados obtenidos del diagnóstico

Triangulación de los resultados obtenidos en el diagnóstico			
Dimensiones	Guía de observación de clase	Entrevista	Cuestionario

Comprensión conceptual	Los estudiantes enfrentan dificultades en comprender y aplicar conceptos de magnitudes vectoriales y escalares. No identifican las partes que componen un vector.	El docente considera que los estudiantes enfrentan dificultades en comprender vectores debido a una combinación de falta de interés y compromiso.	Déficit en la comprensión conceptual, principalmente en las partes de un vector por los estudiantes. Denotado en un promedio inferior a 7.
Representación gráfica	La falta de visualizar vectores en el plano y en entender conceptos geométricos básicos, como las componentes de vectores y el sistema de coordenadas.	Una habilidad debilitada por la modalidad virtual, que puede deberse a limitaciones en la interacción o retroalimentación en tiempo real.	El 43% de estudiantes no logran alcanzar los estándares del cuestionario, lo que podría indicar que se les dificulta graficar de forma correcta los vectores.
	Se observa un desconocimiento de los cuadrantes positivos y negativos en el sistema de coordenadas, lo cual lleva a errores en la representación gráfica de vectores.	Los estudiantes enfrentan dificultades para identificar y graficar componentes de vectores en el plano.	Al momento de graficar vectores en el plano se encontró una dificultad en los estudiantes que no alcanzaron los estándares, ya que no saben identificar los cuadrantes y qué operaciones se realizan en cada uno de ellos.
Operaciones vectoriales	Los estudiantes enfrentan dificultades en el aprendizaje de operaciones con vectores, percibiéndolas como complejas y mostrando una tendencia a evitar el trabajo autónomo.	El docente menciona que la mayoría de los estudiantes enfrenta desafíos al realizar operaciones vectoriales, especialmente en aspectos analíticos y matemáticos.	Los estudiantes tienen falencias cuando hacen operaciones para encontrar la magnitud y la dirección.

	<p>La falta de atención en clases contribuye a una comprensión insuficiente de estos conceptos. Incluso, el manejo de la calculadora, por su parte, no es el correcto.</p>	<p>Mientras que un grupo de estudiantes pueden calcular con facilidad la dirección y el módulo de un vector, aspectos fundamentales en el trabajo con vectores, otro grupo encuentra estas tareas confusas y desafiantes</p>	<p>Uno de los errores que se evidenció fue al momento de encontrar la dirección de un vector y al realizar cálculos tanto gráficos como analíticos en la resolución vectorial de un triángulo.</p>
--	--	--	--

Análisis de los resultados del diagnóstico

Como punto de partida, es evidente que los estudiantes enfrentan una comprensión insuficiente de los conceptos fundamentales de las magnitudes vectoriales, lo que impacta negativamente tanto en su capacidad para resolver problemas relacionados con vectores como en sus calificaciones, las cuales suelen ser deficientes en esta área. Esta falta de comprensión puede atribuirse a diversos factores, como la falta de interés y compromiso de los estudiantes con el tema. Es posible que este desinterés sea resultado de métodos de enseñanza que no logran captar su atención ni relacionar el contenido con aplicaciones prácticas y relevantes para ellos. Para abordar esta barrera, sería necesario adoptar enfoques pedagógicos más dinámicos y contextualizados, que conecten los conceptos teóricos con situaciones del mundo real que sean significativas para los estudiantes.

Por otro lado, en cuanto a la representación gráfica de vectores, los estudiantes enfrentan desafíos significativos. Les resulta difícil visualizar cómo se ven los vectores en el plano y tienen dificultades para comprender conceptos esenciales como las partes de un vector o la organización de puntos en el sistema de coordenadas. Estas dificultades pueden agravarse aún más por el aprendizaje en línea, que limita la interacción directa y la retroalimentación inmediata. Para superar esta barrera, es

crucial proporcionar a los estudiantes recursos visuales claros y actividades prácticas que les ayuden a comprender y aplicar los conceptos de manera efectiva.

Además, muchos estudiantes evitan resolver problemas de vectores por sí mismos debido a las dificultades que enfrentan, especialmente en operaciones vectoriales como el cálculo de magnitud y dirección. Esto sugiere una comprensión incompleta de los conceptos fundamentales y una falta de confianza en sus habilidades. Para abordar esta situación, es esencial fomentar un ambiente de aprendizaje inclusivo y de apoyo, donde los estudiantes se sientan seguros para explorar y cometer errores mientras desarrollan sus habilidades en el manejo de vectores. Además, sería beneficioso proporcionar tutorías personalizadas y oportunidades de prácticas adicionales para reforzar la comprensión y la confianza de los estudiantes en sus habilidades vectoriales.

De esta forma, para mejorar el aprendizaje de vectores, es crucial abordar las barreras que enfrentan los estudiantes, como la falta de interés, las dificultades en la representación gráfica y la falta de confianza en sus habilidades. Esto requiere adoptar enfoques pedagógicos innovadores, proporcionar recursos educativos efectivos y crear un ambiente de aprendizaje inclusivo y de apoyo que promueva el desarrollo integral de las habilidades vectoriales de los estudiantes.

Capítulo III: Propuesta de Intervención

Diseño de la Propuesta

Título

Realidad aumentada para el aprendizaje de vectores en el plano

Problemática

Después de analizar los datos recopilados en el capítulo anterior y llevar a cabo un diagnóstico, se ha identificado un déficit en el aprendizaje de vectores en el plano por parte de los estudiantes de segundo de bachillerato del paralelo E de la U.E Luis Cordero. Este déficit se evidencia en la dificultad que enfrentan los estudiantes para visualizar, representar y comprender los vectores unitarios "i" y "j" en el plano cartesiano, así como para entender los elementos fundamentales de dirección, módulo y operaciones vectoriales.

Este escenario sugiere la necesidad de una intervención educativa integral que promueva la motivación, el logro de habilidades visuales-espaciales y la comprensión conceptual de los vectores en el contexto matemático, a fin de mejorar significativamente el desempeño y la participación de los estudiantes en el aprendizaje de esta materia.

Justificación

La implementación de la RA como herramienta pedagógica se presenta como una solución estratégica para fortalecer la comprensión de vectores en el plano, un aspecto crucial dentro del currículo de segundo año paralelo E de Bachillerato General Unificado (BGU). Esta propuesta se sustenta en la necesidad de innovar y enriquecer la enseñanza de los conceptos y destrezas planteadas en el libro de texto del Ministerio de Educación del Ecuador (2016) a través de la RA.

El modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) se presenta como el marco idóneo para este proyecto, ya que ofrece una estructura

sistemática que se adapta perfectamente a la integración de la RA en el aprendizaje. Esta metodología permite un enfoque paso a paso, desde el análisis de necesidades hasta la evaluación continua, garantizando así un diseño instruccional efectivo y adaptable a las demandas de los estudiantes.

La elección de la RA como herramienta principal se fundamenta en su capacidad probada para fomentar la interactividad, motivación y participación activa de los estudiantes. Esta tecnología proporciona una experiencia inmersiva que facilita la comprensión de conceptos abstractos como los vectores, tal como se respalda en estudios como el de Márquez (2022). Con la RA, los estudiantes no se ven restringidos a un entorno digital en una pantalla. Tienen la posibilidad de explorar y manipular los vectores en cualquier lugar físico, lo cual les proporciona una amplia gama de experiencias para experimentar y aplicar sus conocimientos en diversos contextos espaciales (Prendes, 2015).

Objetivo

Contribuir al logro de destrezas sobre vectores en el plano mediante el uso de realidad aumentada, generando una experiencia educativa de los estudiantes de 2do de BGU en la U.E Luis Cordero.

Fundamentos Pedagógicos

La integración de la realidad aumentada en la enseñanza de vectores en el plano representa un enfoque educativo innovador. Esta propuesta busca mejorar la eficacia del aprendizaje al combinar la tecnología con fundamentos pedagógicos. Esta unión pretende crear un entorno dinámico que permita una interacción más inmersiva y efectiva con los conceptos, facilitando así el aprendizaje.

Constructivismo

En la actualidad, las comunidades experimentan cambios tecnológicos y científicos que, a su vez, provocan una transformación en el pensamiento tanto a nivel

social como individual. De esta forma, dentro de la educación el constructivismo forma parte de un enfoque educativo más interactivo y autónomo. Por ello, Bolaño (2020), menciona que los estudiantes son encargados de forjar su propio conocimiento, logrando así un ritmo de aprendizaje que se adapte a sus necesidades. Además de esto, este enfoque tiene como aliado a la tecnología, que posibilita prácticas activas y nuevas oportunidades de aprender de mejor manera.

Por ello, en este contexto la realidad aumentada, surge como una herramienta que propone potenciar el constructivismo en el ámbito educativo. Al combinar elementos físicos y virtuales interactivos se amplían las experiencias de aprendizaje de los estudiantes, permitiendo que se enriquezcan de conocimiento.

Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo, según Vargas., et al (2020), se centra en la construcción colectiva del conocimiento, promoviendo habilidades críticas, responsabilidad y autonomía en el proceso de aprendizaje. Este enfoque, aplicado de manera independiente, brinda un entorno propicio para que los estudiantes colaboren entre sí, fomentando el pensamiento crítico y potenciando sus habilidades.

Al integrarse con la realidad aumentada en el estudio de vectores, esta estrategia colaborativa se potencia. La interactividad que proporciona la RA permite a los estudiantes abordar retos y resolver problemas de manera colaborativa, promoviendo así un pensamiento crítico más profundo en el contexto específico de las destrezas requeridas en el estudio de vectores.

Motivación intrínseca

La motivación intrínseca, de acuerdo con Aguilar et al. (2016), se centra en despertar el interés genuino de los estudiantes hacia las actividades, incentivando su disfrute y generando un mayor interés por la materia en estudio. Este enfoque busca cultivar una motivación arraigada en la curiosidad y el gusto por aprender, lo que

puede conducir a una participación más activa y a una comprensión más profunda de los contenidos.

De esta manera, cuando se integra la realidad aumentada en la enseñanza de vectores, esta motivación intrínseca se ve potenciada. La interactividad y el dinamismo que ofrece la realidad aumentada capta la atención de los estudiantes, fomentando su interés. Al experimentar una participación más activa y una mayor conexión con los conceptos vectoriales a través de esta tecnología, los estudiantes pueden desarrollar un vínculo más sólido con la materia, lo que favorece una motivación genuina y duradera hacia el aprendizaje de vectores.

Fases del modelo ADDIE

Fase de análisis

Durante la fase de análisis llevado a cabo, se ha detectado una discrepancia entre las habilidades previstas en las destrezas del currículum priorizado, específicamente en el tema de vectores en el plano, y el nivel de comprensión demostrado por los estudiantes de segundo año de Bachillerato paralelo E. Esta discrepancia ha sido evidenciada tanto a través de la observación directa en el aula como en los diarios de campo recopilados.

La corroboración de estas dificultades se fundamenta no solo en la entrevista realizada al profesor, quien ratificó las limitaciones existentes, sino también en los resultados de pretest, los cuales resaltan notables dificultades en la ejecución de operaciones vectoriales por parte de los estudiantes.

Los desafíos identificados se centran principalmente en dos áreas cruciales: la falta de interés, motivación de los estudiantes, y la adopción de un enfoque educativo convencional. Del mismo modo, se ha identificado una dificultad notable en la

representación gráfica de vectores, lo que refleja una brecha en la transferencia de conocimientos teóricos a habilidades prácticas.

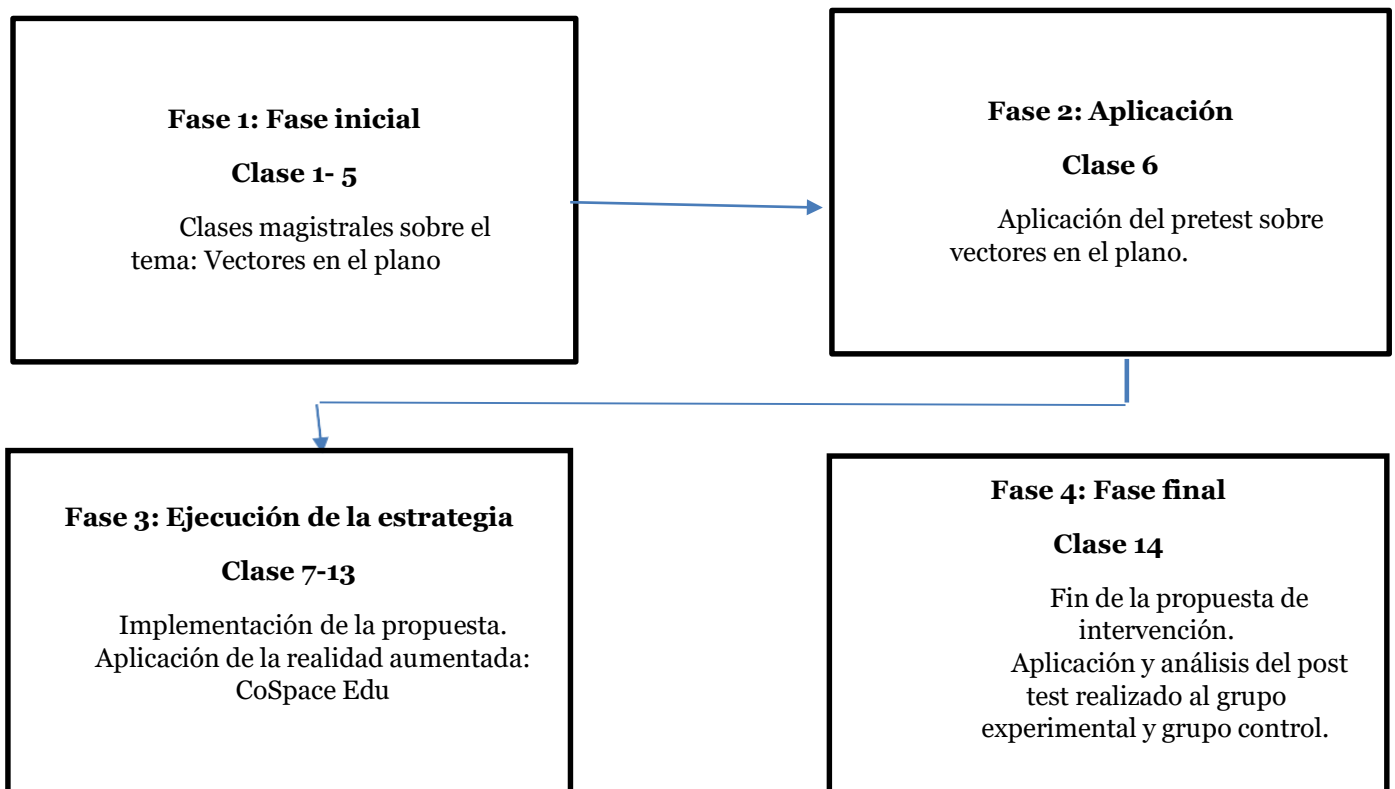
Adicionalmente, se llevó a cabo una revisión bibliográfica que respaldan estas dificultades. Diversos autores han señalado las complicaciones que enfrentan los estudiantes al aprender vectores, ya sea en la comprensión de los conceptos fundamentales o en su aplicación en ejercicios prácticos. La visualización, tanto en el espacio tridimensional como en el plano bidimensional, ha sido identificada como un punto crítico en el aprendizaje de los estudiantes.

Fase de diseño

Esta fase de diseño se subdivide en cuatro fases, en las cuales se describen las actividades a llevar a cabo durante la implementación del enfoque propuesto, junto con las clases en las que se ejecutarán cada una de estas fases.

Figura 8:

Fases para implementación de la estrategia: realidad aumentada para el aprendizaje de vectores en el plano.



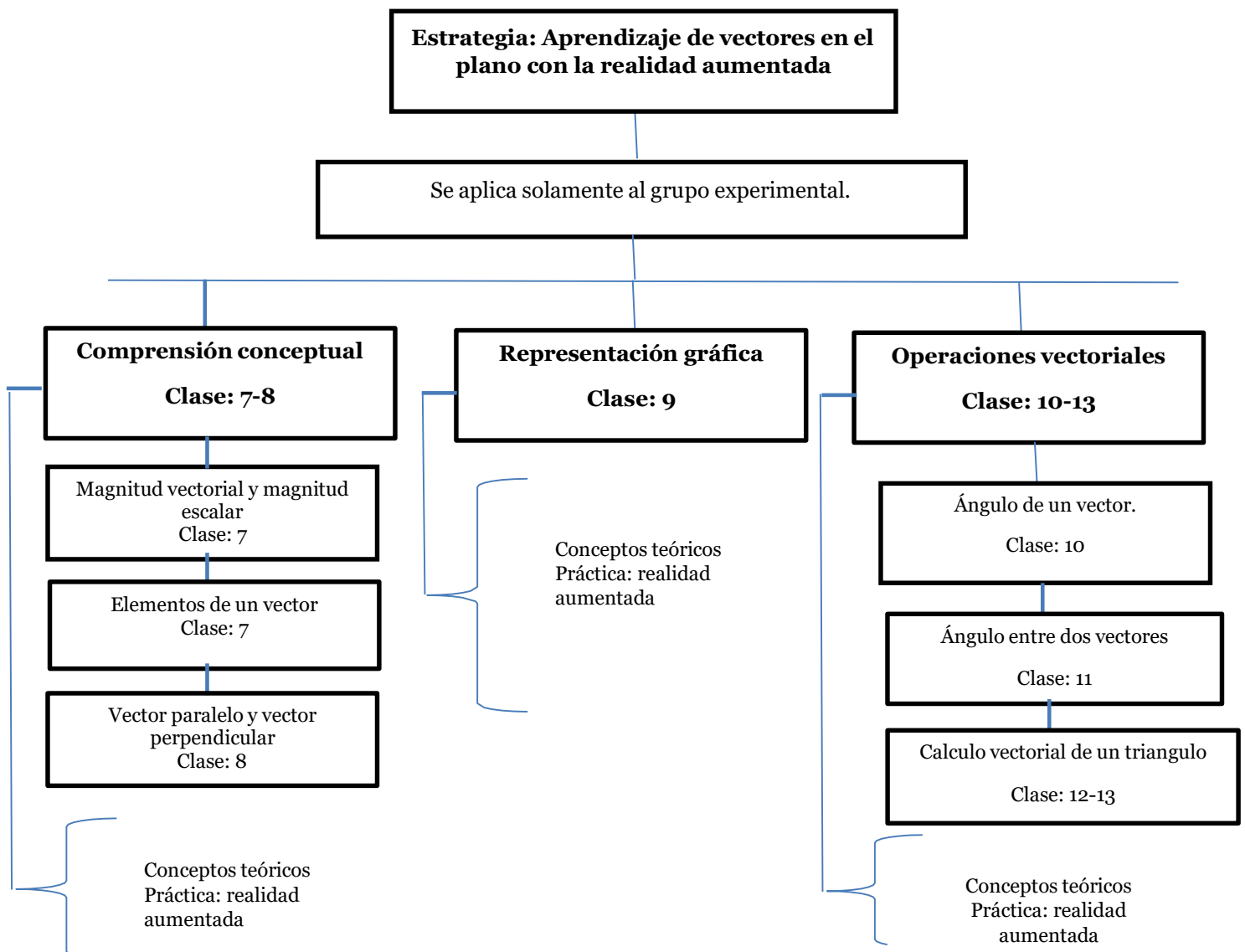
Nota. En la figura se presentan de manera resumida las fases a seguir para la implementación.

El desarrollo de la propuesta de intervención sigue un esquema de cuatro fases claramente definidas. En la fase inicial, que abarca las clases 1 a 5, se enfoca en clases magistrales acerca de los vectores en el plano. En la clase 1, se exploran las magnitudes vectoriales y escalares, se define el concepto de vectores y se analizan sus componentes fundamentales. En la clase 2, se aborda el módulo y la dirección de un vector, mientras que en la clase 3 se estudia el ángulo entre dos vectores. Posteriormente, en la clase 4 se analiza la resolución vectorial de un triángulo, concluyendo en la clase 5 con la distinción entre vectores perpendiculares y paralelos.

La Fase 2, denominada aplicación, se centra en la administración de un pretest a los estudiantes de segundo de bachillerato, para establecer los grupos de control y experimental para el estudio. La fase 3, ejecución de la estrategia, abarca las clases 7 a la 13, donde se implementa exclusivamente la RA en el GE. Finalmente, en la fase final, en la clase 14, se concluye la propuesta de intervención, llevando a cabo la aplicación y análisis del post test tanto al GE como al GC para evaluar los resultados obtenidos tras la implementación de la estrategia.

Figura 9:

Resumen de la estrategia: realidad aumentada para el aprendizaje de vectores.



Nota. La figura presenta de manera resumida la estrategia de enseñanza práctica-experimental que se aborda en el GE.

La estrategia se implementará con los estudiantes del GE. Durante la clase 7, se enfocará en la comprensión conceptual de magnitudes vectoriales y escalares, resaltando sus diferencias. Asimismo, se abordarán los componentes de un vector, utilizando la RA como apoyo para mejorar la comprensión de estos conceptos. Con la RA, se plantea abordar el concepto de vectores mediante ejemplos de la vida cotidiana, ofreciendo una experiencia inmersiva y práctica para los estudiantes. Por ejemplo, se seleccionará y adaptará contenido educativo que permita visualizar la magnitud de un

vector como la distancia que recorre un carro desde el punto de partida hasta el lugar donde se detiene. Para ilustrar el sentido de un vector, se crearán entornos virtuales interactivos que representen el movimiento de un avión dirigiéndose al noroeste, proporcionando una orientación clara y tangible.

Asimismo, se desarrollarán entornos virtuales que brinden a los estudiantes la oportunidad de comprender la dirección de un vector, señalando el ángulo de inclinación que forma. Por ejemplo, se podría diseñar un escenario donde un buzo emerge hacia la superficie del agua, permitiendo a los estudiantes observar la inclinación con la que nada y relacionarla con la dirección del vector correspondiente.

Posteriormente, en la clase 8, se explorarán los vectores perpendiculares y paralelos a través de una introducción teórica, seguida de una aplicación práctica con RA para fortalecer la comprensión de estos conceptos. Mediante la práctica con la RA se busca superponer dos vectores paralelos en un entorno virtual, como una mesa o una pizarra. Los estudiantes pueden ver cómo los vectores tienen la misma dirección, pero posiblemente diferentes magnitudes. Se puede resaltar cómo, a pesar de sus longitudes diferentes, los vectores siempre mantienen la misma dirección. Por otro lado, con la RA, se pueden mostrar dos vectores perpendiculares formando un ángulo recto. Por ejemplo, se pueden colocar dos flechas en una superficie plana de manera que formen un ángulo de 90 grados entre sí. Esto ilustra cómo los vectores perpendiculares tienen direcciones que son mutuamente ortogonales entre sí. Los estudiantes pueden interactuar con los vectores y observar cómo cambia su orientación mientras se mantienen perpendiculares entre sí.

Durante la clase 9, se dará completamente un enfoque en la gráfica de vectores, abordando los conceptos teóricos sobre las componentes de la gráfica y cómo se colocan las direcciones “i” y “j”. Para facilitar la comprensión y el entendimiento de estos conceptos, se emplea la RA como herramienta práctica. En esta sesión, los estudiantes tendrán la oportunidad de practicar con varios ejercicios que involucran la

representación de vectores en los cuatro cuadrantes. La RA será de gran ayuda en esta etapa, ya que permite una experiencia interactiva y visualmente enriquecedora.

En las clases 10 a 13, se abordarán las operaciones con vectores, tanto desde un enfoque analítico como gráfico. La clase 10 se enfocará en determinar la dirección de un vector, en los cuatro cuadrantes del plano cartesiano. En la clase 11, se profundizará en el cálculo analítico del ángulo entre dos vectores, empleando fórmulas específicas y explicando la obtención del producto punto y sus magnitudes, fundamentales para la aplicación de la fórmula. Al cierre de la clase, se recurrirá a la RA para que los estudiantes resuelvan ejercicios prácticos y visualicen, mediante esta tecnología, cómo se determina el ángulo, generando un entendimiento más dinámico.

Durante las clases de graficación de vectores, se integrará la RA como una herramienta crucial para el planteamiento de ejercicios. Los estudiantes se enfrentarán a una variedad de problemas que requerirán resolver utilizando conceptos de vectores, y estos problemas se presentarán de manera interactiva a través de la RA. Por ejemplo, podrán recibir un escenario virtual donde se les presente un conjunto de vectores en diferentes direcciones y magnitudes, y se les solicitará encontrar la dirección de un vector específico o calcular el ángulo entre dos vectores dados.

En las clases 12 y 13 se abordará el cálculo vectorial de un triángulo, destacando principalmente el producto punto y la ley de cosenos en la resolución de triángulos vectorialmente. Asimismo, se emplea la RA para proporcionar a los estudiantes ejemplos visuales que refuercen la comprensión de este concepto y su aplicación en la resolución de triángulos mediante operaciones vectoriales, de acuerdo a la planificación (ver [anexo D](#)).

Fase de desarrollo

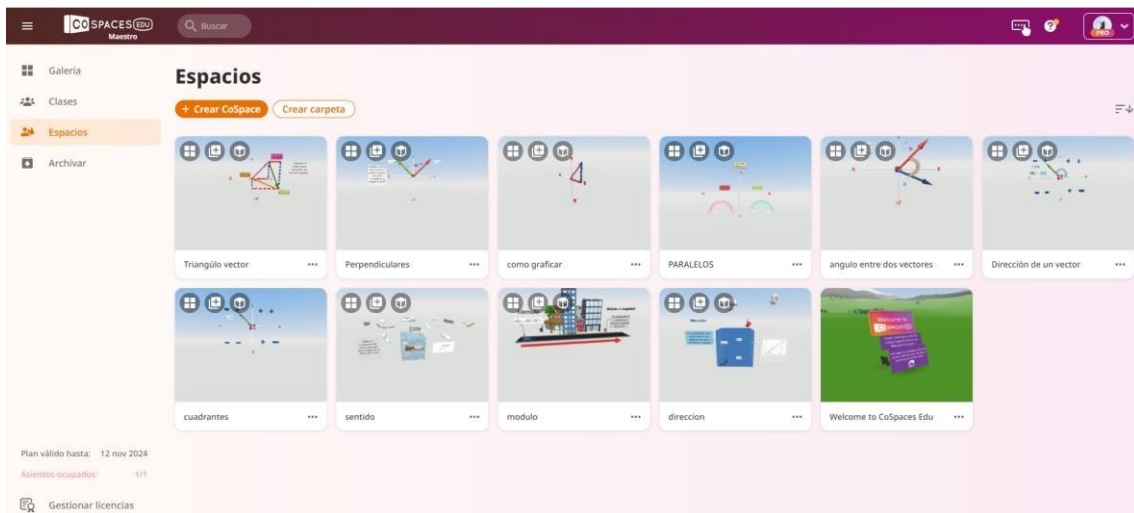
Para el desarrollo de las actividades propuestas en el plan de intervención, se inició con una búsqueda exhaustiva de contenido que facilitara una mejor comprensión

de los conceptos y operaciones relacionados con vectores en el plano. Esta búsqueda incluyó una revisión minuciosa de diversos libros de Matemáticas, así como de los textos proporcionados por el Ministerio de Educación. La información recopilada sirvió como una guía esencial, permitiendo estructurar y enriquecer el material educativo de manera más efectiva y coherente.

Por otro lado, se buscó una plataforma que ayude a desarrollar los contenidos de vectores en el plano mediante la RA, esto dio como resultado la plataforma web denominada CoSpaces Edu con la cual se puede lograr este objetivo, ya que, es una plataforma que combina una interfaz amigable, enfoque educativo, amplia compatibilidad con dispositivos, interactividad, recursos de apoyo y una comunidad sólida, todo lo cual la convierte en una elección atractiva para proyectos de RA en la educación.

Como segundo paso una vez obtenida la información y la plataforma en la que se plasmara la misma, se procedió a crear diversos espacios de aprendizaje de los vectores en el plano. Al incorporar CoSpaces Edu como parte integral de la estrategia educativa, se buscó aprovechar sus capacidades para transformar los conceptos abstractos de los vectores en experiencias palpables y visuales. La herramienta permitió la creación de entornos virtuales interactivos, en los cuales los estudiantes no solo observan la teoría, sino que también participan activamente en la construcción y manipulación de situaciones vectoriales.

Figura 10:
Menú de inicio de la plataforma CoSpaces Edu



Al integrar el Merge Cube en CoSpaces Edu, se crea un entorno educativo que aprovecha la tecnología de realidad aumentada para transformar el aprendizaje de conceptos abstractos, como los relacionados con los vectores en el plano, en experiencias tangibles y visuales. Los estudiantes pueden interactuar directamente con modelos tridimensionales de vectores, manipulando el Merge Cube para explorar diferentes dimensiones y visualizar conceptos de manera más concreta.

Esta combinación también permite la creación de escenarios educativos más inmersivos, donde los estudiantes pueden utilizar el Merge Cube como una herramienta táctil para participar activamente en simulaciones y actividades. Desde representaciones visuales de vectores en el espacio hasta la resolución de problemas prácticos, el Merge Cube y CoSpaces Edu colaboran para proporcionar un entorno de aprendizaje interactivo y envolvente.

Asimismo, la capacidad de CoSpaces Edu para integrar información multimedia y la interactividad física del Merge Cube generan un ambiente educativo completo. Los estudiantes no solo observan conceptos vectoriales, sino que también manipulan el Merge Cube para explorar diferentes perspectivas y dimensiones, lo que mejora significativamente la comprensión de los conceptos abstractos.

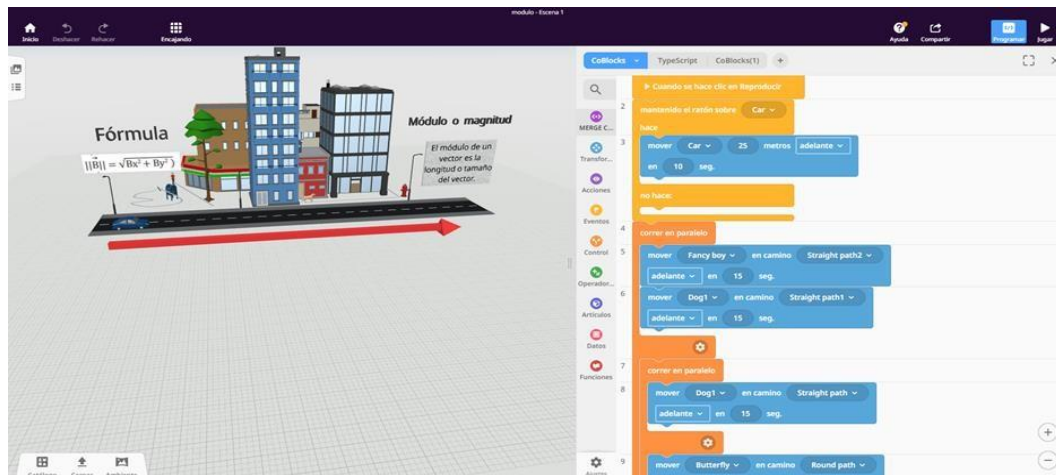
Figura 11:
Complemento Merge Cube



CoSpaces Edu emplea un lenguaje de programación basado en bloques que se destaca por ser visualmente atractivo, intuitivo y extraordinariamente accesible, siendo especialmente diseñado para adaptarse a los entornos educativos. La esencia de este lenguaje radica en su capacidad de transformar la programación, a menudo percibida como una tarea técnica y compleja, en una experiencia interactiva y agradable

En este entorno de programación, los bloques gráficos reemplazan la escritura de código tradicional, cada bloque representa una instrucción o acción específica, como movimientos, sonidos o cambios en la apariencia de objetos, y se pueden ensamblar de manera sencilla para crear programas funcionales. Esto hace posible que se pueda agregar contenido sin restricciones, del mismo modo se adapta a diferentes temáticas educativas logrando así potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Figura 12:
Lenguaje de programación CoBlocks



Los espacios interactivos creados en CoSpaces Edu ofrecen un entorno dinámico y versátil para el aprendizaje y la exploración creativa. Estos espacios virtuales se caracterizan por su capacidad para simular escenarios reales o imaginarios, donde los usuarios pueden construir y manipular objetos en un entorno 3D. La interactividad en estos espacios es clave, los estudiantes pueden interactuar, estas tecnologías no solo hacen que el aprendizaje sea más atractivo, sino que también proporcionan perspectivas únicas y experiencias inmersivas.

Figura 13:
Interactividad con los elementos del espacio



El producto final de esta experiencia educativa, con el cual los estudiantes interactúan, es un código QR innovador y de fácil acceso. Al escanear este código con un dispositivo móvil, se despliega un portal hacia un contenido educativo enriquecido

con realidad aumentada (RA). Esta tecnología de vanguardia permite a los estudiantes no solo ver, sino también interactuar con sus creaciones en el contexto del mundo real. Al utilizar la cámara de un smartphone o una tableta, los elementos virtuales se superponen sobre el entorno físico, creando una experiencia de aprendizaje inmersiva y multisensorial.

Los estudiantes pueden explorar conceptos abstractos y complejos de una manera visual y práctica, lo que facilita una comprensión más profunda y duradera. Además, el uso de códigos QR para acceder a estas experiencias de RA hace que la tecnología sea accesible y fácil de implementar en cualquier entorno educativo. No se requiere de equipos especializados o costosos; solo un dispositivo móvil con cámara y una conexión a internet.

Figura 14:
Código QR para poder visualizar el espacio creado



Fase de implementación

La implementación se extiende a lo largo de 14 clases de 45 minutos cada una. Comienza con clases magistrales sobre vectores en el plano, seguidas por la aplicación de un pretest crucial para definir los grupos de control y experimental. La fase de ejecución introduce la estrategia de realidad aumentada centrada en el aprendizaje de vectores, implementada exclusivamente en el GE. Finalmente, en la etapa conclusiva,

se lleva a cabo el post test en ambos grupos para analizar y comparar los resultados tras la aplicación de la estrategia.

Resultados de la implementación

Fase inicial

Clase 1-5

En la primera clase magistral, se profundizó en las magnitudes vectoriales y escalares, desafiando a los estudiantes a identificar ejemplos que demostrarán estas diferencias. Este enfoque inicial permitió introducir el concepto de vectores y sus componentes, ofreciendo una comprensión detallada de cada elemento (ver [anexo E](#)).

En la siguiente sesión, se exploró la dirección de un vector desde su representación gráfica hasta la presentación de la fórmula correspondiente. La tercera clase se centró en el ángulo entre dos vectores, comenzando con el estudio del producto punto y la norma de un vector como bases fundamentales para aplicar la fórmula del coseno. Esto se amplió con ejemplos gráficos para clarificar el proceso.

En la cuarta clase, se abordó la resolución vectorial de un triángulo, desafiando a los estudiantes a calcular los ángulos internos y el perímetro utilizando las normas y fórmulas asociadas a los vectores. Finalmente, la clase 5 se enfocó en diferenciar entre vectores perpendiculares y paralelos, tanto conceptualmente como a través de la aplicación de fórmulas específicas (ver [anexo F](#)).

Reflexión de la fase inicial

Durante las clases con ambos grupos, experimental y de control, se observó una notable falta de concentración y apatía por parte de los estudiantes al abordar el tema de los vectores. Se evidenció dificultad en su comprensión al resolver operaciones y graficar, lo que generó un ambiente tenso y poco confortable. La falta de interés

manifestada por los estudiantes contribuyó a este ambiente desafiante, dificultando el proceso de aprendizaje y la asimilación de los conceptos.

Fase de aplicación

En la clase 6, se llevó a cabo la aplicación del pretest a los estudiantes de segundo de bachillerato en los paralelos B, C, D, E, y F. Este cuestionario incluyó cinco preguntas diseñadas para evaluar el nivel de comprensión adquirido durante las clases magistrales sobre vectores en el plano. El pretest se enfocó en medir la comprensión conceptual, la habilidad gráfica y el dominio en las operaciones relacionadas con vectores, buscando así evaluar la asimilación de los contenidos impartidos (ver [anexo G](#)).

Reflexión de la fase de aplicación

En la fase de aplicación, se observó que tanto el grupo experimental como el de control mostraban dudas e incertidumbre al resolver los problemas planteados. Este indicio reafirma que los estudiantes enfrentaron desafíos significativos durante las clases, manifestando inseguridad y miedo al abordar los conceptos, lo que refleja la complejidad del tema de vectores en plano.

Fase de ejecución de la estrategia

Clase 7

En esta sesión introductoria a las clases de refuerzo, se presentó el uso de la RA, solicitando a los estudiantes que escanean un código QR (ver [anexo H](#)) para luego enfocar la cámara hacia el Merge Cube. Esta acción desencadenó la proyección de ejemplos visuales sobre vectores en el plano. Se enfatizó que todos los ejercicios presentados mediante la RA debían ser resueltos y registrados en el cuaderno.

Luego, se procedió con una clase de repaso sobre las diferencias entre magnitudes vectoriales y escalares, seguida por la introducción conceptual de los vectores en el plano y sus elementos. La RA se empleó para mostrar a los estudiantes

ejercicios y ejemplos relacionados con estos elementos vectoriales, ofreciendo así una experiencia visual enriquecedora (ver [anexo I](#)).

Clase 8

La sesión se centró en reforzar el conocimiento sobre vectores paralelos y perpendiculares. La utilización de la RA permitió a los estudiantes visualizar y comprender la representación gráfica de cada tipo de vector, brindándoles ejercicios para resolver y aplicar las fórmulas que distinguen entre vectores paralelos y perpendiculares. Además, se les instruyó a guardar el Merge Cube para su uso en las próximas clases, asegurando la continuidad y aprovechamiento de la RA.

Clase 9

En esta clase de refuerzo se abordó la representación gráfica de los vectores en el plano, destacando la distinción de sus componentes i y j . Se empleó la RA para mostrar a los estudiantes gráficos relacionados, desafiándose a identificar y comprender los componentes presentados, los cuales luego debían ser registrados en sus cuadernos. Esta dinámica les permitió interactuar con la visualización de los vectores y fortalecer su comprensión práctica de los componentes i y j .

Clase 10 - 13

Durante estas clases, se exploraron las operaciones vectoriales a través de dinámicas grupales (ver [anexo J](#)). Los estudiantes se organizaron en grupos de trabajo para realizar operaciones como determinar el ángulo de un vector con su respectiva representación gráfica, calcular el ángulo entre dos vectores y resolver vectorialmente un triángulo. Los ejercicios planteados se presentaron a través de la RA, ofreciendo tanto los enunciados como explicaciones detalladas de las gráficas asociadas a cada ejercicio. Esta metodología permitió una comprensión práctica y visualmente

enriquecedora de las operaciones vectoriales, incentivando la colaboración y la comprensión profunda de los conceptos abordados.

Reflexión de la ejecución de la estrategia

Durante las clases, se notó un claro interés por parte de los estudiantes en comprender cómo utilizar la RA. Esta tecnología despertó su curiosidad y generó un ambiente de motivación para aprender. Al enfrentarse a las operaciones vectoriales utilizando la RA, se observó que se sentían más cómodos, ya que esta herramienta proporciona explicaciones claras y presentaba una variedad de ejercicios para reforzar lo aprendido. Esta experiencia generó un clima amigable y propicio para el aprendizaje, dado que los estudiantes mostraban una mayor motivación e interés en la materia.

En el transcurso del desarrollo, se identificaron algunas limitaciones que afectaron la implementación efectiva de la RA en el proceso de aprendizaje. En la clase 7, se observó que cinco estudiantes no pudieron participar en las actividades con la RA debido a la falta de acceso a dispositivos móviles, lo que limitó su participación. También, en la clase 8, surgieron problemas con la conexión de la mayoría de los celulares, ya que la aplicación no cargaba rápidamente, lo que generó frustración y dificultades técnicas para los estudiantes. Por último, en la clase 9, algunos estudiantes optaron por no participar en las actividades con la RA, lo que afectó su compromiso y participación en el proceso de aprendizaje.

Para abordar estas limitaciones y mejorar la experiencia de aprendizaje con RA, a partir de la clase 10 se implementaron las siguientes soluciones: Se optó por trabajar en grupos conformados por cinco personas, donde se asignaron roles específicos para asegurar la colaboración y el apoyo mutuo entre los estudiantes. Asimismo, se ubicó a los estudiantes que no tenían acceso a dispositivos móviles con aquellos que sí los tenían en cada grupo, garantizando así que todos los miembros pudieran participar. De la misma manera se identificó a los estudiantes que previamente habían mostrado falta de participación en las actividades con RA, y se les brindó apoyo adicional y se les

asignaron tareas específicas dentro de los grupos para fomentar su compromiso y participación activa.

Fase 4: fase final

Clase 14:

En esta clase, se administró el post test, el cual fue completado por los estudiantes tanto del GC como GE. Este test consistió en cinco preguntas diseñadas para evaluar la comprensión conceptual, la habilidad en representación gráfica y la resolución de operaciones vectoriales. Su objetivo fue medir la asimilación de los conceptos aprendidos, ofreciendo una evaluación integral de la comprensión de los estudiantes en distintos aspectos relacionados con los vectores en el plano, desde su conceptualización hasta su aplicación práctica en operaciones específicas.

Reflexión de la fase final

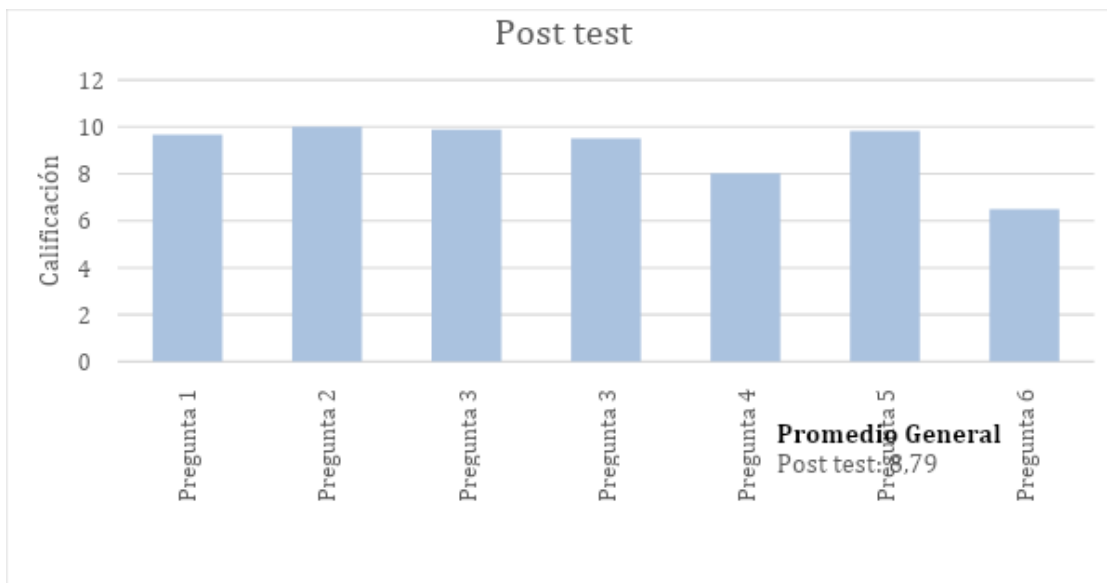
En esta fase, se notó que los estudiantes del GE lograron sentirse cómodos a medida que avanzaba al resolver el post test. Aunque al principio mostraban nervios, a medida que progresaban, la mayoría empezó a adquirir confianza en sus conocimientos. Por otro lado, en el GC persisten algunas incertidumbres y se notó que mantenían un nivel de nerviosismo considerable a lo largo de la actividad.

Fase de evaluación

Resultados obtenidos mediante la implementación

A continuación, se presentan los resultados de la implementación de la RA en el área de Matemáticas dirigida a los estudiantes de 2do de BGU de la U.E Luis Cordero. El propósito fundamental de este enfoque es evaluar si se ha logrado cumplir con el objetivo de mejorar el aprendizaje de vectores en el plano y, al mismo tiempo, estimular el interés y la motivación de los estudiantes. Este apartado describe el post test aplicado a los estudiantes y se adjunta el análisis comparativo de los datos correspondientes al pretest y post test, al GC y al GE.

Figura 15: *Resultados post test*



Pregunta 1: Diferenciar entre magnitudes vectoriales y magnitudes escalares

Se sobresale un notable 96.7% de respuestas acertadas, reflejando una comprensión excepcional por parte de los estudiantes respecto a la distinción entre magnitudes vectoriales y magnitudes escalares. Su habilidad para distinguir ejemplos específicos demuestra un nivel de comprensión adecuado y preciso en esta área particular del estudio.

Pregunta 2: Identificar elementos de un vector

La totalidad del GE, un 100%, demuestra un claro entendimiento y capacidad para distinguir los elementos de un vector. Esto sugiere una asimilación efectiva de los conceptos fundamentales.

Pregunta 3: A) Graficar vectores B) Calcular la magnitud y dirección

En el ámbito de la representación gráfica de vectores, se destaca un 98,9% de estudiantes que han alcanzado un dominio significativo en la habilidad de graficar vectores en los cuatro cuadrantes. Además, un sólido 95% demuestra una comprensión clara y precisa al calcular tanto la magnitud como la dirección de cada vector. Estos resultados reflejan un alto nivel de competencia en la aplicación práctica de la RA.

Pregunta 4: Resolver vectorialmente un triángulo

A pesar de los desafíos presentes en el cálculo del perímetro y los ángulos internos, es alentador observar que el 80% de los estudiantes ha logrado llevar a cabo esta tarea. Este resultado no solo indica un entendimiento sólido, sino también sugiere que la utilización de recursos de aprendizaje (RA) ha sido efectiva para superar las dificultades específicas asociadas con este aspecto del contenido.

Pregunta 5: Identificar vectores perpendiculares

Con un impresionante 98,3%, los estudiantes exhiben un conocimiento sólido en cuanto a los conceptos de perpendicularidad entre vectores, como se evidencia en sus respuestas a la pregunta 5. Este aspecto específico del contenido es comprendido de manera integral por la totalidad del grupo.

Pregunta 6: Identificar vectores paralelos

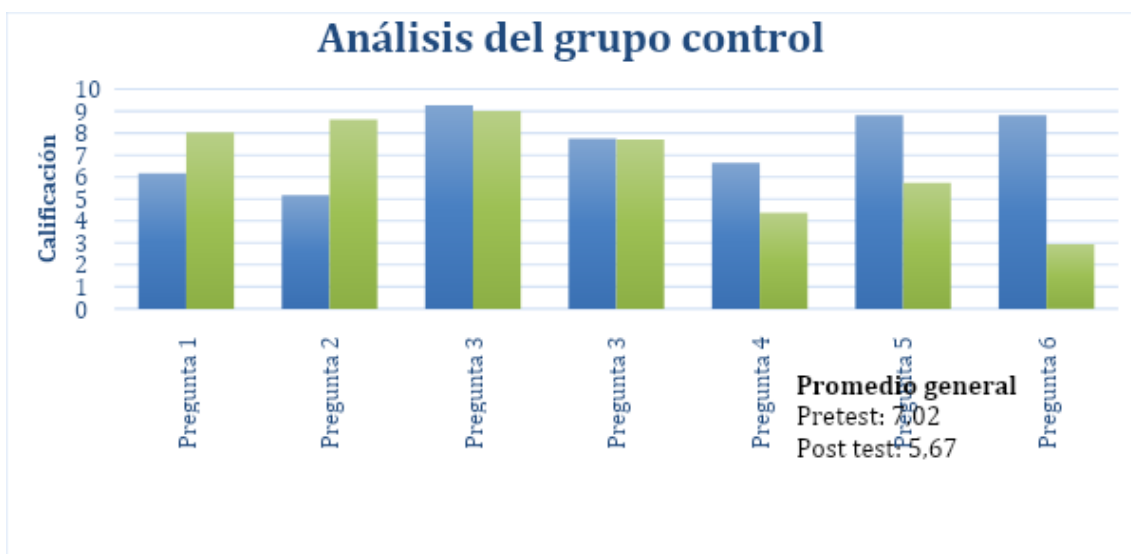
En la indagación acerca de vectores paralelos, se destaca que el 65% de los estudiantes tiene una comprensión del concepto. No obstante, algunos demuestran cierta dificultad al intentar demostrar este principio y comprenden parcialmente la distinción entre los ángulos de 0° y 180° respecto a la gráfica.

Análisis de comparación de pretest y post test

Grupo Control

Figura 16:

Análisis comparativo entre pretest y post test del GC



En la figura, se evidencia que, en el GC, donde se empleó un enfoque tradicional con actividades grupales y talleres, se manifestó una falta de interés, situación que se refleja de manera notable en los resultados del post test. Se observa un incremento únicamente en las preguntas relacionadas con la comprensión conceptual, mientras que en las áreas de gráficas y resolución de operaciones vectoriales se aprecia una disminución evidente del promedio.

Esta disminución se manifiesta claramente en las preguntas 3, 4, 5 y 6, indicando una brecha en la asimilación de los conceptos asociados con la representación gráfica de vectores y la resolución de operaciones específicas. Estos hallazgos sugieren que el método tradicional utilizado en el GC no ha sido tan efectivo para fomentar el entendimiento y aplicación práctica de los conceptos.

Tabla 7:
Comparación de notas del pretest y post test del GC

ESCALA		N.º DE ESTUDIANTES	
Escala cualitativa	Escala Cuantitativa	Pretest	Post test
Domina los Aprendizajes Requeridos	9-10	9	6

Alcanza los Aprendizaje Requeridos	7-8,99	12	6
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	4,01-6,99	6	10
No alcanza los aprendizajes requeridos	≤ 4	6	11
Total		33	33

En la tabla siguiente, se observa de manera cualitativa cómo las calificaciones de los estudiantes en el GC han experimentado una disminución. En el pretest, un mayor número de estudiantes se encontraba en la categoría de “alcanza los aprendizajes requeridos”. Sin embargo, en el post test, se evidencia un cambio hacia una mayor proporción de estudiantes ubicados en la categoría de “no alcanza los aprendizajes requeridos”.

Índice del Factor Hake

Tabla 8:

Comparación de notas del pretest y post test del GE

Valores del factor de Hake para el GC

Preguntas	% Pretest	% Post test	Índice del factor Hake
1. Diferenciar magnitudes escalares y magnitudes vectoriales.	61,8%	80,4%	0,4860
2. Identificar los elementos de un vector.	5,18%	86,2%	0,713
3. A) Graficar vectores.	92,6%	90,1%	-0,337
3. B) Calcular la magnitud y dirección	77,6%	77%	-0,026
4. Resolver vectorialmente un triángulo	66,4%	43,6%	-0,678
5. Identificar vectores perpendiculares	88,2%	57,4%	-2,61
6. Identificar vectores paralelos	88,2%	29,4%	-4,98

Esta ganancia se establece según los siguientes rangos:

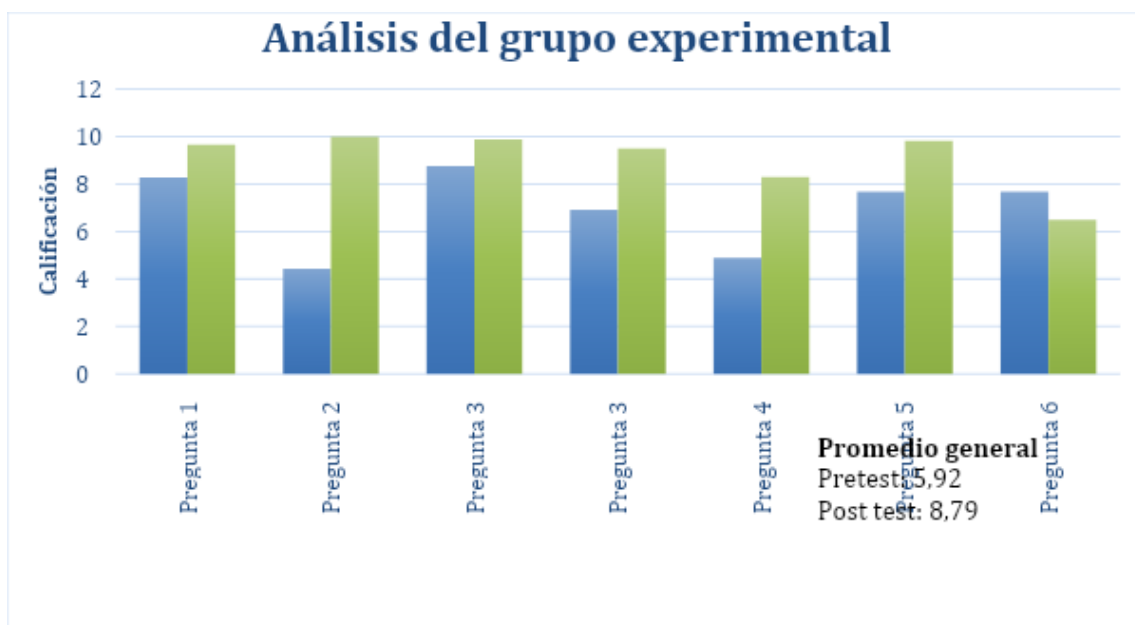
- Baja ($g \leq 0,3$)
- Media ($0,3 < g \leq 0,7$)

- Alta ($g > 0,7$)

Según el índice de Hake, al analizar las ganancias de aprendizaje en las preguntas 3, 4, 5 y 6, se evidencia que estas se sitúan en un rango bajo. En contraste, la pregunta 1 exhibe una ganancia de aprendizaje en el rango medio, mientras que la pregunta 2 muestra una ganancia en el rango alto. Este análisis sugiere que, en el GC, los estudiantes no han experimentado una ganancia de aprendizaje significativa, ya que la mayoría de las mejoras se encuentran en el rango bajo.

Grupo experimental

Figura 17:
Análisis comparativo entre pretest y post test del GE



En la figura presentada a continuación, se destaca el notable aumento en las calificaciones del GE en el post test. Esto propone un evidente entusiasmo e interés por parte de los estudiantes al aplicar la RA. La mejora es particularmente visible en las preguntas 1 y 2, donde se evidencia un aumento fundamental en el promedio de comprensión conceptual de vectores.

Asimismo, en las preguntas 3, 4 y 5, se aprecia claramente una mejora tanto en la representación gráfica como en la resolución de operaciones vectoriales. Sin

embargo, en la pregunta 6, se nota que, aunque los estudiantes comprenden el concepto de un vector paralelo, tienen dificultades al demostrarlo.

Tabla 9:
Comparación de notas del pretest y post test del GC

ESCALA		N.º DE ESTUDIANTES	
Escala cualitativa	Escala Cuantitativa	Pretest	Post test
Domina los Aprendizajes Requeridos	9-10	1	20
Alcanza los Aprendizajes Requeridos	7-8,99	12	5
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	4,01-6,99	11	5
No alcanza los aprendizajes requeridos	≤ 4	6	0
Total		30	30

Al analizar detenidamente la tabla proporcionada, se evidencian mejoras sustanciales en el desempeño del GE. Durante el pretest, la mayoría de los estudiantes se ubican en la escala que indica “alcanza los aprendizajes requeridos”. No obstante, en el post test, se destaca un cambio significativo, con el mayor número de estudiantes ahora situados en la escala que señala que “dominan los aprendizajes requeridos”.

Es crucial resaltar que, en el post test, ningún estudiante se encuentra en el nivel que indica “no alcanza los aprendizajes requeridos”. Esto señala la mejora general en la comprensión de los conceptos evaluados, sino también la ausencia de estudiantes en un nivel que sugiere una falta de adquisición de los aprendizajes necesarios. En conjunto, estos resultados reflejan un progreso notable y positivo en el GE.

Índice del factor de Hake

Tabla 10:
Valores del factor de Hake para el GE

Preguntas	% Pretest	% Post test	Índice del factor Hake
1. Diferenciar magnitudes escalares y magnitudes vectoriales.	82,7%	96,7%	0,57
2. Identificar los elementos de un vector.	44,3%	10%	1
3. A) Graficar vectores.	87,5%	98,9%	0,91
3. B) Calcular la magnitud y dirección	69,2%	95%	0,83
4. Resolver vectorialmente un triángulo	48,8%	83%	0,61
5. Identificar vectores perpendiculares	76,7%	98,3%	0,92
6. Identificar vectores paralelos	76,7%	65%	-0,50

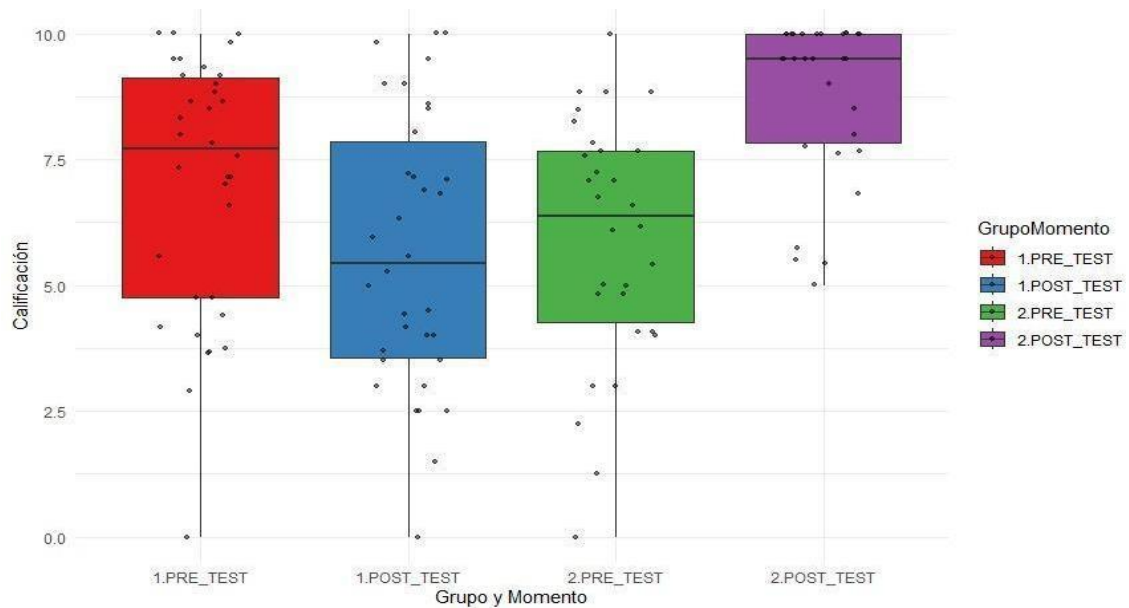
Esta ganancia se establece según los siguientes rangos:

- Baja ($g \leq 0,3$)
- Media ($0,3 < g \leq 0,7$)
- Alta ($g > 0,7$)

Según el índice del factor de Hake, se destaca que, en el GE, las preguntas 2, 3 y 5 muestran una ganancia de aprendizaje en el rango alto. En contraste, las preguntas 1 y 4 presentan una ganancia de aprendizaje de rango medio, mientras que la pregunta 6 refleja una ganancia en el rango bajo. Estos resultados sugieren que la aplicación de la RA ha tenido un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, especialmente evidenciado por las mejoras notables en las preguntas mencionadas.

Análisis de comparación de los resultados entre el GC y GE

Figura 18:
Análisis comparativo entre el GC y GE



El diagrama detalla exhaustivamente las distribuciones de calificaciones en ambos grupos, resaltando tendencias significativas.

Grupo control:

- En el pretest, se observa una concentración de calificaciones en el rango medio a alto, aunque con algunas puntuaciones bajas.
- En el post test, se nota una disminución en la mediana y un aumento en la dispersión de las calificaciones, incluyendo valores más bajos. Esto indica una variabilidad amplia y, en algunos casos, una disminución en el rendimiento.

Grupo experimental:

- En el pretest, las calificaciones muestran una mayor dispersión, con una mediana más baja en comparación con el GC.
- En el post test, se destaca un aumento fundamental en la mediana y una concentración de calificaciones en el rango alto. Esto sugiere una mejora sustancial en el rendimiento.

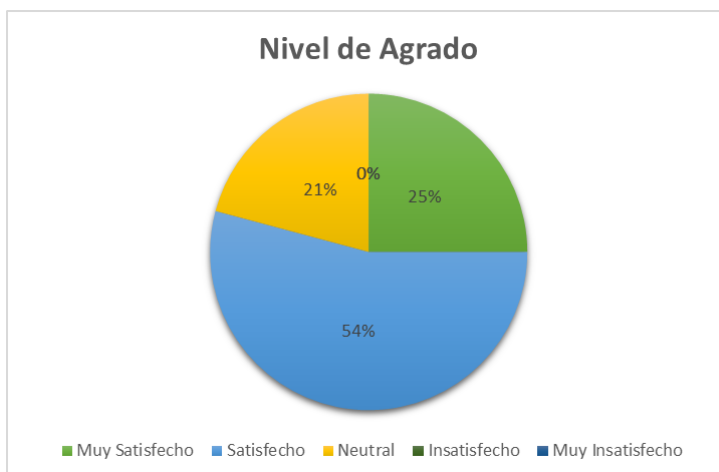
Análisis e Interpretación:

- Variabilidad: El GC experimenta un aumento en la variabilidad de las calificaciones post test, mientras que en el GE se observa una disminución en la variabilidad, indicando una mejora general en las calificaciones.
- Mejora en el Rendimiento: El GE exhibe una mejora notable en el rendimiento después de la implementación de la metodología, evidenciada por una mayor concentración de calificaciones altas y una mediana más elevada en el post test.
- Contraste entre grupos: La comparación revela que el GE experimenta una mejora más significativa en el rendimiento en comparación con el GC, indicando la eficacia de la RA implementada en el GE.

Resultados mediante la encuesta de satisfacción de la RA.

Figura 19:

Porcentaje de respuestas a la pregunta 1. ¿Nivel de agrado al utilizar la realidad aumentada para el aprendizaje de vectores en el plano?



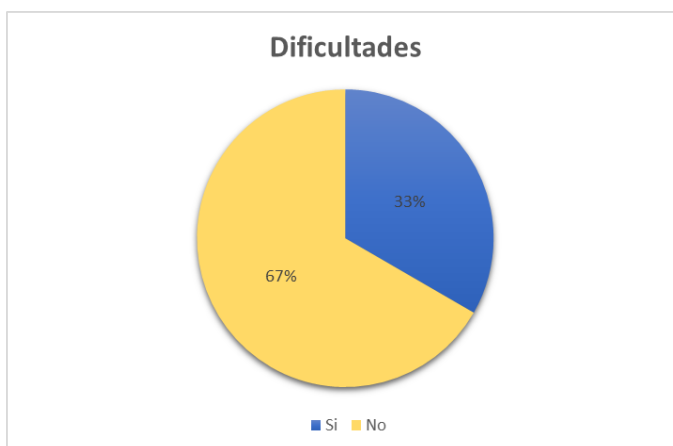
En el presente análisis de los resultados obtenidos de la encuesta, primero, es notable que una mayoría considerable de los participantes reportó niveles de satisfacción positivos. De los 24 encuestados, él (54%) indicaron sentirse satisfechos y él (25%) se clasificaron como muy satisfechos, con la experiencia de aprendizaje utilizando la RA. Esto suma un total de 19 estudiantes ósea, él (79%) que expresaron una respuesta positiva, lo cual es un indicador sólido de la efectividad percibida de la RA en el aprendizaje de vectores.

Por otro lado, 5 participantes (20%) seleccionaron la opción neutral, esto podría indicar que no tienen una opinión clara o definida sobre la efectividad o el impacto de la RA en su experiencia de aprendizaje, o que no han experimentado suficientes beneficios o desventajas significativas para inclinarse hacia una valoración positiva o negativa.

Desde una perspectiva analítica, estos resultados apuntan a una aceptación positiva de la RA en el ámbito educativo, particularmente en el aprendizaje de temas que requieren una comprensión espacial y visual, como es el caso de los vectores. La preferencia por la RA podría atribuirse a su capacidad para proporcionar una experiencia de aprendizaje más interactiva y visual, que puede facilitar la comprensión de conceptos abstractos.

Figura 20:

Porcentaje de respuestas a la pregunta 2. ¿Encontró dificultades al trabajar con la realidad aumentada para aprender vectores en el plano?



Por otro lado, se observa una división clara en la percepción y experiencia de los participantes respecto al uso de la RA para el aprendizaje de vectores en el plano. Un 67% de los encuestados no encontró dificultades en el uso de esta tecnología, lo que indica una aceptación y adaptación favorable en la mayoría de los usuarios. Sin embargo, un porcentaje del 33% reportó haber experimentado dificultades, lo que

sugiere la presencia de obstáculos significativos en la implementación de esta herramienta educativa.

La mayoría de los participantes, un 67%, no tuvo problemas cruciales al usar la RA, lo que indica que esta tecnología resultó efectiva y fácil de usar para muchos estudiantes. Esta buena experiencia podría deberse a una interfaz fácil de manejar, contenido relevante y un nivel de dificultad adecuado. Sin embargo, un 33% enfrentó dificultades, lo que muestra que hay ciertos obstáculos en el uso de la RA. Estos problemas varían desde complicaciones técnicas hasta dificultades para entender el material de estudio, afectando principalmente a aquellos menos familiarizados con la tecnología o con distintos estilos de aprendizaje

De esta manera se revela una tendencia general positiva hacia la utilización de la RA en la enseñanza de conceptos matemáticos como los vectores en el plano. No obstante, la experiencia de un tercio de los participantes propone que aún hay áreas fundamentales de mejora.

Pregunta abierta: *¿Cuál fue su experiencia utilizando la realidad aumentada para el aprendizaje de vectores?*

Al analizar e interpretar las respuestas de los estudiantes se llegó a que la mayoría revelan una percepción notablemente positiva sobre el empleo de la realidad aumentada en el aprendizaje de vectores. Los estudiantes describen esta tecnología como no solo entretenida e innovadora, sino también como un medio eficaz para simplificar y mejorar la comprensión de conceptos complejos. Esta perspectiva general destaca el valor añadido que la realidad aumentada aporta al proceso educativo, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje y favoreciendo una mayor absorción del material didáctico.

Pregunta abierta: *Sugerencias para mejorar la utilización de la realidad aumentada para el aprendizaje de vectores.*

Las respuestas recopiladas indican una acogida favorable y generalizada hacia el uso de la Realidad Aumentada (RA) en el aprendizaje de vectores. Sin embargo, se identifican áreas clave para su mejora y optimización. Entre ellas, destaca la necesidad de mejorar la claridad y efectividad en la instrucción y comprensión del uso de la RA. Se observa también un interés significativo en desarrollar versiones de RA que funcionen independientemente de una conexión a Internet. Además, se sugiere enriquecer la experiencia educativa con una mayor diversificación y creatividad en las actividades propuestas. Por último, se percibe un notable interés en expandir la aplicación de la RA a otros cursos y áreas de estudio, lo que subraya su potencial como herramienta educativa transversal y su capacidad para revitalizar diversos campos del conocimiento.

Conclusiones

Para empezar, al explorar y profundizar los fundamentos teóricos, se ha identificado que una estrategia eficaz para fomentar un aprendizaje más interactivo y aplicado, es la integración de métodos de enseñanza mediante la RA, ya que, es una herramienta tecnológica de vanguardia que pone a los estudiantes en un ambiente más envolvente de los contenidos. Esta aproximación involucra una variedad de procesos e instrumentos que el docente implementa mediante actividades enriquecidas con RA, donde los conceptos teóricos se entrelazan con experiencias prácticas inmersivas.

Por otra parte, a través de los instrumentos de diagnóstico implementados se ha conseguido identificar de manera clara un déficit en la comprensión y aplicación de conceptos vectoriales en el grupo de estudiantes. Esto se ha reflejado no solo en su rendimiento académico, que ha mostrado una tendencia a estar por debajo de los estándares esperados, sino también en su falta de interés y motivación hacia el tema.

Es por ello que, mediante los fundamentos teóricos y la problemática detectada con los instrumentos de diagnóstico, se diseñó un ambiente de aprendizaje interactivo y visual, el cual integra la teoría, ejercicios prácticos, dinamismo, manipulación y visualización, todo esto mediante la RA en el tema de vectores en el plano. Este modelo de aprendizaje no solo promueve una interacción educativa más profunda, sino que también busca intensificar el aprendizaje de los estudiantes. Al hacerlo, se aborda de manera integral la enseñanza de vectores, transformando un concepto tradicionalmente abstracto en una experiencia concreta y estimulante.

Dentro de este marco, la implementación de la RA en el GE ha probado ser altamente efectiva para facilitar el aprendizaje de vectores en el plano, en especial al momento de la comprensión conceptual y la resolución de ejercicios. Esta estrategia ha enriquecido la experiencia educativa, permitiendo a los estudiantes explorar los conceptos de vectores de una forma dinámica y atractiva. La integración de elementos tridimensionales y situaciones de la vida cotidiana en el entorno de aprendizaje ha

resultado en una inmersión más profunda en el tema, logrando generar más interés y desempeño por parte de los estudiantes.

Finalmente, la evaluación de la estrategia implementada en los estudiantes del GE, reveló que los resultados, en cuanto a los promedios de notas, fue alto en comparación con el GC. Además, mediante el análisis estadístico, a través del factor de Hake, reveló notables mejoras en la ganancia de aprendizaje dentro del GE que utilizó RA para la comprensión de vectores en el plano. Del mismo modo, la mayoría de estudiantes se mostraron satisfechos y con interés con los recursos y actividades implementadas, no obstante, cabe destacar que hubo un pequeño porcentaje de estudiantes que no se encontraban totalmente satisfechos con la herramienta, esto pudo haber sido por diferentes factores, como el tipo de aprendizaje que tiene cada persona, falta de conectividad (internet), falta de equipo (celular), entre otras.

Recomendaciones

Se recomienda llevar a cabo más investigaciones con un seguimiento longitudinal con el fin de apreciar de mejor manera la eficacia de los resultados mediante la realidad aumentada en cuanto al aprendizaje de vectores en el plano. Dado el potencial prometedor de esta tecnología, se busca una comprensión más sólida y detallada de los resultados obtenidos, es vital profundizar en el estudio de su integración en los planes de estudio y analizar en detalle cómo esta innovación tecnológica influye en los resultados académicos de los estudiantes, con el objetivo de maximizar sus beneficios en el proceso educativo.

Además, se sugiere ampliar la implementación de esta estrategia a una variedad de contenidos e incluso en otras ciencias y diversos grupos. Esto permitirá evaluar si los resultados positivos observados son consistentes en diferentes contextos o si existen variaciones en la eficacia de la estrategia dependiendo del contenido específico o las características del grupo. Esta expansión en la aplicación ayudará a comprender mejor la versatilidad y la solidez del enfoque propuesto.

Por otra parte, es crucial para el éxito de la estrategia que cada actividad sea meticulosamente planificada. Esto implica asegurar no solo una estructuración detallada y coherente de las tareas, sino también contar con los recursos necesarios para su ejecución. Una preparación adecuada garantizará que las actividades se desarrollen sin contratiempos y de manera fluida, facilitando así un ambiente de aprendizaje óptimo y efectivo.

Por último, se recomienda que para futuras investigaciones se puede personalizar y adaptar los diferentes tipos de aprendizaje, esto podría incluir la adaptación de contenido de RA basada en el rendimiento del estudiante y sus preferencias de aprendizaje, esto se podría lograr recopilando y analizando información y a su vez creando un algoritmo que se adapte a cada individuo. A su vez, como la RA

puede ser integrada de manera efectiva en los currículos existentes. Esto podría incluir el desarrollo de guías para educadores sobre cómo usar la RA para enseñar.

Referencias:

- Aguilar, J., González, D. y Aguilar, A. (2016). Un modelo estructural de motivación intrínseca. *Acta de investigación psicológica*, 6(3), 2552-2557.
<https://doi.org/10.1016/j.aiprr.2016.11.007>
- Acevedo, K. y Romero, S. (2019). La educación en la sociedad del conocimiento. *Revista Torreón Universitario*, 8(22), 79–83. <https://doi.org/10.5377/torreon.v8i22.9032>
- 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>.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador.
https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Alvis, J., Aldana, E. y Caicedo, S. (2019). Los ambientes de aprendizaje reales como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de básica secundaria. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10(1), 135-147.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10018>
- Argüelles, V., Hernández, A. y Palacios, R. (2021). Métodos empíricos de la investigación. *Ciencia Huasteca Boletín Científico De La Escuela Superior De Huejutla*, 9(17), 33-34.
<https://doi.org/10.29057/esh.v9i17.6701>
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación. Enfoques Consulting EIRL*. <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Ariza, J. (2021). *Vectores*. San Marcos.
<http://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/handle/11506/1809>
- Arteaga, I. y Pino, C. (2018). La realidad aumentada en entornos educativos. *Atlante. Cuadernos de educación y desarrollo*.
<https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/09/realidad-aumentada-educativos.html>

- Ávila, M. y Crespo, L. (2021). Herramientas de realidad aumentada para la conceptualización del límite de una función en un punto. *XVI Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología - TE&ET*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/122685>
- Barahona, C. (2019). CoSpaces: realidad virtual en el aula. *Ministerio de educación y formación profesional*.
<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/196363/CoSpaces.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barrios, L. y Delgado, M. (2021). Efectos de los recursos tecnológicos en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 22 (1), 1-14.
<https://www.redalyc.org/journal/6079/607965937007/html/>
- Bolaño, O. (2020). El constructivismo: Modelo pedagógico para la enseñanza de las matemáticas. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 24(3), 488-502. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1413>
- Caicedo, L. (2021). Estrategias para uso de realidad aumentada como herramienta de aprendizaje inmersivo, para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en docentes de noveno año de educación general básica superior [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Archivo digital.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11849>
- Cabero, J. y Palacios, A. (2021). La evaluación de la educación virtual: las e-actividades. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2),169-188.
https://www.redalyc.org/journal/3314/331466109010/html/#redalyc_331466109010_ref14
- Cedeño, M., Barreiro, M. y Acosta, J. (2022). El aprendizaje significativo en la educación superior. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(1), 418-429.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8292505>
- Chicaiza, V., Padilla, R., Chicaiza, S. y Guanoluisa, L. (2022). Tecnología de Realidad Aumentada en el Inter - Aprendizaje. *RECIMUNDO*, 6(1), 145-155.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(1\).ene.2022.145-155](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(1).ene.2022.145-155)
- Dorta, D. y Barrientos, I. (2021). La realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza superior. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15 (4), 146-164.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2227-18992021000500146&script=sci_abstract&tlng=es

- Espinoza, G. (2019). *Cálculo vectorial en \mathbf{R}^2 . Vectores en el plano y en el espacio. Adición y multiplicación de un vector por un real. Segmentos dirigidos y vectores. Vectores paralelos. Producto escalar. Vectores ortogonales. Norma de un vector. Bases y proyección ortogonal de vectores en \mathbf{R}^2 . Ecuación vectorial de rectas en \mathbf{R}^2 . Resolución de problemas. Didáctica de los vectores en el plano*[Monografía de pregrado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle(Perú)]. Red de Repositorios Latinoamericanos.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6540810>
- De Franco, M., y Solórzano, J. (2020). Paradigmas, enfoques y métodos de investigación: análisis teórico. *Mundo Recursivo*, 3(1), 1-24.
<https://atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/38>
- Flores, G. y Juárez, E. (2017). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de competencias matemáticas en Bachillerato. *Revista electrónica de investigación educativa*, 19(3), 71-91. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.721>
- Flores, G., González, M. y Herrera, A. (2007). Dificultades de entendimiento en el uso de vectores en cursos introductorios de mecánica, 53(2), 178-185.
<https://www.redalyc.org/pdf/570/57028298007.pdf>
- Forero, Y., Duque, E. y García, S. (2023). Uso de la realidad aumentada para el desarrollo de habilidades matemáticas tempranas. *Revista de Educación*, (28.2), 233-251.
http://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/6914
- Godino, J. (2000). Significado y comprensión de los conceptos matemáticos. *Revista Uno*, 25.
<http://www.redined.mec.es/oai/indexg.php?registro=005200130276>
- Gómez, I., Medel, R. y García, R. (2018). Realidad aumentada como herramienta didáctica en geometría 3D. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6960469>
- Gómez, G., Rodríguez, C. y Marín, J. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 15(1), 36-46.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-86422020000100036
- González, C. (2004). Demostración por medios vectoriales de la ortogonalidad de la recta tangente a una esfera en \mathbf{R}^n en el punto de tangencia. *Scientia Et Technica*, 10(26), 173-178. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911640030.pdf>

- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six- thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66 (1), 64-74.
https://www.researchgate.net/publication/228710512_Interactive-Engagement_Versus_Traditional_Methods_A_Six-Thousand-Student_Survey_of_Mechanics_Test_Data_for_Introductory_Physics_Courses
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Interamericana. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana.
<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hern%c3%a1ndez-%20Metodolog%c3%ada%20de%20la%20investigaci%c3%b3n.pdf>
- Hernández, S. y Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51-53.
<https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Herrera, N., Montenegro, W. y Poveda, S. (2012). Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (35), 254-287. <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194224362014.pdf>
- Herrera, F., Naranjo, J., Calderón, M. y Albán, P. (2022). La realidad aumentada como recurso formativo en la educación superior. *Killkana Social*, 6(Especial), 73–88.
<https://doi.org/10.26871/killkanasocial.v6i4.1187>
- Jiménez, E. y Campos, G. (2019). La comprensión de las gráficas de vectores: Un estudio con estudiantes de bachillerato. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 23, 1-17. <https://doi.org/10.19083/ridu.23.714>
- Leal, L. (2020). Producción de recursos didácticos para el aula de matemáticas de Secundaria con realidad aumentada. *Innovación Educativa*, (30), 185-198.
<https://doi.org/10.15304/ie.30.6905>
- León, A. (2007). Qué es la educación. *Educere*, (11), 595-604.
<https://www.redalyc.org/pdf/356/35603903.pdf>
- Lin, J. (2018). *Explorando las experiencias de los instructores que imparten cursos abiertos masivos en línea sobre turismo y hospitalidad: un enfoque de métodos mixtos* [Tesis doctoral, Università della Svizzera]. <https://doc.rero.ch/record/306564>

- Lizárraga, O. y Parimango, A. (2020). Realidad aumentada con Kinect en la enseñanza de las matemáticas para niños con síndrome de Down entre los 3-6 años de la CEBE Trujillo para el año 2020 [Tesis de posgrado, Universidad Privada Antenor Orrego].
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/6926>
- López, J., Pozo, S., Fuentes, A. y Romero, J. (2020). Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar. *Journal of Sport and Health Research*, 12(1), 64-79.
https://www.researchgate.net/profile/Jose-Maria-Romero-Rodriguez/publication/347976119_Eficacia_del_aprendizaje_mediante_flipped_learning_con_realidad_aumentada_en_la_educacion_sanitaria_escolar/links/5feb108c299bf1408856bede/Eficacia-del-aprendizaje-medi
- López, J., López, G. y Justo, A. (2021). Realidad aumentada como alternativa didáctica en escuelas públicas en zonas rurales y semiurbanas de San Quintín y Mexicali, México. *Tecnológicas*, 24 (52), 1-23.
<https://www.redalyc.org/journal/3442/344268257002/344268257002.pdf>
- Lopezosa, C. (2020). Entrevistas semiestructuradas con NVivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz. *Métodos de Investigación en Comunicación Social*, 88-97.
<http://hdl.handle.net/10230/44605>
- Loza, R., Mamani, J., Mariaca, J. y Yanqui, F. (2020). Paradigma sociocrítico en investigación. *PsiqueMag*, 9(2), 30-39.
<https://doi.org/10.18050/psiquemag.v9i2.2656>
- Macías, E., López, J., Ramos, G y Lozada, F. (2020). Los entornos virtuales como nuevos escenarios de aprendizaje: El manejo de plataformas online en el contexto académico. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 5(3), 72-81.
<https://doi.org/10.33936/rehuso.v5i3.2603>
- Madrid, T. (2018). El sistema educativo de Ecuador: un sistema, dos mundos. *Revista Andina de Educación*, 2(1), 8-17. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/ree/article/view/651>
- 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, V. y Begoña, E. (2020). La realidad aumentada en educación primaria la realidad aumentada en educación primaria. *Alteridad*, 15(1), 62-73.
<https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.05>
- Marte, R. (2018). "Uso de las tecnologías en la educación". *Revista Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo*. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/03/tecnologias-educacion.html>
- Martínez, O., Ramírez, W. y Rodríguez, T. (2021). Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas. *Información tecnológica*, 32(3), 3-14. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000300003&script=sci_abstract
- Martínez, D. (2021). Competencias matemáticas: una mirada desde las estrategias de enseñanza en educación a distancia. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc*, 16(2), 382-398.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8082668>
- Melo, I. (2018). Realidad aumentada y aplicaciones. *TIA*, 6(1), 28-35.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/11281/pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Estándares de Calidad Educativa. Quito-Ecuador. Medios Públicos EP. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/estandares_2012.pdf
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2017). Ley orgánica de educación intercultural. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Ley-Organica-Educacion-Intercultural-Codificado.pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Matemática - Bachillerato General Unificado: Segundo de Bachillerato. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/curriculo/Matematica/Matematica_BGU_2.pdf
- Ministerio de Educación. (2016). *Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/Instructivo-para-la-aplicacion-de-la-evaluacion-estudiantil.pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). Plan Nacional de Educación 2030: Educación que transforma vidas. <https://www.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downlads/2021/02/PLAN-NACIONAL-DE-EDUCACI%C3%93N-2030-2.pdf>

- Mora, W. (2011). *Vectores, Rectas y Planos*. <https://core.ac.uk/download/pdf/60990307.pdf>
- Morales, B., Edel, R. y Aguirre, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. *Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 33-46.
https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativos_revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf
- Moreno, N., Leiva, J. y López, E. (2016). Robótica, modelado 3D y realidad aumentada en educación para el desarrollo de las inteligencias múltiples. *Aula De Encuentro*, 18(2).
<https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/view/3191>
- Mosquera, C. (2004). *Magnitudes escalares y vectoriales*.
https://campusgrado.fi.uba.ar/pluginfile.php/11034/mod_resource/content/2/Mosqvectoresacr.pdf
- Naranjo, J., García, M., López, A., Ortiz, A., Romero, R. y Peralvo, A. (2021). Sistema de realidad aumentada para la enseñanza de matemática en tiempos de COVID-19. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 2(42), 530-541.
https://www.researchgate.net/profile/Jose-E-Naranjo-2/publication/354686255_Sistema_de_realidad_aumentada_para_la_ensenanza_de_matematica_en_tiempos_de_COVID-19/links/61469c68519a1a381f6c17ac/Sistema-de-realidad-aumentada-para-la-ensenanza-de-matematica-en-tiempos-de-COVID-19.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2021). La formación docente en las tecnologías de la información y la comunicación. https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000129533_spa&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_11149789-15d5-4202-ab5d-07a35ab85885%3F_%3D129533spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pfo000129533_spa/PDF/129533spa.pdf#%5B%7B%22num%22%3A376%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C63%2C382%2C0%5D
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Ovalle, S. y Vásquez, J. (2020). Realidad aumentada, una herramienta para la motivación en el aprendizaje de la Geometría. *Conrado*, 16(75), 56-60.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000400056&lng=es&tlng=es

Pérez, S., Robles, B. y Osuna, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19.

<http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/644/426>

Piza, N., Amaiquema, F. y Beltrán, G. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*, 15(70), 455-459.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455&lng=es&tlng=pt.

Ponce, R. (2019). *Cálculo vectorial en \mathbf{R}^2 . Vectores en el plano y en el espacio. Adición y multiplicación de un vector por un real. Segmentos dirigidos y vectores. Vectores paralelos. Producto escalar. Vectores ortogonales. Norma de un vector. Bases y proyección ortogonal de vectores en \mathbf{R}^2 . Ecuación vectorial de rectas en \mathbf{R}^2 . Resolución de problemas. Didáctica de los vectores en el plano* [Monografía de pregrado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle(Perú)]. Red de Repositorios Latinoamericanos.

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6540228>

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>

Ramírez, M. y Olmos, H. (2020). Funciones cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas. *Naturaleza y Tecnología*, (2), 2007-672.

<http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/view/383>

Ramírez, W. y Rodríguez, T.(2017). *Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas en educación básica secundaria* [Maestría en educación, Universidad de la costa]. Biblos-e Archivo.

<https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/10589>

Rivadulla, J. y Rodríguez, M. (2020). La incorporación de la realidad aumentada en las clases de ciencias. *Revista de educación*, (25), 237-255.

<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/217723>

- Rivas, B., Gértrudix, F. y Gértrudix, M. (2021). Análisis sistemático sobre el uso de la Realidad Aumentada en Educación Infantil. *EduTec Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (76), 53-73. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.76.2053>
- Ruiz, E., Duarte, J. y Fernandez, F. (2018). Validación de un material didáctico computarizado para la enseñanza de oscilaciones y ondas a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes. *Revista ESPACIOS*, 39(49).
<https://www.revistaespacios.com/a18v39n49/18394938.html>
- Salazar, J., Ramírez, L. y Mesa, F. (2018). Determinación de la Ganancia en el Aprendizaje de La Cinemática Lineal Mediante el uso de Métodos Gráficos con Estudiantes de Ingeniería en la Universidad de Caldas. *Scientia et Technica*, 23(1), 99-103.
<https://www.redalyc.org/journal/849/84956661014/84956661014.pdf>
- Sommerauer, P. y Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Soto, J. y Romero, F. (2021). Una secuencia didáctica para introducir el concepto de ángulo entre dos planos. *REVISTA ELECTRÓNICA AMIUTEM*. 9(1), 21-31.
<http://funes.uniandes.edu.co/23779/1/Soto2021Una.pdf>
- Templos, L. (2020). Modelo Instruccional ADDIE. *Logos Boletín Científico De La Escuela Preparatoria*, 2, 7(14), 24-26.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa2/article/view/6093>
- Torres, M., Valera, P., Vásquez, M. y Lescano, G. (2022). Desarrollo de las competencias matemáticas en entornos virtuales. *Una Revisión Sistemática. Alpha Centauri*, 3(2), 46-59. <https://doi.org/10.47422/ac.v3i2.80>
- Vargas, K., Yana, M., Perez, K., Chura, W. y Alanoca, R. (2020). Aprendizaje colaborativo: una estrategia que humaniza la educación. *Revista Innova Educación*, 2(2), 363-379.
<https://revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/view/85>
- Vector. (2023, noviembre 16). Significados.com [fotografía].
https://s1.significados.com/foto/vector-00.svg_bg.png
- 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>

Zabala, L. y Ramos, E. *Experiencias en el Aula de Matemáticas*. Kali.

<https://www.researchgate.net/publication/359831556> Construcción del concepto de volumen del prisma una propuesta desde la modelación y representación con geometría dinámica y matemática condicional

Anexos

Anexo A: Diario de campo en el cual se anotan las observaciones



DIARIO DE CAMPO

Colegio: UNIDAD EDUCATIVA LUIS CORDERO
Nivel/Subnivel. Bachillerato: SEGUNDO DE BACHILLERATO
Pareja Pedagógica: PAREJA 9

Lugar: Azogues

Hora de inicio:

Hora final:

Fecha de práctica:

Nro. de práctica:

Tutor académico:

Tutor profesional: Lcdo. Rigoberto Falconí

Núcleo problemático: ¿Qué valores, funciones y perfil del docente?

Eje integrador: Investigación y diseño como estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la vida en el bachillerato.

Relatoría de las actividades desarrolladas:

Firma de tutor profesional

Firma de estudiantes practicantes

Anexo B: Encuesta de satisfacción**Encuesta sobre experiencia con realidad aumentada y el aprendizaje de vectores en dos dimensiones****1. Nivel de agrado al utilizar Realidad Aumentada para aprender sobre vectores:**

Muy satisfecho

Satisfecho

Neutral

Insatisfecho

Muy insatisfecho

2. ¿Encontraste dificultades al trabajar con la Realidad Aumentada para aprender sobre vectores?

Sí, enfrenté dificultades.

No, no tuve dificultades.

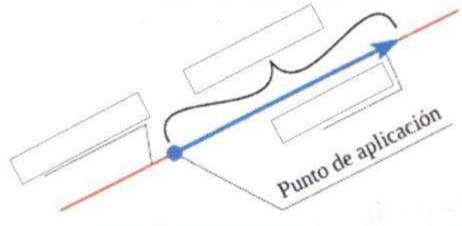
3. Observaciones o comentarios sobre la experiencia de utilizar Realidad Aumentada para el aprendizaje de vectores:

4. Sugerencias para mejorar la utilización de Realidad Aumentada en la enseñanza de vectores:

Anexo C: Pretest y Post test aplicado a los estudiantes de segundo de bachillerato.

Pretest

UNIDAD EDUCATIVA "LUIS CORDERO"			
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
PRETEST			
SUBNIVEL: BGU	ÁREA: MATEMÁTICA	ASIGNATURA: MATEMÁTICA	AÑO LECTIVO 2023-2024
GRADO/CURSO: 2do	PARALELOS: D,E		
DOCENTES: YADAICELA CARLOS Y OTAYALO CINTHYA			
INDICADORES ESENCIALES DE EVALUACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> Grafica vectores en el plano; halla su módulo y realiza operaciones. Ref. I.M.5.6.1. Realiza operaciones en el espacio vectorial R2; calcula la distancia entre dos puntos, el módulo y la dirección de un vector; reconoce cuando dos vectores son ortogonales. Ref. I.M.5.6.2. 			
NOMBRE:			FECHA:

DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO	ITEMS NIVEL DE LOGRO ALCANZADO	VALOR
Representar gráficamente vectores, señalando su dirección, sentido y longitud en un plano, junto con el cálculo preciso de la magnitud mediante el teorema de Pitágoras. Ref.5.2.1.	1. Encierre las magnitudes vectoriales de la siguiente lista: Tiempo Masa Aceleración Temperatura Fuerza Velocidad	/0.5
	2. Identifica los elementos del siguiente vector: 	/1
	3. Representa gráficamente en un plano de coordenadas los vectores desde el origen (0,0). Además, calcule la magnitud y dirección de cada vector. <ul style="list-style-type: none"> $\vec{v} = (2\hat{i}, 2\hat{j})$ 	/4

Evaluación del Primer Quimestre "Juventud, Realidad y Esperanza"




República
del Ecuador



Unidad Educativa
"Luis Cordero"

Ministerio de Educación

<p>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 R^2 como la norma del vector.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • $\vec{d} = (2\vec{i}, -3\vec{j})$ • $\vec{t} = (-2\vec{i}, -\vec{j})$ • $\vec{d} = (\vec{i}, -2\vec{j})$ 	
---	---	--

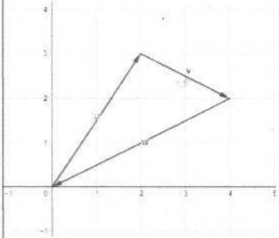
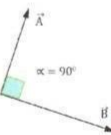
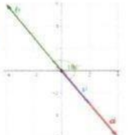



República del Ecuador



Unidad Educativa "Luis Cordero"

Ministerio de Educación

<p>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.</p>	<p>4. Encuentre el perímetro y calcule los 3 ángulos internos de la siguiente figura:</p>  <p> $\vec{U} = (2\hat{i}, 3\hat{j})$ $\vec{V} = (2\hat{i}, -\hat{j})$ $\vec{W} = (-4\hat{i}, -2\hat{j})$ </p> <p>5. Observa la figura, relaciona las definiciones con el concepto.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="587 1016 794 1149"> <p>A</p>  <p>$\alpha = 90^\circ$</p> </div> <div data-bbox="890 1016 1098 1149"> <p>B</p>  </div> </div> <p>a) La figura A es un vector paralelo y la figura B es un vector perpendicular. b) La figura B es un vector paralelo y la figura A es un vector perpendicular. c) Ninguna de las anteriores.</p>	<p>/4</p> <p>/0.5</p> <p>/10</p>
---	---	----------------------------------

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
DOCENTE/S: Cinthya Otavalo Carlos Yadaicela	LCDO. RIGOBERTO FALCONI CRESPO. MSC	PhD. Vásquez Bernal Marco Vinicio
Firma: 	Firma: 	Firma: 

Post test

República
del EcuadorUnidad Educativa
"Luis Cordero"

Ministerio de Educación

UNIDAD EDUCATIVA "LUIS CORDERO"			
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
POSTEST			
SUBNIVEL: BGU	ÁREA: MATEMÁTICA	ASIGNATURA: MATEMÁTICA	AÑO LECTIVO 2023- 2024
GRADO/CURSO: 2do	PARALELOS: D,E		
DOCENTES: YADAICELA CARLOS Y OTAYALO CINTHYA			
INDICADORES ESENCIALES DE EVALUACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> Grafica vectores en el plano; halla su módulo y realiza operaciones. Ref. I.M.5.6.1. Realiza operaciones en el espacio vectorial R²; calcula la distancia entre dos puntos, el módulo y la dirección de un vector; reconoce cuando dos vectores son ortogonales. Ref. I.M.5.6.2. 			
NOMBRE:		FECHA:	

DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO	ITEMS NIVEL DE LOGRO ALCANZADO	VALOR						
Representar gráficamente vectores, señalando su dirección, sentido y longitud en un plano, junto con el cálculo preciso de la magnitud mediante el teorema de Pitágoras. Ref.5.2.1.	1. Une los conceptos de los elementos de un vector <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Magnitud</td> <td>Longitud de un vector</td> </tr> <tr> <td>Dirección</td> <td>Orientación de un vector</td> </tr> <tr> <td>Sentido</td> <td>Es la inclinación que posee el vector con respecto a un eje, el cual forma un ángulo.</td> </tr> </table>	Magnitud	Longitud de un vector	Dirección	Orientación de un vector	Sentido	Es la inclinación que posee el vector con respecto a un eje, el cual forma un ángulo.	/1
	Magnitud	Longitud de un vector						
Dirección	Orientación de un vector							
Sentido	Es la inclinación que posee el vector con respecto a un eje, el cual forma un ángulo.							
	2. Representa gráficamente en un plano de coordenadas los vectores desde el origen (0,0). Además, calcule la magnitud y dirección de cada vector. <ul style="list-style-type: none"> $\vec{d} = (2, -5)$ 	/3						



República del Ecuador



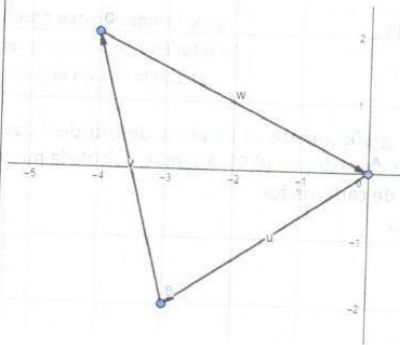
Unidad Educativa "Luis Cordero"

Ministerio de Educación

- $\vec{t} = (-4, -1)$

- $\vec{d} = (2, -3)$

3. Encuentre el perímetro y calcule los 3 ángulos internos de la siguiente figura:



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 \mathbb{R}^2 como la norma del vector.

/4



República del Ecuador







Unidad Educativa "Luis Cordero"

Ministerio de Educación




<p>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 \mathbb{R}^2.</p>	<p>4). Averigue si los vectores: $\vec{M} = (3i, 2j)$ $\vec{R} = (-2i, 3j)$ son perpendiculares:</p>	/1
	<p>5). Averigue si los vectores: $\vec{E} = (-5i, 3j)$ $\vec{U} = (-15i, 9j)$ son paralelos y que ángulo forma:</p>	
		/10
ELABORADO	REVISADO	APROBADO
<p>DOCENTE/S: Cintha Otavalo Carlos Yadaicela</p>	<p>LCDO. RIGOBERTO FALCONI CRESPO. MSC</p>	<p>PhD. Vásquez Bernal Marco Vinicio</p>
<p>Firma: </p>	<p>Firma: </p>	<p>Firma: </p>

Anexo D: Planificaciones Microcurriculares

		UNIDAD EDUCATIVA "LUIS CORDERO" AÑO LECTIVO 2023 - 2024					
PLANIFICACIÓN MICROCURRICULAR POR PARCIAL 2DO B.G.U. MATEMÁTICA PARCIAL No 2							
1. DATOS INFORMATIVOS							
DOCENTE:	CINTHYA OTAVALO - CARLOS YADAICELA	ÁREA:	MATEMÁTICA	ASIGNATURA:	MATEMÁTICA	TEMA:	COMPRESIÓN CONCEPTUAL/GRÁFICA DE VECTORES
N° SEMANAS:	1	N° PERÍODOS:					
CURSO/GRADO	2DO B.G.U.	PARALELOS:	E	FECHA DE INICIO:	27/11/2023		
SECCIÓN:	MATUTINA			FECHA DE FINALIZACIÓN:	01/12/2023		
2. PLANIFICACIÓN							
COMPETENCIAS :	COMPETENCIAS COMUNICACIONALES 	COMPETENCIAS MATEMÁTICAS 	COMPETENCIAS DIGITALES 	COMPETENCIAS SOCIOEMOCIONALES 			
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:	Valorar el empleo de las TIC para realizar cálculos y resolver, de manera razonada y crítica, problemas de la cotidianidad. Ref.O.M.5.4.						
DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO	INDICADORES DE EVALUACIÓN	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS ACTIVAS PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			ACTIVIDADES EVALUATIVAS		
Reconocer las diferencias entre una magnitud escalar y una magnitud vectorial, con apoyo en las Tics. Ref.M.5.2.6. 	Reconoce una magnitud vectorial y grafica vectores en el plano; conoce los conceptos de las partes de un	Clase 1: ANTICIPACIÓN DEL CONOCIMIENTO: Preguntas abiertas sobre vectores, se trabajará en grupos de 5 donde deberán anotar cualquier cosa o dibujo sobre que entienden acerca de un vector. CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO:					

<p>Identificar las características de un vector: dirección, sentido y longitud o norma, con apoyo en las Tics. Ref. M.5.2.1. </p>	<p>vector, apoyado en las TIC. Ref. I.M.5.6.1.  </p>	<p>Definir los conceptos de magnitudes escalares y magnitudes vectoriales.</p> <p>Definir qué son los vectores y sus características: dirección, sentido y norma.</p> <p>Mostrar ejemplos cotidianos de vectores, como el desplazamiento de un automóvil, la fuerza de un viento o el movimiento de un avión, con ayuda de la RA (realidad aumentada).</p> <p>Graficar vectores en el plano R2 con apoyo de la RA.</p> <p>CONSOLIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO:</p> <p>Asignar ejercicios prácticos para que los estudiantes grafiquen vectores por sí mismos en papel, utilizando ejercicios proporcionados por la RA.</p>	<p>TÉCNICA/ INSTRUMENTO</p> <p>Observación/Diario de campo</p> <p>Taller grupal/Cuestionario</p>
<p>M.5.2.1. Graficar vectores en el plano (coordenadas) identificando sus características: dirección, sentido y longitud o norma, con apoyo en las Tics.  </p> <p>Calcular la longitud o norma (aplicando el teorema de Pitágoras), con apoyo de las Tics. Ref. M.5.2.2.  </p>	<p>Grafica vectores en el plano; halla su módulo. Ref. I.M.5.6.1.  </p>	<p>Clase 2:</p> <p>ANTICIPACIÓN DEL CONOCIMIENTO:</p> <p>Lluvia de ideas de conceptos sobre vectores en el plano y el teorema de Pitágoras.</p> <p>CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO:</p> <p>Presentación del tema: graficar vectores en un plano de coordenadas.</p> <p>Importancia de comprender las características fundamentales de los vectores para su representación gráfica, con ayuda de la RA.</p> <p>Introducción al teorema de Pitágoras y su aplicación para calcular la longitud de un vector en el plano.</p> <p>CONSOLIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO:</p> <p>Ejercicios guiados para que los estudiantes practiquen la representación gráfica de vectores en el plano.</p>	<p>TÉCNICA/ INSTRUMENTO</p> <p>Observación/Diario de campo</p>
<p>ELABORADO POR DOCENTE</p>		<p>ELABORADO POR DOCENTE</p>	
<p>Nombre: Cinthya Otavalo</p>		<p>Nombre: Carlos Yadaicela</p>	
<p>Firma: </p>		<p>Firma: </p>	

 Ministerio de Educación		UNIDAD EDUCATIVA "LUIS CORDERO" AÑO LECTIVO 2023 - 2024			 Unidad Educativa "Luis Cordero"	
PLANIFICACIÓN MICROCURRICULAR POR PARCIAL 2DO B.G.U. MATEMÁTICA PARCIAL No 2						
3. DATOS INFORMATIVOS						
DOCENTE:	CINTHYA OTAVALO - CARLOS YADAICELA	ÁREA: MATEMÁTICA	ASIGNATURA: MATEMÁTICA MATEMÁTICA	TEMA: COMPRENSIÓN CONCEPTUAL/GRÁFICA DE VECTORES		
N° SEMANAS:	1	N° PERÍODOS				
CURSO/GRADO	2DO B.G.U.	PARALELOS:	E	FECHA DE INICIO:	27/11/2023	
SECCIÓN:	MATUTINA			FECHA DE FINALIZACIÓN:	01/12/2023	
4. PLANIFICACIÓN						
COMPETENCIAS :	COMPETENCIAS COMUNICACIONALES 	COMPETENCIAS MATEMÁTICAS 	COMPETENCIAS DIGITALES 	COMPETENCIAS SOCIOEMOCIONALES 		
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:	Valorar el empleo de las TIC para realizar cálculos y resolver, de manera razonada y crítica, problemas de la cotidianidad. Ref.O.M.5.4.					
DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO	INDICADORES DE EVALUACIÓN	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS ACTIVAS PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE			ACTIVIDADES EVALUATIVAS	
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. Apoyándose en el uso de las TIC.	Realiza operaciones en el espacio vectorial R2; calcula la distancia	Clase 1: ANTICIPACIÓN DEL CONOCIMIENTO: Presentar ejemplos de los vectores en la vida cotidiana y su importancia dentro de la misma. Observar vectores en el plano e identificar sus diferentes componentes. CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO:				

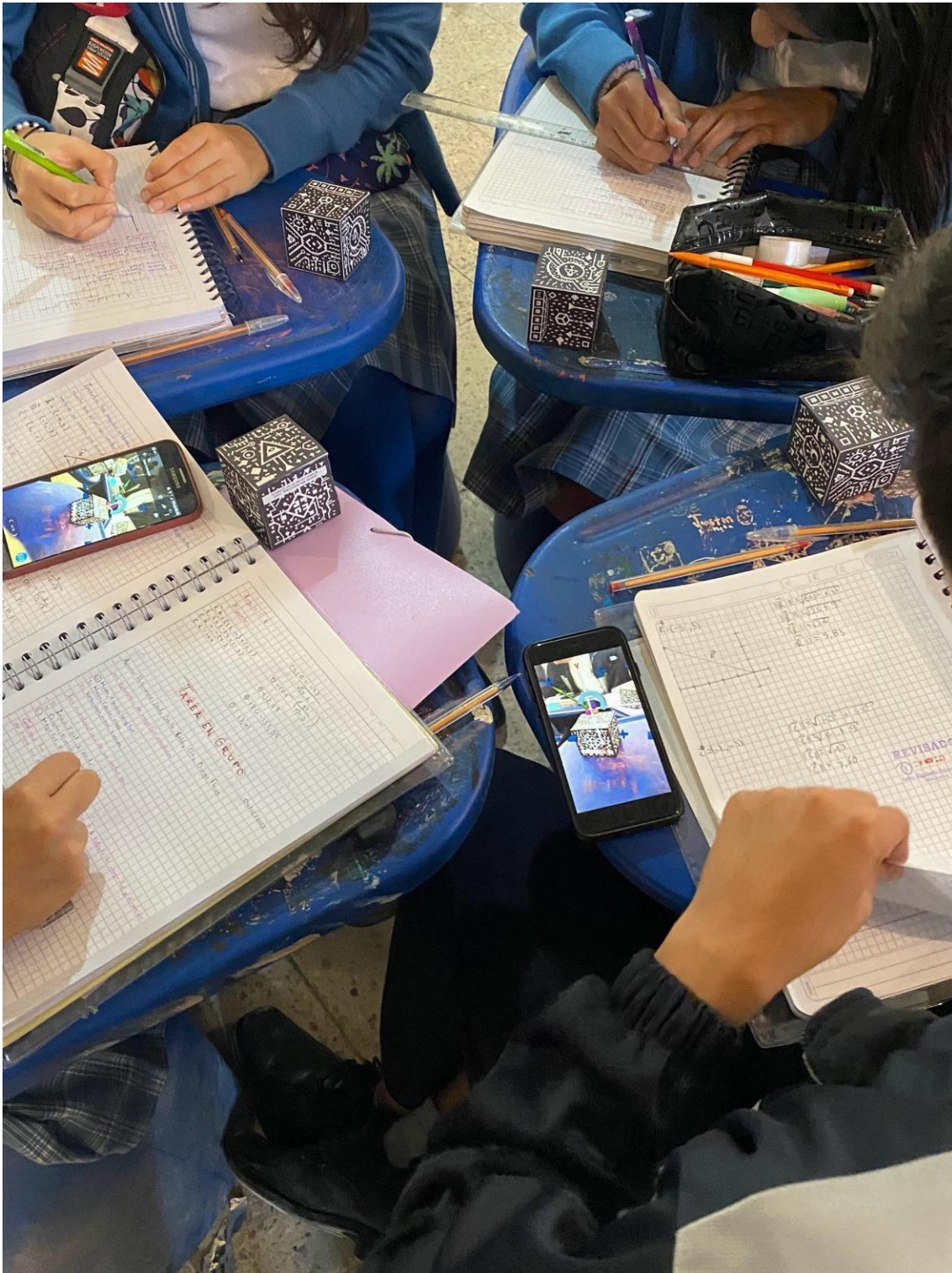
 	<p>entre dos puntos, el módulo, la dirección de un vector y los ángulos internos de un triángulo, apoyado en las TIC. Ref. I.M.5.6.2.</p>  	<p>Utilizar la RA mediante (CoSpaces) para presentar vectores en el plano de manera interactiva. Los estudiantes pueden ver vectores en sus propios escritorios mediante dispositivos móviles y resolver ejercicios prácticos sobre el módulo, la dirección de un vector y los ángulos internos de un triángulo.</p> <p>CONSOLIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO:</p> <p>Resolución de un taller grupal, en conjunto con la RA para su resolución de operaciones con vectores.</p>	<p>TÉCNICA/ INSTRUMENTO</p> <p>Observación/Diario de campo</p> <p>Taller grupal/Cuestionario</p>
<p>M.5.2.8. Reconocer que dos vectores son ortogonales cuando su producto escalar es cero y cuando es paralelo. Apoyándose en el uso de las TIC.</p>  	<p>Reconoce cuando dos vectores son ortogonales, apoyado en las TIC. Ref. I.M.5.6.2.</p>  	<p>Clase 2:</p> <p>ANTICIPACIÓN DEL CONOCIMIENTO.</p> <p>Debate acerca de las diferencias de vectores perpendiculares y paralelos que permitan a los estudiantes reconocer cada caso con su gráfica.</p> <p>CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO:</p> <p>Ejercicios apoyados en la RA para la mejor comprensión de la gráfica y conceptos de los vectores paralelos y perpendiculares.</p> <p>Representación de vectores paralelos y perpendiculares, con sus respectivas características mediante la RA.</p> <p>CONSOLIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO:</p> <p>Ejercicios prácticos donde los estudiantes deben resolver problemas relacionados con vectores paralelos y perpendiculares utilizando la RA.</p>	<p>TÉCNICA/ INSTRUMENTO</p> <p>Observación/Diario de campo</p>
<p>ELABORADO POR DOCENTE</p>		<p>ELABORADO POR DOCENTE</p>	
<p>Nombre: Cinthya Otavalo</p>		<p>Nombre: Carlos Yadaicela</p>	
<p>Firma: </p>		<p>Firma: </p>	

Anexo E: Clase magistral sobre vectores en el plano**Anexo F:** Clases magistrales sobre operaciones vectoriales

Anexo G: Aplicación del pretest**Anexo H:** Códigos Qr para utilizar la RA

Anexo I: Utilización de la RA para el aprendizaje de vectores en el plano

Anexo J: Trabajo grupal con la RA





**DECLARATORIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN
PARA EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES - DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA**

Yo, *Cintha Katherine Otavalo Sisalima*, portador de la cedula de ciudadanía nro. *0150218352*, estudiante de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales en el marco establecido en el artículo 13, literal b) del Reglamento de Titulación de las Carreras de Grado de la Universidad Nacional de Educación, declaro:

Que, todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el trabajo de Integración curricular denominada *La realidad aumentada como herramienta para mejorar el aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU de la U.E Luis Cordero* son de exclusiva responsabilidad del suscriptor de la presente declaración, de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, por lo que otorgo y reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación - UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, además declaro que en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular se han realizado citas, referencias, y extractos de otros autores, mismos que no me tribuyen su autoría.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la utilización de los datos e información que forme parte del contenido del Trabajo de Integración Curricular que se encuentren disponibles en base de datos o repositorios y otras formas de almacenamiento, en el marco establecido en el artículo 141 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la autorización para la publicación de Trabajo de Integración Curricular denominado *La realidad aumentada como herramienta para mejorar el aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU de la U.E Luis Cordero* en el repositorio institucional y la entrega de este al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, como lo establece el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Ratifico con mi suscripción la presente declaración, en todo su contenido.

Azogues, 05 de marzo de 2024

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Cintha Katherine Otavalo Sisalima', is written over a horizontal line.

Cintha Katherine Otavalo Sisalima
C.I.: 0150218352



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
EDUCACIÓN

DECLARATORIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN
PARA EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES - DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

Yo, *Carlos Fernando Yadaicela Tamay*, portador de la cedula de ciudadanía nro. 0350082426, estudiante de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales en el marco establecido en el artículo 13, literal b) del Reglamento de Titulación de las Carreras de Grado de la Universidad Nacional de Educación, declaro:

Que, todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el trabajo de Integración curricular denominada La realidad aumentada como herramienta para mejorar el aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU de la U.E Luis Cordero son de exclusiva responsabilidad del suscribiente de la presente declaración, de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, por lo que otorgo y reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación - UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, además declaro que en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular se han realizado citas, referencias, y extractos de otros autores, mismos que no me tribuyo su autoría.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la utilización de los datos e información que forme parte del contenido del Trabajo de Integración Curricular que se encuentren disponibles en base de datos o repositorios y otras formas de almacenamiento, en el marco establecido en el artículo 141 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la autorización para la publicación de Trabajo de Integración Curricular denominado La realidad aumentada como herramienta para mejorar el aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU de la U.E Luis Cordero en el repositorio institucional y la entrega de este al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, como lo establece el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Ratifico con mi suscripción la presente declaración, en todo su contenido.

Azogues, 05 de marzo de 2024

Carlos Fernando Yadaicela Tamay
C.I.: 0350082426



**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR Y COTUTOR PARA
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES**

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Marco Vinicio Vásquez Bernal, tutor y Luis Miguel Quishpe Quishpe, cotutor del Trabajo de Integración Curricular denominado “La realidad aumentada como herramienta para mejorar el aprendizaje de vectores en el plano en 2do de BGU de la U.E Luis Cordero” perteneciente a los estudiantes: Cinthya Katherine Otavalo Sisalima con C.I. 0150218352, Carlos Fernando Yadaicela Tamay con C.I. 0350082426 damos fe de haber guiado y aprobado el Trabajo de Integración Curricular. También informamos que el trabajo fue revisado con la herramienta de prevención de plagio donde reportó el 8 % de coincidencia en fuentes de internet, apegándose a la normativa académica vigente de la Universidad Nacional de Educación.

Azogues, 03 de marzo de 2024



Firmado electrónicamente por:
MARCO VINICIO
VASQUEZ BERNAL

Docente Tutor
Marco Vinicio Vásquez Bernal
C.I: 0102046984



Firmado electrónicamente por:
LUIS MIGUEL QUSHPE
QUSHPE

Docente Cotutor/a
Luis Miguel Quishpe Quishpe
C.I:1500843048