



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES:
MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Guía didáctica con el uso del software Desmos para el aprendizaje de vectores.

Trabajo de Titulación para optar al Título de: Licenciado en Pedagogía de las
Matemáticas y la Física

AUTOR:

Byron Darío Yautibug Yuquilema

TUTORA:

Mgs. Cristina Alexandra Pomboza Floril

RIOBAMBA – ECUADOR

Año 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Yautibug Yuquilema Byron Darío con cédula de ciudadanía 0605827906, autor del trabajo de investigación titulado: Guía didáctica con el uso del software Desmos para el aprendizaje de vectores, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 5 de junio de 2026



Byron Darío Yautibug Yuquilema

CI:0605827906



ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 15 días del mes de ABRIL de 2026, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante YAUTIBUG YUQUILEMA BYRON DARIO con CC: 0605827906, de la carrera de **PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado **"GUÍA DIDÁCTICA CON EL USO DEL SOFTWARE DESMOS PARA EL APRENDIZAJE DE VECTORES."**, por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.

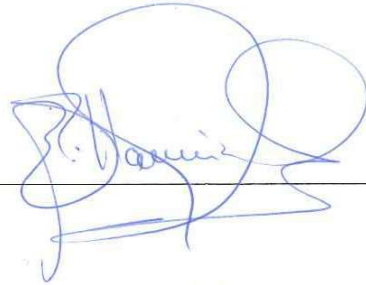
Mgs. Cristina Alexandra Pomboza Floril
TUTOR(A)

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación GUÍA DIDÁCTICA CON EL USO DEL SOFTWARE DESMOS PARA EL APRENDIZAJE DE VECTORES por Byron Darío Yautibug Yuquilema, con cédula de identidad número 0605827906, bajo la tutoría del Mgs Cristina Alexandra Pomboza Floril; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba _____

Dr. Roberto Salomón Villamarin Guevara
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mcs. Laura Esther Muñoz Escobar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mcs. Norma Isabel Allauca Sandoval
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **BYRON DARÍO YAUTIBUG YUQUILEMA** con CC: **0605827906**, estudiante de la Carrera de **PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA**, Facultad de **CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **GUÍA DIDÁCTICA CON EL USO DEL SOFTWARE DESMOS PARA EL APRENDIZAJE DE VECTORES**", cumple con el 4%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 01 de junio de 2026

Mgs. Cristina Pomboza Floril
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, por su apoyo a lo largo de todo este proceso. Gracias a su esfuerzo y a la confianza que siempre han depositado en mí, he podido avanzar con independencia y mantenerme firme en mis objetivos.

También a las personas que han sido parte de esta etapa académica, entre docentes y compañeros, por los aprendizajes compartidos dentro y fuera del aula, que aportaron de manera significativa a mi formación.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por brindarme el espacio y las condiciones necesarias para desarrollarme y culminar esta etapa de formación profesional.

Este trabajo refleja el camino recorrido durante estos cuatro años, el compromiso asumido desde el inicio y representa un paso más en el andamiaje hacia mis metas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por la vida, la salud y la oportunidad de culminar esta etapa académica, así como por la constancia y resiliencia necesaria para alcanzar esta meta.

A mis docentes y compañeros de carrera, por haber formado parte de este proceso, por los conocimientos compartidos, el acompañamiento y los espacios de aprendizaje que contribuyeron a mi formación académica a lo largo de estos años.

A mi tutora de proyecto de investigación, por la orientación, el seguimiento y las observaciones brindadas durante el desarrollo de este trabajo, las cuales permitieron fortalecer cada una de sus etapas.

Por último, a la Unidad Educativa Cristiana Nazareno donde se llevó a cabo la recolección de datos, por la apertura y colaboración que hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN DEL ANTI-PLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I	15
INTRODUCCIÓN	15
1.1 Antecedentes	17
1.2 Planteamiento del problema	19
1.2.1 Formulación del problema	21
1.2.2 Preguntas directrices	22
1.3 Justificación	22
1.4 Objetivos	24
1.4.1 Objetivo general	24
1.4.2 Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1 Estado del Arte	25
2.2 Fundamentación Teórica	28

2.2.1	Aprendizaje.....	28
2.2.2	Educación y aprendizaje	28
2.2.2.1	El aprendizaje de vectores en primero de bachillerato	29
2.2.2.2	Dificultades en el aprendizaje de vectores.....	29
2.2.2.3	Metodologías adecuadas en la enseñanza de vectores.....	30
2.2.3	Herramientas tecnológicas en la educación.....	30
2.2.3.1	Software Desmos	31
2.2.3.2	Características del software Desmos	31
2.2.3.3	Ventajas y desventajas del software Desmos	32
2.2.3.4	Desmos vs GeoGebra	33
2.2.4	Guía Didáctica	35
2.2.4.1	Criterios para el desarrollo de una guía didáctica.....	35
CAPÍTULO III.....		37
MARCO METODOLÓGICO.....		37
3.1	Enfoque de la investigación.....	37
3.2	Diseño de la investigación	37
3.3	Nivel de investigación	37
3.4	Tipo de investigación.....	38
3.4.1	Por la fuente	38
3.4.2	Por el lugar.....	38
3.4.3	Por el tiempo.....	38
3.5	Población y muestra.....	39
3.5.1	Población	39
3.5.2	Muestra	39
3.6	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	40
3.6.1	Técnica.....	40
3.6.2	Instrumentos.	40
3.6.2.1	<i>Los instrumentos aplicados fueron</i>	40
3.6.3	Estadístico de fiabilidad.....	41
3.6.3.1	Validez.....	41
3.6.3.2	Confiabilidad	41

3.7	Métodos de análisis y procesamiento de datos	43
3.7.1	Método de análisis	43
3.7.2	Procesamiento de datos.....	44
CAPÍTULO IV.....		46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		46
4.1	Resultados.....	46
4.2	Discusión	56
CAPÍTULO V.....		60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		60
5.1	Conclusiones.....	60
5.2	Recomendaciones	61
CAPÍTULO VI.....		62
PROPUESTA.....		62
6.1	Título.....	62
6.2	Introducción.....	62
6.3	Objetivo General.....	63
6.4	Justificación	63
6.5	Estructura y fundamentación de la propuesta.....	65
6.6	Guía didáctica desarrollada.....	68
BIBLIOGRAFÍA		70
ANEXOS		73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ventajas y desventajas del software Desmos.</i>	32
Tabla 2. <i>Cuadro comparativo entre Desmos y GeoGebra.</i>	34
Tabla 3. <i>Muestra conformada por estudiantes de segundo y tercero de bachillerato en la Unidad Educativa Cristiana Nazareno.</i>	39
Tabla 4. <i>Clasificación del coeficiente alfa de Cronbach</i>	42
Tabla 5. <i>Datos obtenidos en el cálculo del alfa de Cronbach</i>	42
Tabla 6. <i>Resultados de la prueba de conocimientos sobre aprendizaje de vectores dimensión conceptual.</i>	46
Tabla 7. <i>Resultados de la prueba de conocimientos sobre aprendizaje de vectores dimensión procedimental.</i>	47
Tabla 8. <i>Frecuencias de respuesta por ítem para la Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente.</i>	49
Tabla 9. <i>Frecuencias de respuesta por ítem para la Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores.</i>	51
Tabla 10. <i>Frecuencias de respuesta por ítem para la Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos.</i>	54
Tabla 11. <i>Relación entre dificultades detectadas, actividades en Desmos y resultados esperados.</i>	64
Tabla 12. <i>Matriz de consistencia interna de la propuesta: Trazabilidad integral</i>	66
Tabla 13. <i>Tabla de Secuencia y Progresión: Aprendizaje de Vectores con Desmos</i>	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Resultados obtenidos de la Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente.</i>	50
Figura 2. <i>Resultados obtenidos de la Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores.</i>	52
Figura 3. <i>Resultados obtenidos de la Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos.</i>	55

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo elaborar una guía didáctica apoyada en el uso del software Desmos, con la intención de contribuir al aprendizaje del tema de vectores en los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y diseño no experimental, complementado con actividades de campo y una revisión de la literatura científica para sustentar la propuesta. Para obtener la información necesaria se aplicó una prueba de conocimientos a estudiantes de segundo y tercero de bachillerato, junto con una encuesta que incluye ítems con escala Likert. Los resultados mostraron que los estudiantes dominan los conceptos básicos del tema. Sin embargo, al avanzar hacia procesos que requieren mayor interpretación, como la representación de vectores en el plano cartesiano, conversión entre coordenadas polares y rectangulares y producto vectorial, se presentaron dificultades altas. Asimismo, la encuesta permitió identificar que los estudiantes perciben que las herramientas tecnológicas pueden facilitar la comprensión de los conceptos sobre vectores y expresan una predisposición favorable para aprender con Desmos. A partir del análisis de datos y revisión literaria sobre el diseño adecuado de guías didácticas, se estructuró una propuesta organizada de forma progresiva y adaptada a planificaciones curriculares proporcionadas por el docente de la institución y tomando en cuenta Destrezas con Criterio de Desempeño inscritas en el currículo de Matemática 2016 Bachillerato General Unificado vigente en Ecuador.

Palabras clave: Aprendizaje, guía didáctica, herramientas tecnológicas, software Desmos, vectores.

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a didactic guide, supported by Desmos software, to enhance vector learning among high school students at Unidad Educativa Cristiana Nazareno. The research used a quantitative, non-experimental design, with fieldwork and a review of the scientific literature supporting the proposed intervention. Data were collected through a knowledge test administered to second- and third-year high school students and a Likert-scale survey. The results showed that students had an adequate understanding of basic vector concepts; however, they had significant difficulties with higher-level interpretation tasks, such as representing vectors on the Cartesian plane, converting between polar and rectangular coordinates, and performing vector cross-product operations. The survey also showed that students view technological tools as valuable for understanding vector concepts and have a positive disposition toward learning through Desmos. Based on the collected data and a review of the literature on didactic guide design, a structured, progressively organized proposal was developed. This proposal aligned with the institution's teachers' curricular planning and with the Performance-Based Skills (Destrezas con Criterio de Desempeño) established in Ecuador's 2016 Mathematics Curriculum for the Bachillerato General Unificado.

Keywords: Learning, didactic guide, technological tools, Desmos software, vectors



Reviewed by:

Mgs. Jessica María Guaranga Lema

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0606012607

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de vectores en el bachillerato paulatinamente ha ido dejando atrás métodos expositivos con el paso de los años. Sin embargo, en contextos particulares el docente puede continuar utilizando la pizarra como herramienta principal de enseñanza. Aunque esta herramienta es útil para diversos contenidos, puede resultar limitada para atender las diversas dificultades que los estudiantes enfrentan en el aprendizaje específicamente de conceptos abstractos y espaciales sobre vectores considerando la necesidad de fortalecer la comprensión geométrica y el uso de recursos tecnológicos en matemáticas (Ministerio de Educación del Ecuador [MINEDUC], 2016). Además, en algunos casos los docentes desconocen herramientas tecnológicas que podrían mitigar estas dificultades. En este contexto, el uso de herramientas tecnológicas educativas como Desmos, podría ofrecer una oportunidad para contribuir a la comprensión e interés de los estudiantes en el aprendizaje de vectores.

Para el presente estudio se consideró al software Desmos, una herramienta tecnológica educativa que ofrece alternativas innovadoras para transformar el aprendizaje de las matemáticas. Desmos es un software educativo interactivo que permite a los usuarios crear gráficos, explorar conceptos matemáticos y realizar cálculos de manera visual y dinámica. Según Cox et al. (2023), en su estudio se tuvo como objetivo la aplicación de Desmos para la enseñanza de funciones exponenciales, donde concluye que, el software mejora el rendimiento académico de estudiantes con el tema de funciones exponenciales. Este estudio destaca al software Desmos por su facilidad de uso y su capacidad para representar gráficamente funciones, ecuaciones y figuras geométricas, lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos.

A este respecto, aunque el estudio se centra en funciones exponenciales, sus hallazgos destacan el potencial pedagógico de Desmos en la representación gráfica. Esta característica puede ser una estrategia viable para superar las dificultades que los estudiantes enfrentan en el aprendizaje de vectores, dado que la visualización dinámica y la manipulación gráfica facilitan la comprensión de magnitudes, direcciones y operaciones vectoriales; así mismo, la herramienta presenta diversas actividades predefinidas que los docentes pueden usar para el diseño de

lecciones interactivas y atractivas, siendo estas accesibles desde cualquier dispositivo con conexión a internet, lo que la convierte en un recurso versátil y adaptable a diferentes contextos educativos (Ordóñez, 2023).

En el marco de esta investigación, se propone el diseño de una guía didáctica con el uso del software Desmos. La guía tiene como finalidad de contribuir con el aprendizaje del tema de vectores en estudiantes de bachillerato pertenecientes a la Unidad Educativa Cristiana Nazareno. La elaboración de esta guía se fundamentó, por una parte, en los resultados obtenidos a través de la encuesta con escala Likert, la cual permitió identificar el nivel de percepción de los estudiantes respecto al uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores y la predisposición de los estudiantes de aprender vectores con el software Desmos. Por otra parte, se aplicó una prueba de conocimientos a estudiantes de segundo y tercero de bachillerato quienes ya cursaron el bloque de vectores, con la finalidad de detectar dificultades conceptuales y procedimentales relacionadas con el contenido del tema de estudio. Con base en estos hallazgos, se propuso una guía didáctica que aborde dichas dificultades de manera clara, dinámica e innovadora. Cabe destacar que, en el presente estudio no evalúa de manera directa su impacto

A continuación, se detalla la estructura y sistematización del presente proyecto de investigación.

CAPÍTULO I: En esta sección se detallan los antecedentes de la investigación, se plantea el problema de investigación, la justificación, se detallan conjuntamente los objetivos generales y específicos, los mencionados anteriormente sostienen la construcción de este proyecto de investigación.

CAPÍTULO II: En esta sección se desarrolla el estado del arte con estudios relacionados con el tema de investigación y se procede a fundamentar teóricamente las variables implícitas en este estudio.

CAPÍTULO III: Sección donde se detalla la metodología empleada en el proyecto de investigación y su debida justificación.

CAPÍTULO IV: En este apartado se da a conocer los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados como son: la prueba de conocimientos sobre vectores y la encuesta que incluye ítems con escala Likert, con la ayuda de gráficos, tablas y estadística descriptiva.

CAPÍTULO V: Sección donde se redacta las conclusiones y recomendaciones, respondiendo a los objetivos generales y específicos.

CAPÍTULO VI: En este último capítulo se da a conocer el título, introducción, objetivos y justificación, de la guía didáctica propuesta en este proyecto de investigación. También se presenta la guía didáctica en formato de imagen y un enlace para su respectiva visualización y descarga.

1.1 Antecedentes

Cabe mencionar que en el bachillerato el estudio de vectores suele implicar una serie de confusiones conceptuales para los estudiantes, principalmente por el nivel de abstracción que requieren y por la persistencia de metodologías tradicionales poco dinámicas. (Bollen et al., 2015) Ante todo, esta problemática ha motivado que distintas investigaciones busquen otras vías que faciliten el aprendizaje de vectores. Entre las estrategias identificadas, destaca el uso de herramientas tecnológicas educativas como apoyo para representar de manera visual los conceptos sobre vectores. En este sentido, se analizaron estudios previos que incorporaron softwares educativos en el aprendizaje de vectores, como principal protagonista tenemos a GeoGebra.

En relación con lo anterior, bajo una revisión exhaustiva de investigaciones en base de datos como Google Scholar, Scielo, Dialnet y Redalyc, mediante palabras clave como: Desmos, vectores, enseñanza matemática, tecnología educativa, educación media. Además, realizando estas búsquedas entre los años 2018 y 2025, no se identificaron estudios que vinculen específicamente el uso del software Desmos con la enseñanza del contenido de vectores. Sin embargo, se hallaron otros estudios relacionados con la enseñanza de vectores mediante recursos tecnológicos.

Por ejemplo, el estudio realizado por Tenesaca (2020), concluyó que el software GeoGebra en la enseñanza de vectores en dos dimensiones R^2 , dio respuestas positivas por parte de los estudiantes en cuanto a atención y comprensión, gracias al carácter dinámico del programa, este contribuyó a optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En relación con la presente investigación, este antecedente ayuda a reconocer la importancia de la incorporación de recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza de vectores.

En el análisis de este estudio se puede notar que, su enfoque estuvo direccionado en comprobar la efectividad del uso del software dentro del aula. Sin embargo, es importante considerar que, el impacto en el aprendizaje no depende únicamente de la utilización del recurso tecnológico, sino de la forma en la que este es incorporado didácticamente dentro del proceso educativo, por tanto, el uso planificado de estrategias metodológicas se establece como un elemento fundamental para potenciar las posibilidades pedagógicas del software.

Seguidamente, frente a la carencia detectada, la investigación actual propone una guía didáctica estructurada específicamente para la enseñanza de vectores, en la que el software Desmos se integra como un componente de las actividades interactivas dinámicas. Además, dicha guía no se limita a incorporar tecnología, sino a una planificación pedagógica intencionada, basada en la secuencia y lógica de contenidos.

Del mismo modo, la investigación realizada en una escuela rural de Mashonaland East, en Zimbabue, desarrollada por Liberty (2024), identificó que, los estudiantes del grupo Wazvaremhaka presentaban diversas dificultades para visualizar vectores en dos dimensiones, lo que les imposibilitaba comprender de manera clara conceptos fundamentales como es el caso de la magnitud, dirección y vectores unitarios; antes de introducir recursos tecnológicos, evidenció una problemática recurrente, pues, según el investigador, los métodos tradicionales no ofrecían una solución suficiente hacia la problemática. El estudio, estuvo basado en un enfoque cuantitativo, considerando a 70 estudiantes y 20 docentes de matemática, mostrando además que, varios docentes tenían niveles bajos en el dominio de herramientas tecnológicas educativas, lo que dificultaba la incorporación de herramientas interactivas en las clases.

Ante esta problemática, el autor exploró el uso de simulaciones digitales como una alternativa de apoyo, denotando que, tanto estudiantes como docentes mantenían expectativas positivas respecto a su implementación, en donde el alumnado consideraba que estas herramientas podrían mejorar la resolución de problemas, del mismo modo, los docentes las veían como un complemento útil a la enseñanza tradicional. Asimismo, el estudio mostró que, la simulación despertaba mayor motivación y participación entre los estudiantes. Si bien los resultados reflejan un ambiente favorable hacia la incorporación tecnológica, también dejan ver que la escuela aún enfrenta desafíos estructurales, especialmente en lo relacionado con el manejo eficiente de recursos digitales. En este sentido, el antecedente destaca la necesidad de generar orientaciones claras y materiales organizados que faciliten el uso pedagógico de herramientas tecnológicas, propicio al tema de esta investigación.

Asimismo, se tiene a Lucero y Faican (2021), quienes estudiaron variables como la motivación y conocimientos adquiridos con GeoGebra como recurso para la enseñanza de vectores, fruto de esta investigación, los autores concluyen que GeoGebra favorece la motivación y la adquisición de aprendizajes matemáticos. Sin embargo, al revisar la investigación, se observa que no se detallan orientaciones metodológicas estructuradas, el software fue utilizado como un recurso adicional dentro de una actividad educativa, sin estar respaldado por una planificación estructurada ni por un modelo pedagógico claramente definido que guíe su cumplimiento. De ahí esta carencia compromete la consistencia y posibilidad de aplicar los resultados obtenidos en entornos diferentes, ya que el aprendizaje puede depender en exceso de la iniciativa del docente o de la motivación circunstancial del estudiante.

A partir de los análisis de los estudios revisados, estos se enfocan en la aplicación puntual de estas herramientas y simulaciones sin considerar una estructura didáctica sistematizada, esto imposibilita sostener estos mismos resultados en diferentes contextos, por eso la presente investigación busca responder a estas necesidades mediante el diseño de la guía didáctica.

1.2 Planteamiento del problema

En el aula es común observar que estudiantes pueden presentar dificultades para comprender conceptos fundamentales y operacionales relacionados con los vectores, tales como

módulo, dirección, sentido, vector unitario, representación gráfica, entre otros aspectos. Estas dificultades se refuerzan, en ocasiones, por métodos tradicionales de enseñanza basados en el uso exclusivo de la pizarra, acción que podría limitar la participación y la comprensión visual de conceptos abstractos. A la par, la falta de dominio de herramientas tecnológicas por parte de los docentes de matemáticas dificulta la incorporación de recursos interactivos que favorezcan el aprendizaje de los contenidos (Liberty, 2024).

Complementando, se encontró un estudio que se alinea con lo expuesto anteriormente, en Colombia-Pasto los estudiantes presentan dificultades persistentes en el aprendizaje de vectores, especialmente en lo relacionado con la interpretación gráfica, la dirección y el sentido (Fernández Ortega, 2021). Por otra parte, estas dificultades se agravan por el uso de metodologías tradicionales que no integran recursos visuales. Aunque el contexto difiere geográficamente al ecuatoriano, de igual forma comparte similitudes estructurales en el ámbito educativo, lo que permite establecer una referencia válida de las problemáticas de aprendizaje con el tema propuesto de esta investigación.

Continuando con la problemática detectada, a nivel nacional, el currículo de matemáticas de primero de Bachillerato General Unificado en Ecuador establece objetivos claros para el aprendizaje de vectores, tales como la representación de vectores en el plano cartesiano como pares ordenados, comprendiendo su magnitud, dirección y sentido; se incluyen las operaciones entre vectores como es el caso de la suma, resta y multiplicación por escalar, en forma geométrica y algebraica; en el contexto analizado en la investigación desarrollada por Cabrera-Nazareno et al. (2024), desarrollada en el Colegio Enrique Suárez Pimentel de la ciudad de Quito, evidenciaron que, varios estudiantes presentan dificultades para representar gráficamente un vector en el plano cartesiano y realizar operaciones básicas entre vectores, lo que refleja limitaciones en el desarrollo de estos aprendizajes específicos planteados en el currículo Matemática 2016 BGU.

En este contexto, con la finalidad de dar cumplimiento efectivo a los objetivos, sería necesario el uso y aplicación de estrategias didácticas que integren herramientas tecnológicas, es por ello que, la guía propuesta basada en el software Desmos puede ser una solución viable para mejorar el aprendizaje de vectores, alineándose con las políticas educativas nacionales y

promoviendo el uso de herramientas tecnológicas en el aula. Según Granda et al. (2024) la adaptación y uso de tecnologías educativas, puede ayudar a cerrar la brecha entre teoría y práctica, proporcionando a los estudiantes experiencias de aprendizaje más enriquecedoras y efectivas.

Para terminar, entrando a un terreno local, específicamente en la ciudad de Riobamba-Ecuador, la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, institución participante en este estudio, presenta como objetivo común mejorar la calidad de enseñanza en diversas áreas de conocimiento como el área de matemática. En el acercamiento al contexto institucional, se observó como posible problemática que el aprendizaje de vectores podría presentar dificultades para algunos estudiantes, especialmente en la representación gráfica, operacionalización, visualización directa de los componentes de un vector como: módulo, dirección, sentido, debido al nivel de abstracción que estos requieren. Aunque el cuerpo docente se encuentra comprometido con la formación integral de sus estudiantes, en ocasiones se pasa por alto el uso de herramientas tecnológicas innovadoras que faciliten la enseñanza de conceptos de manera interactiva, dinámica y atractiva. Posteriormente, la observación inicial fue contrastada con los resultados obtenidos con la aplicación de la prueba de conocimientos sobre vectores, donde se evidenciaron dificultades conceptuales y procedimentales por parte de los estudiantes participantes.

Implementar herramientas tecnológicas educativas como el software Desmos puede ser una solución viable para mejorar el aprendizaje de vectores. Según manifiesta Chechan et al. (2023) el software Desmos permite a los docentes crear actividades interactivas que pueden captar mejor la atención de los estudiantes y facilitar la comprensión de conceptos complejos.

1.2.1 Formulación del problema

¿De qué manera el diseño de una guía didáctica basada en el uso del software Desmos puede responder a las dificultades conceptuales y procedimentales identificadas en el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, en la ciudad de Riobamba?

1.2.2 Preguntas directrices

¿Qué dificultades conceptuales y procedimentales presentan los estudiantes en el aprendizaje de vectores?

¿Cuál es el nivel de percepción de los estudiantes sobre los aspectos pedagógicos relacionados con el aprendizaje de vectores y su disposición hacia el uso de herramientas tecnológicas en este proceso?

¿Qué aportes establece la literatura científica respecto al aprendizaje de vectores, uso de herramientas tecnológicas y la estructura adecuada de una guía didáctica para sustentar la propuesta?

¿Cómo debe estructurarse una guía didáctica con el uso del software Desmos para contribuir al aprendizaje de vectores en los estudiantes de bachillerato?

1.3 Justificación

El uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas ha cobrado gran relevancia. La ausencia de recursos interactivos puede dificultar la construcción de representaciones mentales en los estudiantes, afectando su comprensión y rendimiento académico (Domínguez y Carmona Vázquez, 2017); la presente investigación se encuentra orientada al diseño de una guía didáctica basada en la utilización del software Desmos, teniendo como propósito contribuir en el proceso de aprendizaje, generando clases más dinámicas e interactivas.

Desde el punto de vista académico, esta investigación resulta pertinente, debido a que, busca fortalecer el aprendizaje de vectores a través del uso de recursos visuales y manipulativos, dado que, de acuerdo con el enfoque constructivista, el aprendizaje es consolidado cuando el estudiante participa de manera activa en la construcción de su conocimiento (Vygotsky, 1978). Desde este punto de vista, el uso de Desmos podría favorecer la comprensión conceptual y posteriormente lo procedimental, al permitir la representación gráfica dinámica de vectores y facilitar la exploración de sus elementos.

Asimismo, en relación al aporte científico, el estudio es justificado debido a que se presenta limitada evidencia acerca de la aplicación específica de Desmos dentro del aprendizaje de vectores; investigaciones previas han demostrado que, herramientas tecnológicas como GeoGebra y Desmos ayudan a mejorar la comprensión matemática y motivación en el estudiantado (Aliu et al., 2025; Chechan et al., 2023), más, no se han desarrollado suficientes propuestas didácticas estructuradas enfocadas en el uso del software Desmos para este contenido en específico.

Del mismo modo, desde un enfoque metodológico, la propuesta contempla el diseño de actividades interactivas que utilizan Desmos para contribuir al desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas; en esta línea, la combinación entre tecnología y procesos planificados pretenden superar las limitaciones de enfoques tradicionales y potenciar la comprensión profunda de los vectores. La guía servirá como una herramienta práctica que puede ser aplicada en diversos contextos, contribuyendo en la planificación del docente, a su vez, permitiendo que las clases sean dinámicas y participativas.

Desde el punto de vista de factibilidad, el desarrollo de la investigación es factible, puesto que, la Unidad Educativa cuenta con los recursos para su progreso, entre estos se encuentran: el acceso a internet y dispositivos tecnológicos, cabe recalcar que, el software Desmos es gratuito y de fácil acceso, lo que facilita su implementación sin la implementación de costos adicionales, tampoco es necesaria la formación especializada, tal como lo sugieren estudios sobre el uso de herramientas digitales accesibles en el aula (Liberty, 2024).

Por otra parte, los principales beneficiarios de esta investigación serán los estudiantes de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, los cuales, podrán mejorar su aprendizaje a través del uso de herramientas tecnológicas interactivas, así mismo, los docentes podrán contar con una guía didáctica estructurada que contribuya su desarrollo pedagógico, con propuestas que destacan la importancia de integrar tecnología en la enseñanza de vectores (Fernández, 2021). No obstante, la institución podrá fortalecer el uso de recursos digitales, con lo cual promoverá procesos educativos más innovadores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Proponer una guía didáctica con el uso del software Desmos, orientada a contribuir al aprendizaje de vectores dirigida a los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, en la ciudad de Riobamba.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las principales dificultades conceptuales y procedimentales en el aprendizaje de vectores de los estudiantes de bachillerato.
- Determinar el nivel de percepción de los estudiantes sobre aspectos pedagógicos relacionados con el aprendizaje de vectores y su disposición hacia el uso de herramientas tecnológicas en este proceso.
- Analizar la literatura científica sobre aprendizaje de vectores, uso de herramientas tecnológicas y la estructura correcta de una guía didáctica para sustentar la propuesta.
- Estructurar la guía para el uso de Desmos en el aprendizaje de vectores, con base en el diagnóstico y la revisión teórica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Arte

En los últimos años, el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas ha cobrado relevancia, especialmente cuando se busca promover la comprensión de conceptos abstractos como los vectores. En este marco, plataformas como Desmos y GeoGebra se han consolidado como recursos didácticos potencialmente efectivos, aunque varían en su enfoque y alcance pedagógico. Por ello, es necesario examinar estudios recientes que han evaluado su aplicación en el aula, ya que estos aportan elementos clave para comprender su efectividad y orientan el desarrollo de propuestas pedagógicas basadas en tecnología.

En primer lugar, tenemos el estudio realizado por Curtis Dy (2024), este estudio se propuso implementar Desmos como herramienta de gráficos en sesiones virtuales de Estadística y Probabilidad con estudiantes de undécimo grado. En la metodología, utilizaron un enfoque mixto, aplicando evaluaciones tanto antes, como después de la intervención, para medir cambios en el desempeño, de manera complementaria, se recolectó percepciones de los estudiantes a través de un análisis narrativo, la intervención se desarrolló vía Google Meet, con actividades que requerían visualizar y manipular gráficos en Desmos. Los resultados cuantitativos mostraron una diferencia estadísticamente significativa, dado que el valor t obtenido ($t = -3,78$) superó en valor absoluto al t crítico ($t = \pm 2,074$), lo que sugiere una mejora real en las competencias de gráficos. Además, desde lo cualitativo, los estudiantes mostraron mayor colaboración, reflexión acerca los procedimientos, al igual que, una valoración de Desmos como accesible y conveniente para el trabajo escolar.

Por otra parte, Chechan et al. (2023), examinó el impacto de Desmos en el aprendizaje de funciones con 98 estudiantes de secundaria en Suecia, desarrollando su investigación a través de un enfoque mixto, en donde, combinaron pretest–postest con encuestas de opinión; los autores diseñaron tareas de visualización y verificación inmediata en Desmos, desarrollando actividades que permitían analizar cambios de parámetros, contrastando soluciones gráficas y analíticas, comparando un grupo experimental frente a un grupo control; los resultados que

obtuvieron mostraron mejoras significativas en el grupo experimental a través de cinco constructos (comprensión de conceptos, análisis de funciones, interpretación de gráficas, entre otros), mientras que, en los testimonios brindados por el estudiantado evidenciaron que, la visualización en tiempo real y la interactividad hicieron más accesibles procesos que, en papel y lápiz, resultaban arduos, es por ello que, el estudio respalda la eficacia de Desmos para el desarrollo de conocimiento conceptual, aunque al centrarse en funciones sugiere el reto de adaptar el enfoque a contenidos como los vectores, incorporando puntos móviles, deslizadores y representaciones paramétricas para mantener la misma lógica de exploración.

Entrando a la línea de guías didácticas, tenemos el estudio realizado por Fernández (2021), con propuestas didácticas para la enseñanza de vectores, desarrollado en la Unidad Educativa Chordeleg, Cuenca-Ecuador, cuyo objetivo fue ofrecer una alternativa metodológica para mejorar el aprendizaje de esta unidad en estudiantes de primero de bachillerato. La propuesta consistió en diseñar seis clases utilizando el software GeoGebra, con el propósito de favorecer un aprendizaje significativo, con la finalidad de sustentar la propuesta, se aplicó una prueba diagnóstica a los estudiantes y se realizaron entrevistas a docentes del área de matemáticas, lo que permitió identificar dos aspectos clave: la falta de conocimientos previos sobre vectores y la predisposición positiva de los docentes hacia el uso de herramientas tecnológicas en el aula, a pesar de que la propuesta no llegó a implementarse, el estudio concluye que la incorporación de recursos digitales como GeoGebra puede contribuir a mejorar el rendimiento académico y aumentar la motivación estudiantil. Este hallazgo resulta relevante para la presente investigación, ya que respalda la pertinencia de diseñar una guía didáctica basada en Desmos, aprovechando sus capacidades de representación gráfica interactiva para promover la comprensión conceptual y el interés por la asignatura.

Continuando con la enseñanza de vectores tenemos el estudio de Aliu et al. (2025), que comparó el enfoque clásico de enseñanza de vectores con el uso de GeoGebra en dos escuelas con estudiantes de noveno grado, poniendo el acento en comprensión conceptual y procedimental, resolución de problemas y participación activa, dentro del procedimiento fueron diseñadas actividades de visualización y manipulación que permitieron a los estudiantes explorar direcciones, magnitudes y operaciones con mayor claridad; en consecuencia, el grupo que utilizó GeoGebra mostró generar un mejor rendimiento y mayor implicación en las

actividades planteadas. A pesar de ello, los autores señalan barreras vinculadas a la disponibilidad de tecnología, la capacitación docente y la escalabilidad, que pueden afectar la efectividad de estas herramientas en contextos con recursos limitados. En otras palabras, los resultados sostienen el valor de la interactividad para el tema de vectores, pero también subrayan que su impacto depende de condiciones institucionales y de un andamiaje pedagógico explícito, de ahí se puede inferir que cualquier guía con Desmos deba incluir rutinas de estimación, verificación y explicación para fortalecer la construcción conceptual y evitar una dependencia puramente instrumental.

A este conjunto de investigaciones se añade el estudio de Liberty (2024), desarrollado en Zimbabue, en el cual, se analizó las percepciones de estudiantes y docentes sobre la enseñanza de vectores mediante herramientas de simulación digital; identificando que, los estudiantes enfrentaban dificultades previas en la visualización espacial, particularmente en la comprensión de magnitud y dirección, mientras que el profesorado mostraba una baja alfabetización tecnológica que limitaba el uso efectivo de recursos digitales; a pesar de ello, ambos grupos manifestaron una actitud favorable hacia la inclusión de simulaciones, reconociendo su valor para clarificar contenidos abstractos. Este estudio aporta una perspectiva relevante, debido a que, evidencia que la tecnología puede mejorar sistemáticamente el aprendizaje de vectores, incluso en contextos con limitaciones tecnológicas, siempre y cuando esta se encuentre acompañada de materiales estructurados y apoyo docente.

En conjunto, los estudios presentados permiten identificar tendencias comunes entorno al uso de herramientas tecnológicas, así mismo, limitaciones que pueden generar nuevos campos de investigación.

A pesar de estos hallazgos, se identificaron vacíos significativos, especialmente en la aplicación del software Desmos para el aprendizaje específico de vectores en el nivel de bachillerato; si bien diversas investigaciones destacan el uso de herramientas como GeoGebra para contribuir a la comprensión conceptual y procedimental, no se encontraron propuestas didácticas estructuradas que logren integrar Desmos en este contenido de manera particular, lo cual podría derivar en la limitación del aprovechamiento de sus características de visualización dinámica e interacción en tiempo real, del mismo modo, se pudo observar la ausencia de estudios

que comparen de forma directa el impacto de Desmos y GeoGebra en el aprendizaje de vectores, lo que podría limitar el análisis de su eficacia. Por otra parte, los estudios revisados coinciden en resaltar la importancia de la visualización y la manipulación interactiva como factores relevantes en el aprendizaje de contenidos abstractos, puesto que, en la mayoría de los casos no se profundiza en estrategias metodológicas concretas que articulen el uso de estas herramientas con el desarrollo del pensamiento conceptual. En este contexto, la presente investigación adquiere pertinencia al proponer una guía didáctica basada en Desmos, orientada a contribuir a la comprensión del tema de vectores, buscando abordar el vacío identificado y ofreciendo un recurso metodológico estructurado y adaptado al contexto educativo de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno en Riobamba.

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Aprendizaje

El aprendizaje se concibe como un proceso mediante el cual una persona logra cambios relativamente estables en sus conocimientos, habilidades y actitudes como resultado de la experiencia. Este enfoque destaca que aprender no es un acto inmediato, sino una construcción que se consolida con la práctica y la interacción con el entorno. Dicho proceso permite al individuo adaptarse a diferentes contextos y desarrollar competencias que facilitan su desempeño académico y personal (Roa Rocha, 2021).

2.2.2 Educación y aprendizaje

La educación se concibe como un proceso intencional que organiza experiencias para favorecer el aprendizaje, entendido como una transformación duradera en las estructuras cognitivas y conductuales del individuo. Vygotsky (1978), señala que aprender implica más que acumular información, supone una reorganización profunda del conocimiento que permite al sujeto adaptarse y desenvolverse en distintos contextos. En esta línea, la educación actúa como el medio que orienta y facilita dichas experiencias, integrando factores sociales, emocionales y culturales que influyen en la manera en que se construyen los saberes. Esta relación evidencia que la educación no es un fin en sí mismo, sino un mecanismo que potencia el aprendizaje,

promoviendo competencias que trascienden lo académico y se proyectan hacia la vida personal y profesional del estudiante.

2.2.2.1 El aprendizaje de vectores en primero de bachillerato

El aprendizaje de vectores en el primer año de bachillerato se entiende como el proceso mediante el cual los estudiantes adquieren la capacidad de representar, interpretar y operar con magnitudes que poseen dirección y sentido, aplicando tanto métodos gráficos como algebraicos. Este aprendizaje implica comprender conceptos fundamentales como magnitud, dirección, sentido y componentes, así como desarrollar habilidades para realizar operaciones básicas (suma, resta y multiplicación por escalar) en el plano cartesiano. Su importancia radica en que constituye la base para temas más complejos en física y matemáticas, por lo que requiere estrategias didácticas que favorezcan la visualización y la manipulación interactiva de los elementos vectoriales (Mora y Gutiérrez, 2018).

2.2.2.2 Dificultades en el aprendizaje de vectores

En el primer curso de bachillerato, la enseñanza de los vectores suele presentar obstáculos significativos que limitan la comprensión profunda del concepto. “Estas dificultades se originan, en gran medida, por la falta de conexión entre la teoría y su aplicación en contextos reales, lo que conduce a un aprendizaje mecánico centrado en algoritmos y procedimientos” (Socas, 1997, p. 125). Juvero (2020), señala que los estudiantes habitualmente tienden a confundir la naturaleza del vector con la de un número escalar, mostrando problemas para interpretar su dirección y sentido, así como, en el momento de realizar operaciones básicas tales como la suma y la resta, sumándose la ausencia de una base sólida en geometría y trigonometría, que dificulta la representación gráfica y la descomposición en componentes. Esta situación evidencia la necesidad de replantear las estrategias didácticas, incorporando recursos visuales, actividades contextualizadas y herramientas digitales que favorezcan la construcción significativa del concepto y reduzcan la dependencia de métodos puramente algorítmicos.

2.2.2.3 Metodologías adecuadas en la enseñanza de vectores

La enseñanza de vectores en el bachillerato en la contemporaneidad exige una metodología que combine aprendizaje activo, recursos digitales interactivos y contextualización de problemas reales. En primer lugar, se recomienda estructurar la clase bajo el modelo 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) su traducción en español es (Involucrar, Explorar, Explicar, Elaborar, Evaluar), que permite iniciar con actividades motivadoras, continuar con exploración mediante herramientas tecnológicas, explicar conceptos formales, elaborar soluciones aplicadas y finalmente evaluar con retroalimentación (Escobar Moreno et al., 2021). En segundo lugar, la incorporación de GeoGebra y simuladores como PhET y Educaplus, facilita la representación dinámica de operaciones entre vectores, lo que reduce la abstracción y ayuda en la comprensión espacial y algebraica. Investigaciones recientes demuestran que el uso de GeoGebra incrementa el rendimiento académico y la motivación, al transformar conceptos abstractos en experiencias visuales interactivas (Guacho Tixi, 2024). Asimismo, es necesario contextualizar los ejercicios en situaciones reales, como problemas de física o ingeniería, para dar sentido funcional al aprendizaje y fortalecer competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con habilidades para resolver problemas de la vida real, puesto que, esta combinación de estrategias responde a las demandas educativas actuales y contribuye a superar las dificultades tradicionales en la enseñanza de vectores (Rodríguez Villarreal, 2023).

2.2.3 Herramientas tecnológicas en la educación

Según Mesa Montero et al. (2023), las herramientas tecnológicas son recursos digitales incorporados al proceso educativo para hacerlo más dinámico, accesible y significativo. No se trata solo del uso de computadoras o aplicaciones, sino de integrar soluciones que faciliten la comprensión y la interacción entre estudiantes y docentes. Estas herramientas incluyen plataformas virtuales, programas especializados, simuladores y aplicaciones que permiten visualizar conceptos complejos, recibir retroalimentación inmediata y trabajar de manera colaborativa. Su importancia se encuentra en el favorecimiento de la conexión entre el aprendizaje y la realidad a través de experiencias con un sentido práctico y atractivo, pues, cuando es empleado con una planificación pedagógica adecuada, contribuye en el desarrollo de

la autonomía, pensamiento crítico y la competencia digital, cabe recalcar que, la tecnología no sustituye al docente, sino que permite fortalecer su capacidad para guiar y acompañar el aprendizaje de acuerdo con las demandas del siglo XXI.

2.2.3.1 Software Desmos

Desmos es una herramienta tecnológica de libre acceso que permite representar gráficamente funciones, ecuaciones y objetos matemáticos de manera dinámica e interactiva, facilitando la visualización y exploración de conceptos matemáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Desmos Studio PBC, 2025).

Además, Desmos se ha convertido en una herramienta útil para la enseñanza de las matemáticas porque permite la interacción visual y dinámica con los contenidos. A diferencia de las calculadoras tradicionales, permite graficar funciones y manipular parámetros en tiempo real. Cada cambio afecta la representación gráfica de forma inmediata, fomentando la curiosidad y la experimentación. Su accesibilidad desde cualquier dispositivo facilita la continuidad del aprendizaje fuera del aula (Emanuelle, 2025).

Por otra parte, la eficacia de Desmos no se ve limitada debido a su funcionalidad técnica, sino que, este depende de la forma en que se integra en la práctica docente, además, investigaciones recientes demuestran que su uso planificado incrementa la participación del alumnado y mejora el rendimiento académico, especialmente en temas que requieren visualización, como vectores y funciones. Mediana (2023) señala que esta herramienta potencia el aprendizaje activo cuando se acompaña de estrategias pedagógicas claras, como actividades guiadas y retroalimentación constante. Sin embargo, advierten que su impacto disminuye si se utiliza sin objetivos definidos o sin una capacitación adecuada del docente.

2.2.3.2 Características del software Desmos

La plataforma Desmos destaca por ofrecer una experiencia de aprendizaje altamente intuitiva y dinámica, concebida específicamente para el estudio de funciones matemáticas. En primer lugar, su calculadora gráfica interactiva permite representar funciones, ecuaciones y desigualdades en tiempo real, lo que facilita la exploración de transformaciones algebraicas y geométricas al instante (Chechan et al., 2023) asimismo, la integración de deslizadores,

contribuyen a la obtención de una forma más visual y experimental conforme a la modificación de parámetros, favoreciendo la comprensión de cómo cada cambio influye en la gráfica. Por otra parte, diversos estudios señalan la accesibilidad de Desmos, pues, al ser gratuito y funcionar directamente en navegadores o dispositivos móviles, logra eliminar las diversas barreras tecnológicas, garantizando su uso en diversos ambientes (Curtis Dy, 2024). Dentro del ámbito pedagógico, Desmos ha demostrado ser plenamente adaptable, debido a que, puede integrarse con metodologías de enseñanza contemporáneas y plataformas como es el caso de Google Classroom, lo que contribuye en el trabajo colaborativo y el seguimiento docente en tiempo real (Mediana Jr y Dio, 2025); del mismo modo, muestra robustez debido a su capacidad de trabajar con funciones en coordenadas polares y paramétricas, manejar listas y tablas, e incluso realizar análisis estadístico, ampliando su utilidad más allá del campo gráfico (González, 2024); estas características consolidan a Desmos como una herramienta versátil y eficaz para el aprendizaje conceptual de las matemáticas, fusionando la visualización dinámica, accesibilidad, apoyo pedagógico y alcance matemático avanzado.

2.2.3.3 Ventajas y desventajas del software Desmos

Tabla 1.

Ventajas y desventajas del software Desmos.

Categoría	Ventajas	Desventajas
a		
Accesibilidad	Es gratuito y funciona en navegadores y dispositivos móviles sin instalación, lo que elimina barreras tecnológicas.	Demanda conexión a internet, limitando su uso en lugares con poca conectividad.
Interactividad	Permite graficar funciones en tiempo real, asimismo, es posible usar deslizadores para modificar parámetros, fomentando aprendizaje activo.	Induce a la excesiva dependencia para representaciones gráficas, reduciendo el desarrollo del razonamiento algebraico.

Compatibilidad	Es integrado con plataformas educativas como Google Classroom, lo cual, favorece el trabajo colaborativo y acompañamiento docente.	Su beneficio depende de la capacitación del cuerpo docente, pues, un uso inadecuado puede reducir su impacto a nivel pedagógico.
Funciones avanzadas	Admite el uso de coordenadas polares, paramétricas y tablas para análisis estadístico.	No posee herramientas sólidas de cálculo simbólico para niveles avanzados, como es el caso del desarrollo de derivadas e integrales complejas.
Impacto pedagógico	Mejora la comprensión conceptual y la motivación estudiantil, contribuyendo en el desarrollo de experiencias de aprendizaje dinámicas.	Puede ser menos útil en cursos de nivel superior que requieren procedimientos analíticos de manera relativamente detallada.

Nota. Tabla desarrollada a partir de la adaptación de los contenidos presentados por Chechan, Ampadu y Pears (2023), González (2024) y, Mediana y Dio (2025).

2.2.3.4 Desmos vs GeoGebra

En la actualidad, la incorporación de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas se ha convertido en una estrategia fundamental para contribuir a la comprensión y el aprendizaje, entre las aplicaciones pertinentes a este estudio se encuentran Desmos y GeoGebra, las cuales comparten el objetivo de facilitar la representación gráfica y la exploración interactiva de conceptos matemáticos, aunque ambas herramientas persiguen fines similares, presentan diferencias sustanciales en cuanto a funcionalidad, accesibilidad y alcance pedagógico, es por ello que, resulta pertinente realizar una comparación detallada que permita identificar cuál de ellas ofrece mayores beneficios según el nivel educativo y las necesidades del docente.

Tabla 2.

Cuadro comparativo entre Desmos y GeoGebra.

Categoría	Desmos	GeoGebra
Accesibilidad	Gratuito, basado en navegador y apps móviles, no requiere instalación.	Gratuito, requiere instalación en PC o uso en línea, apps móviles disponibles.
Interactividad	Gráficas en tiempo real, deslizadores para parámetros, animaciones simples.	Gráficas dinámicas, construcción geométrica avanzada, animaciones complejas.
Compatibilidad	Integración con Google Classroom, uso colaborativo en línea.	Compatible con múltiples plataformas, permite trabajo colaborativo y exportación a formatos variados.
Funciones avanzadas	Soporta coordenadas polares, paramétricas y análisis estadístico básico.	Incluye geometría dinámica, álgebra, cálculo simbólico, CAS y 3D avanzado.
Impacto pedagógico	Favorece comprensión visual y exploración interactiva, ideal para funciones.	Excelente para geometría, álgebra y cálculo, más completo para niveles superiores.

Nota. Elaboración propia del cuadro comparativo a partir de un análisis técnico-pedagógico de las características y funcionalidades de GeoGebra y Desmos

A partir del análisis técnico-pedagógico realizado sobre estas herramientas tecnológicas, se puede afirmar que Desmos sobresale por su simplicidad, accesibilidad y facilidad de uso, lo que lo convierte en una opción ideal para la enseñanza de funciones y conceptos básicos en niveles escolares y universitarios iniciales, por otra parte, GeoGebra ofrece un conjunto amplio de herramientas, en donde, se incluye cálculo simbólico, geometría dinámica y representación

en 3D, lo que hace que este software sea más adecuado para cursos avanzados y contextos en donde se necesita un abordaje integral de matemática, por tanto, la elección entre los softwares dependerá del nivel educativo y objetivos pedagógicos, pues, Desmos es óptimo para la exploración gráfica y la enseñanza intuitiva, mientras que, GeoGebra se posiciona como la mejor opción para un aprendizaje profundo y completo en contenidos avanzados.

2.2.4 Guía Didáctica

Una guía didáctica es mucho más que un simple documento con instrucciones. En realidad, se trata de un recurso pedagógico que organiza de manera clara los objetivos, contenidos y actividades para que el estudiante pueda aprender de forma autónoma. Además, no solo ordena la información, sino que, actúa como un puente entre el docente y estudiante, brindando orientaciones que facilitan la comprensión y el avance paso a paso, asimismo, su diseño incluye estrategias que ayudan a regular el aprendizaje, lo que significa que el estudiante no depende totalmente del profesor, sino que desarrolla habilidades para aprender por sí mismo. Por consiguiente, actualmente, estas guías también incorporan recursos digitales y actividades interactivas, lo que las convierte en herramientas modernas que responden a las necesidades de la educación actual, es por ello que, una guía didáctica no solo organiza, sino que, motiva, orienta y acompaña en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, ayudando a que el aprendizaje sea relativamente significativo y sobre todo, conectado con el mundo real (Mesa Montero et al., 2023).

2.2.4.1 Criterios para el desarrollo de una guía didáctica

2.2.4.1.1 Estructura de una guía didáctica

Pino y Urías (2020) señalan que cada parte de una guía didáctica cumple una función esencial para garantizar un aprendizaje organizado y autónomo, en donde, en primer lugar, la portada no solo identifica el documento, sino que aporta formalidad y claridad sobre el contenido, posterior, la presentación es clave porque introduce el propósito de la guía y motiva al estudiante, explicando por qué el tema es relevante. A continuación, los objetivos orientan el aprendizaje, puesto que, señalan de manera precisa qué se espera lograr, permitiendo al alumno tener una meta clara. Por otra parte, los contenidos organizados de manera lógica facilitan la

comprensión y evitan la dispersión de ideas, asimismo, las actividades de aprendizaje son lo medular de la guía, porque promueven la práctica y la aplicación de los conocimientos, especialmente si incluyen recursos digitales que hacen el proceso más dinámico; del mismo modo, la sección de recursos y materiales asegura que el estudiante disponga de todo lo necesario para desarrollar las tareas sin obstáculos. Por último, la evaluación permite verificar el logro de los objetivos y ofrecer retroalimentación, mientras que la bibliografía respalda la calidad académica del documento y fomenta la consulta de fuentes confiables. En conjunto, estas partes no solo estructuran el aprendizaje, sino que lo convierten en un proceso claro, motivador y autónomo.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo con alcance documental-propositivo, dado que se recolectó y analizó datos numéricos provenientes de una prueba de conocimientos y una encuesta que incluye ítems con escala Likert. Además, se realizó una revisión teórica y bibliográfica orientada a fundamentar el diseño de la guía didáctica basada en el uso del software Desmos. Espinoza-Freire (2025), señala que la investigación cuantitativa es un enfoque que permite medir variables, analizar relaciones y generalizar resultados mediante análisis estadísticos objetivos, lo que favorece la comprobación de teorías y la interpretación de patrones de comportamiento.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue no experimental, ya que no se manipularon las variables ni se aplicó la guía didáctica para medir su efecto. Sousa et al. (2007), señalan que en los diseños no experimentales no existe manipulación de variables o grupos de comparación. El investigador observa lo que ocurre de forma natural, sin intervenir de manera alguna.

3.3 Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue descriptivo–propositivo, ya que en una primera fase se realizó el diagnóstico de las dificultades en el aprendizaje de vectores mediante una prueba de conocimientos y una encuesta que incluye ítems con escala Likert, con el fin de identificar y medir dificultades y percepciones respectivamente de los estudiantes.

En la fase descriptiva se caracterizó la información obtenida, permitiendo comprender la situación del objeto de estudio. Sousa et al. (2007), señalan que la investigación descriptiva observa, describe y fundamenta el fenómeno sin manipulación de variables.

Posteriormente, el nivel propositivo se desarrolló mediante el diseño de una guía didáctica, cuyo procedimiento incluye: diagnóstico de necesidades, definición de criterios didácticos y tecnológicos, estructuración de actividades de aprendizaje con el uso del software

Desmos, y una revisión de coherencia interna de la propuesta. Considerando esto, Roggema (2016), señala que la investigación propositiva plantea soluciones concretas a problemas identificados.

3.4 Tipo de investigación

3.4.1 Por la fuente

La investigación fue de campo y documental, ya que combina la recolección de datos directamente en la institución educativa con la revisión de literatura científica para sustentar la propuesta. Soto-Lesmes y Villalobos (2010) señalan que “el trabajo de campo constituye una fase esencial en la investigación cualitativa y cuantitativa, pues permite la recolección directa de datos en el contexto donde ocurren los fenómenos, garantizando su validez ecológica” (p.253)

De manera complementaria Tancara (1993), señala que "la investigación documental es una modalidad de la investigación científica que se basa en la búsqueda, selección, organización y análisis de información contenida en documentos, con el fin de construir conocimiento sobre un tema específico" (p. 91)

3.4.2 Por el lugar

La investigación fue in situ, ya que se refiere al análisis de un fenómeno directamente en el lugar y condiciones donde ocurre, en este caso la Unidad Educativa Cristiana Nazareno.

3.4.3 Por el tiempo

La investigación fue transversal, ya que se recolectó datos en un solo momento de tiempo. Rodríguez y Mendivelso (2018), señalan que, en los estudios de corte transversal, todas las mediciones se realizan en una sola ocasión, lo que implica que la recolección de datos ocurre en un solo momento de tiempo, sin observar variaciones temporales posteriores.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

Se consideró a 88 estudiantes de Bachillerato General Unificado (BGU) de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, distribuidos de la siguiente manera; 1ro de bachillerato: 30 estudiantes, 2do de bachillerato: 24 estudiantes y 3ro de bachillerato: 34 estudiantes.

3.5.2 Muestra

El muestreo utilizado fue de tipo no probabilístico por conveniencia, seleccionada intencionalmente ya que se quiere obtener información sobre un tema en específico. Donde la muestra está conformada por 24 estudiantes de segundo y 34 estudiantes de tercero de bachillerato de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, se seleccionó a estudiantes de segundo y tercero de bachillerato dado que ambos cursos ya habían cursado el bloque de vectores en primero de BGU, lo que permite un diagnóstico retrospectivo de las dificultades de aprendizaje consolidadas. La inclusión de ambos cursos responde a la necesidad de obtener una muestra con (n=58) que aporte mayor solidez al diagnóstico.

Tabla 3.

Muestra conformada por estudiantes de segundo y tercero de bachillerato en la Unidad Educativa Cristiana Nazareno.

Muestra	Frecuencia	Porcentaje
Estudiantes de 2do de bachillerato	24	41,38%
Estudiantes de 3ro de bachillerato	34	58,62%
Total	58	100,00%

Nota. Esta tabla muestra el número de alumnos que conforman la muestra de este trabajo de investigación.

3.6 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.6.1 Técnica.

Para esta investigación se utilizaron dos técnicas principales para obtener información confiable y relacionada con las variables de estudio.

Prueba objetiva: Se empleó para evaluar el nivel de conocimiento que poseen los estudiantes de segundo y tercero de bachillerato sobre conceptos y procedimientos relacionados con los contenidos del bloque de vectores, establecidos en el currículo nacional del Ecuador para primero de Bachillerato General Unificado (BGU). Medina et al. (2023), expresa que la prueba objetiva es una herramienta de evaluación utilizada para medir conocimientos, habilidades y competencias de una manera objetiva y sistemática.

Encuesta: Se utilizó para recoger información relevante sobre las percepciones pedagógicas en el aprendizaje de vectores, el uso de herramientas tecnológicas en clases y disposición del uso de Desmos para el aprendizaje de vectores. Según Medina et al. (2023), la encuesta permite a los investigadores obtener información sobre comportamientos, actitudes, opiniones y demografía de una población objetivo.

3.6.2 Instrumentos.

3.6.2.1 *Los instrumentos aplicados fueron*

Prueba de conocimientos: Este instrumento, estructurado con dos dimensiones conceptual y procedimental contó con preguntas específicas, el instrumento fue diseñado para evaluar el dominio conceptual y habilidades procedimentales de estudiantes que cursaron el bloque de vectores los cuales son: segundo y tercero de BGU, ellos al cursar primero de bachillerato, cuentan con la experiencia suficiente para rendir esta prueba, partiendo de esta acción se identificaron las dificultades de aprendizaje.

Cabe señalar que, si bien el producto vectorial no forma parte del currículo oficial de 1ro de Bachillerato General Unificado Matemática (2016), estos contenidos fueron incluidos en el instrumento, debido a que los estudiantes de segundo y tercero de bachillerato los han abordado

previamente. Su incorporación responde a las necesidades detectadas en coordinación con el docente de la institución.

Cuestionario con escala Likert: Diseñado para obtener respuestas valoradas en diferentes niveles de acuerdo y desacuerdo. Este instrumento facilitó la recopilación de información sobre percepciones de estudiantes de segundo y tercero de bachillerato, quienes ya cursaron el bloque temático vectores, específicamente en relación con aspectos pedagógicos y el uso de herramientas tecnológicas en clases del tema antes mencionado. Según Koo y Yang (2025), la escala tipo Likert es un instrumento psicométrico ampliamente utilizado para medir actitudes, opiniones o percepciones en contextos de investigación.

3.6.3 Estadístico de fiabilidad.

3.6.3.1 Validez

La validez de los instrumentos de recolección de datos fue realizada por dos docentes expertos del área de matemática de la Universidad Nacional de Chimborazo, para lo cual se empleó una matriz técnica de validación (ver **Anexo 3**) encargada de evaluar cada reactivo bajo los criterios de adecuación, que comprende la (facilidad de comprensión, suficiencia de las opciones de respuesta y orden lógico) y pertinencia, referida a la (relación directa con los objetivos del estudio). El proceso de validación se aplicó a la prueba de conocimientos, la cual se estructuró en dos dimensiones la conceptual y la procedimental, y de forma simultánea a la encuesta, organizada en tres categorías las cuales son: Categoría A: aspectos pedagógicos y claridad docente, Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores y Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos. Tras constatar que las instrucciones son precisas, la secuencia de los ítems es adecuada y el número de reactivos es suficiente para los fines diagnósticos, los evaluadores otorgaron una calificación global de excelente, ratificando así el rigor metodológico necesario para la recolección de datos.

3.6.3.2 Confiabilidad

Se realizó el cálculo del “Alfa de Cronbach: Método Alpha de Lee Cronbach”, para medir la fiabilidad y consistencia interna de las preguntas del cuestionario que incluye ítems con

escala Likert, para este proceso se utilizó Excel con los datos obtenidos en el cuestionario, se usó la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde; K: es el número de preguntas del instrumento, S_i^2 : Varianza de cada ítem, $\sum_{i=1}^k S_i^2$: es la sumatoria de las varianzas de los ítems, S_T^2 : la varianza total del instrumento y α : es el coeficiente de “Alfa de Cronbach”.

A continuación, se presenta la clasificación del coeficiente alfa de Cronbach utilizada para valorar la consistencia interna de los instrumentos de recolección de datos, de acuerdo con los rangos establecidos:

Tabla 4.

Clasificación del coeficiente alfa de Cronbach

Rango de valor	Nivel de confiabilidad
≥ 0.90	Excelente
0.80 – 0.89	Buena
0.70 – 0.79	Aceptable
0.60 – 0.69	Cuestionable
0.50 – 0.59	Pobre
< 0.50	Inaceptable

Nota. Clasificación del coeficiente Alfa de Cronbach basada en los criterios de confiabilidad propuestos por Taber (2018).

Tabla 5.

Datos obtenidos en el cálculo del alfa de Cronbach

Denominación	Categoría A	Categoría B	Categoría C	Global
Número de preguntas (k)	5	5	5	15

Sumatoria de las varianzas $\sum_{i=1}^k S_i^2$	3.967777778	5.681111111	5.243333333	14.892222222
Varianza del instrumento S_T^2	20.45422117	18.73156956	12.7990488	101.0383472
Alfa de Cronbach (α)	0.863589297	0.746474235	0.63250086	0.913508803

Nota. Esta tabla muestra el valor del alfa de Cronbach, para cada una de las Categorías y un valor global de la encuesta con escala Likert que representa la confiabilidad del instrumento.

La confiabilidad del instrumento fue determinada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, con el propósito de evaluar la consistencia interna de los ítems aplicados. Los resultados evidenciaron que la Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente, obtuvo un coeficiente de 0.864, correspondiente a un nivel de confiabilidad buena; la Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores, alcanzó un valor de 0.746, considerado un nivel de confiabilidad aceptable; y la Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos, presentó un coeficiente de 0.633, ubicado en un nivel de confiabilidad cuestionable, valor por debajo del umbral aceptable de 0.70, lo que indica que existe una relación parcial entre los ítems de la categoría. Además, esto se atribuye al reducido número de ítems por subescala ($k=5$), lo cual limita estructuralmente el coeficiente (Barbera et al., 2020).

De manera global, el instrumento alcanzó un alfa de Cronbach de 0.91, valor que corresponde a un nivel de confiabilidad excelente. En consecuencia, el instrumento aplicado se consideró confiable para la recolección de la información de la presente investigación.

3.7 Métodos de análisis y procesamiento de datos

3.7.1 Método de análisis

En relación con la prueba de conocimientos, esta estuvo compuesta por 16 ítems de selección única, distribuidos en dos dimensiones: conceptual (8 ítems, preguntas 1–8) y

procedimental (8 ítems, preguntas 9–16). La escala de medición fue dicotómica: respuesta correcta=1, incorrecta=0, luego se procedió a contabilizar las respuestas correctas e incorrectas en cada uno de los ítems. A partir de estos resultados, se aplicó el índice de dificultad, el cual permitió clasificar el desempeño de los estudiantes en tres niveles: Dificultad baja, media y alta. Este procedimiento facilitó identificar con mayor precisión las principales dificultades, tanto conceptuales como procedimentales, en el aprendizaje del tema de vectores.

Por otro lado, la encuesta estuvo organizada en tres categorías: Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente (ítems 1–5); Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores (ítems 6–10); Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos (ítems 11–15), Los resultados del cuestionario con escala Likert se procesó mediante el cálculo de frecuencias absolutas y porcentajes para cada alternativa de respuesta. Esto permitió analizar las percepciones de los estudiantes en torno a aspectos pedagógicos, el uso de herramientas tecnológicas y su disposición hacia la utilización del software Desmos en el desarrollo de las clases.

Por último, la información obtenida se organizó en tablas y se representó mediante gráficos estadísticos, lo cual permitió visualizar de mejor manera los resultados y facilitar su interpretación dentro del contexto del estudio.

3.7.2 Procesamiento de datos

La encuesta que incluye ítems con escala Likert se aplicó de manera física y, posteriormente, las respuestas proporcionadas por los estudiantes fueron codificadas numéricamente del 1 al 5, donde 1 correspondió a totalmente en desacuerdo y 5 a totalmente de acuerdo. Una vez registradas las encuestas, los datos fueron digitalizados en Microsoft Excel 365 y organizados ítem por ítem para facilitar el procesamiento estadístico.

Para cada uno de los ítems de la encuesta, se calculó frecuencias absolutas y porcentajes correspondientes a cada una de las cinco categorías de respuesta, este procedimiento permitió identificar la distribución de opiniones de los estudiantes en relación con los aspectos pedagógicos abordados en clase y el uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje del

bloque de vectores. Asimismo, contribuyó a comprender el nivel de aceptación que tienen los estudiantes respecto a la incorporación de herramientas tecnológicas, específicamente el software Desmos. De igual manera, los datos obtenidos permitieron verificar la consistencia interna del instrumento mediante el coeficiente alfa de Cronbach.

En cuanto a la prueba de conocimientos, las respuestas se codificaron y procesaron en Microsoft Excel 365 para obtener puntajes individuales de cada estudiante. Posteriormente, se realizó el análisis de las frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en cada uno de los ítems. A partir de estos resultados, se determinó el nivel de dificultad de cada ítem mediante la aplicación del índice de dificultad empírico, el cual se calculó con base en el número de respuestas correctas obtenidas por los 58 estudiantes evaluados, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{índice de dificultad} = \frac{\# \text{ Respuestas correctas}}{58} \times 100$$

Con base en el porcentaje obtenido, los ítems se clasificaron en tres categorías:

- Dificultad baja: $\geq 75\%$ de respuestas correctas (≥ 44 estudiantes).
- Dificultad media: entre 50% y 74% (29 a 43 estudiantes).
- Dificultad alta: $< 50\%$ (≤ 28 estudiantes).

Esta clasificación permitió identificar de forma objetiva las principales dificultades conceptuales y procedimentales presentes en los estudiantes, estableciendo un criterio cuantitativo sólido que permite la interpretación de los resultados y análisis del aprendizaje del tema acerca de vectores, en donde, el índice de dificultad se establece como la proporción de respuestas correctas en un ítem, constituyéndose en un indicador que permite determinar el grado de facilidad o dificultad de las preguntas dentro de una prueba (Cárdenas, 2013); conforme a este enfoque, los valores altos presentados en el índice reflejan un mayor número de aciertos, por otra parte, una menor dificultad del ítem, en donde los valores bajos, evidencian mayores dificultades en los estudiantes, lo que justifica su utilización para clasificar los niveles de desempeño y analizar de manera precisa las áreas de mayor complejidad en el aprendizaje de los vectores.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la prueba de conocimientos sobre el aprendizaje de vectores.

Tabla 6.

Resultados de la prueba de conocimientos sobre aprendizaje de vectores dimensión conceptual.

N° ítem	Dimensión	Contenido evaluado	Correctas	Incorrectas	Tipo de dificultad observada
1	Conceptual	Definición de un vector	57	1	Dificultad baja
2	Conceptual	Conversión de vectores de coordenadas polares a rectangulares	11	47	Dificultad alta
3	Conceptual	Vector unitario	34	24	Dificultad media
4	Conceptual	Suma de vectores	32	26	Dificultad media
5	Conceptual	Producto de un escalar por un vector	43	15	Dificultad baja
6	Conceptual	Representación gráfica de un vector	46	12	Dificultad baja
7	Conceptual	Producto escalar (producto punto)	2	56	Dificultad alta
8	Conceptual	Producto vectorial (producto cruz)	24	34	Dificultad alta

Nota. Dimensión conceptual. El tipo de dificultad fue determinado a partir del índice de dificultad en baja, media o alta.

A partir de los resultados obtenidos de la prueba de conocimientos sobre el aprendizaje de vectores, fue posible identificar los niveles de dificultad presentes en el aprendizaje de vectores, en la dimensión conceptual, se consideró la cantidad de respuestas correctas en cada ítem y aplicando la fórmula del índice de dificultad se permitió clasificar en Dificultad baja, media y alta.

Interpretación: En la dimensión conceptual mostrado en la Tabla 6, se observa que, el estudiantado presenta dificultad baja en contenidos básicos como la definición de un vector, el producto de un escalar por un vector y la representación gráfica de un vector; de manera general, los estudiantes comprenden adecuadamente los conceptos iniciales relacionados con los vectores. Sin embargo, al avanzar hacia contenidos que requieren un mayor nivel de comprensión, como el vector unitario, la suma de vectores, se evidencian dificultades medias, lo que muestra que, estos contenidos no han sido totalmente consolidados.

Por otro lado, los resultados muestran que existen dificultades altas en temas como la conversión de vectores de coordenadas polares a rectangulares, el producto escalar y el producto vectorial. En estos casos, la mayoría de los estudiantes no seleccionan la respuesta correcta, lo que refleja problemas en la comprensión de conceptos más abstractos y en la relación con los diferentes elementos matemáticos que intervienen en estas operaciones.

Tabla 7.

Resultados de la prueba de conocimientos sobre aprendizaje de vectores dimensión procedimental.

N° ítem	Dimensión	Contenido evaluado	Correctas	Incorrectas	Tipo de dificultad observada
9	Procedimental	Cálculo del módulo de un vector	39	19	Dificultad media
10	Procedimental	Representación gráfica de un vector en el plano	9	49	Dificultad alta
11	Procedimental	Conversión de vectores de coordenadas polares a rectangulares	20	38	Dificultad alta
12	Procedimental	Vector unitario	41	17	Dificultad media
13	Procedimental	Resta de vectores	46	12	Dificultad baja
14	Procedimental	Producto de un escalar por un vector	49	9	Dificultad baja

15	Procedimental	Producto escalar (producto punto)	42	16	Dificultad media
16	Procedimental	Producto vectorial (producto cruz)	19	39	Dificultad alta

Nota. Dimensión procedimental. El tipo de dificultad fue determinado a partir del índice de dificultad en baja, media o alta.

Interpretación: En la dimensión procedimental Tabla 7 se observa que, los estudiantes presentan dificultad baja en procedimientos sencillos, tal como es el caso de la resta de vectores y el producto de un escalar por un vector, lo que muestra un mejor manejo de los pasos operativos en este tipo de ejercicios. No obstante, en procedimientos como el cálculo del vector unitario y el producto escalar, se identifican dificultades medias, principalmente relacionadas con la correcta aplicación de las fórmulas. Además, los resultados muestran dificultades altas en procedimientos más complejos, específicamente en la representación gráfica de un vector en el plano cartesiano, la conversión de coordenadas polares a rectangulares y el producto vectorial. Esto sugiere que los estudiantes presentan limitaciones al momento de ejecutar correctamente procedimientos que requieren varios pasos y mayor precisión.

Análisis comparativo entre dimensiones conceptual y procedimental

Los resultados evidencian diferencias entre las dimensiones conceptual y procedimental en el aprendizaje de vectores. En conversión de vectores de coordenadas polares a rectangulares se registró dificultad alta en ambas dimensiones, con 11 respuestas correctas en la conceptual y 20 en la procedimental. De igual manera, el producto vectorial presentó dificultad alta tanto conceptual (24 aciertos) como procedimentalmente (19 aciertos).

En vector unitario se observó una dificultad media en ambas dimensiones, con 34 respuestas correctas en la sección conceptual y 41 en la sección procedimental, por otra parte, en el producto de un escalar por un vector se observó un desempeño favorable en ambas dimensiones, estableciéndose 43 respuestas correctas en la parte conceptual y 49 en la sección procedimental, clasificándose dentro de la dificultad baja.

La mayor diferencia se presentó en el producto escalar, en donde, de forma única 2 estudiantes respondieron de manera correcta en la dimensión conceptual, asimismo, 42

estudiantes lo hicieron en la sección procedimental. De forma similar, en representación gráfica de un vector se registraron 46 respuestas correctas en la dimensión conceptual y solo 9 en la procedimental. Este resultado evidencia un aprendizaje puramente algorítmico: los estudiantes aplican el procedimiento de cálculo de forma mecánica sin comprender el significado vectorial del producto escalar, lo que indica ausencia de comprensión conceptual a pesar del dominio procedimental.

De manera complementaria, se presentan los resultados de la encuesta con escala Likert aplicada sobre el nivel de percepción del aprendizaje de vectores y uso de herramientas tecnológicas; para ello, se divide en tres gráficos que detallan con precisión las tres categorías en cuestión.

Tabla 8.

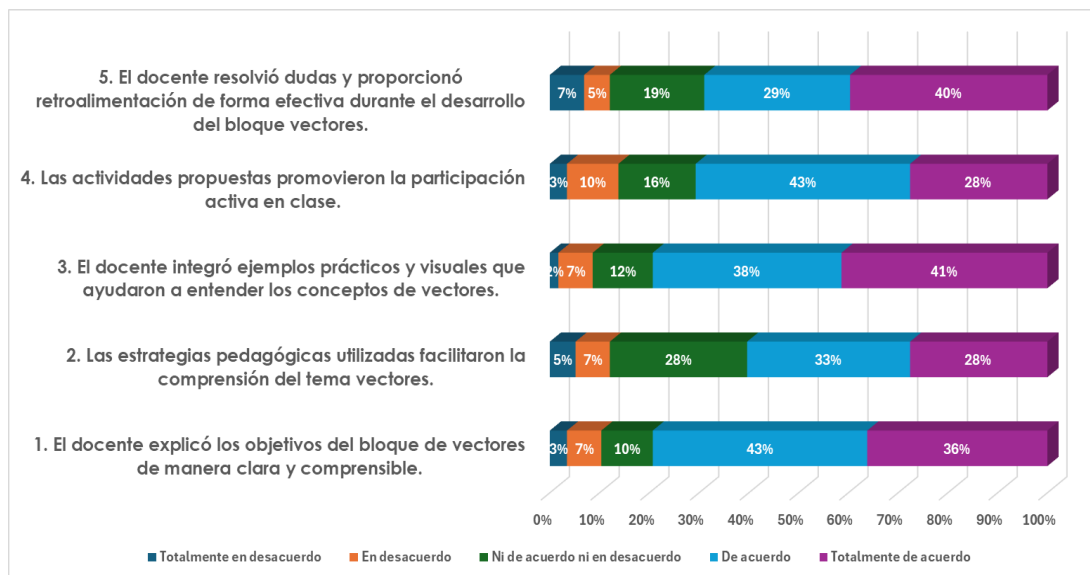
Frecuencias de respuesta por ítem para la Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente.

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
1	2	4	6	25	21	58
2	3	4	16	19	16	58
3	1	4	7	22	24	58
4	2	6	9	25	16	58
5	4	3	11	17	23	58

Nota. Tabla de frecuencias por ítem para trazabilidad categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente.

Figura 1.

Resultados obtenidos de la Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente.



Nota. Resultados obtenidos de la encuesta que incluye ítems con escala Likert categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente.

Interpretación: En la Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente. Los resultados evidencian una tendencia claramente favorable hacia los aspectos pedagógicos. En primer lugar, el ítem 1, relacionado con la explicación clara de los objetivos del bloque de vectores, muestra que el 79% de los estudiantes se ubica entre de acuerdo y totalmente de acuerdo, mientras que 10% muestra una inconformidad, mostrando que, la mayoría percibió una presentación inicial bien estructurada y comprensible.

Continuando, en el ítem 2, que evalúa si las estrategias pedagógicas facilitaron la comprensión del tema vectores, se observa un comportamiento ligeramente distinto, pues, aunque el 61% de los estudiantes afirma estar de acuerdo, destaca que el 28% se mantiene en una posición neutral, evidenciando que una parte considerable del grupo no logra identificar con claridad el impacto directo de dichas estrategias en su proceso de aprendizaje con el tema vectores dados en clase.

Con relación al ítem 3, referido al uso de ejemplos prácticos y visuales para la comprensión de conceptos de vectores, los datos muestran una de las valoraciones más positivas de la categoría, puesto que, el 79% de los encuestados manifiesta estar de acuerdo y totalmente de acuerdo, solamente el 9% expresa desacuerdo y los restantes se mantienen neutrales, sugiriendo que, los recursos didácticos aplicados resultaron altamente efectivos para la comprensión de los conceptos.

Asimismo, el ítem 4 que se encuentra en relación con la participación en clase, presenta un nivel de acuerdo del 71%, a pesar de que muestra un 13% de desacuerdo y un 16% de respuestas neutrales; estos porcentajes señalan que, si bien la mayoría percibió oportunidades de participación, esta no fue experimentada de manera homogénea por todos los estudiantes.

Para culminar esta categoría, en el ítem 5, que evalúa la resolución de dudas y la retroalimentación durante el desarrollo del bloque por parte del docente, se obtiene que un 69% está de acuerdo. Sin embargo, también acumula un 19% en posición neutral y un 12% de desacuerdo, lo que evidencia experiencias diversas en este aspecto. No obstante, el porcentaje de aprobación sigue siendo mayoritario, lo cual muestra que la retroalimentación fue valorada positivamente en términos generales.

Tabla 9.

Frecuencias de respuesta por ítem para la Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores.

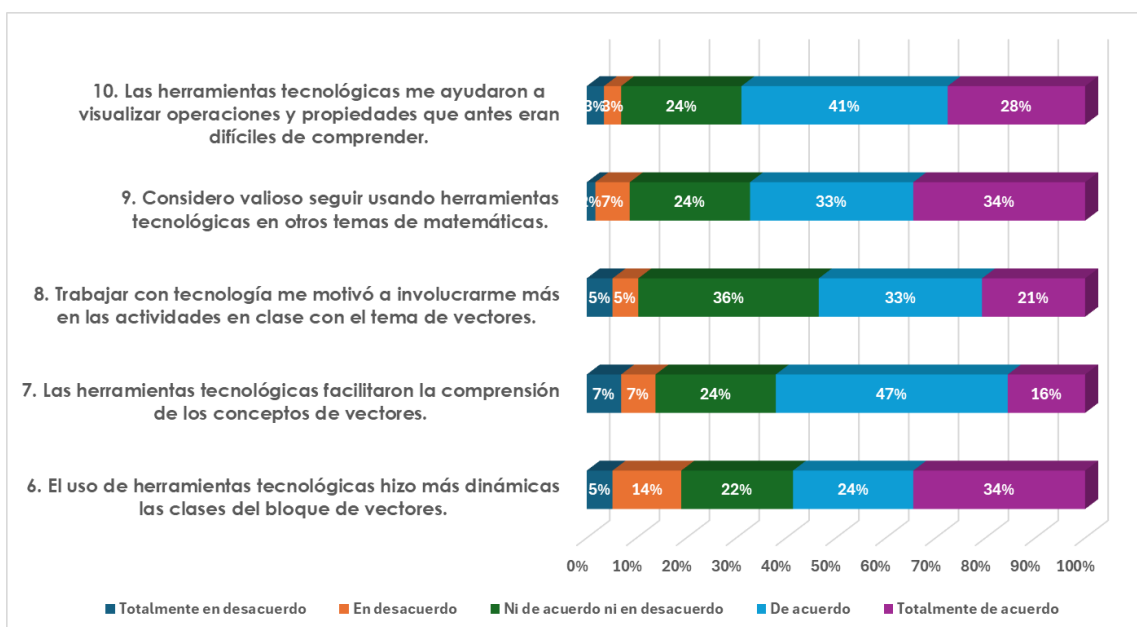
Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
6	3	8	13	14	20	58
7	4	4	14	27	9	58
8	3	3	21	19	12	58

9	1	4	14	19	20	58
10	2	2	14	24	16	58

Nota. Tabla de frecuencias por ítem para trazabilidad categoría B. Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores.

Figura 2.

Resultados obtenidos de la Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores.



Nota. Resultados obtenidos de la encuesta que incluye ítems con escala Likert categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores.

Interpretación: En esta sección, que evalúa la percepción estudiantil sobre el uso de herramientas tecnológicas durante el aprendizaje de vectores. En el ítem 6, relacionado con el dinamismo que aportaron las herramientas tecnológicas a las clases, evidencia que el 58% de los estudiantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo, mientras que únicamente el 19% se ubica en desacuerdo. Esto indica que, para la mayoría del estudiantado, la tecnología contribuyó a hacer las sesiones más activas y variadas.

Posteriormente, en el ítem 7, referente a la facilidad de comprensión del bloque de vectores mediante herramientas tecnológicas, presenta una aceptación aún más alta, alcanzando un 63% de acuerdo y solo un 14% posicionados en desacuerdo, sugiriendo que, la tecnología no solo dinamizó las clases, sino que también tuvo un impacto concreto en la asimilación de los conceptos sobre vectores.

Continuando, en el ítem 8, que interpreta si el uso de tecnología motivó al estudiante a involucrarse más en las actividades en clase de vectores, muestra que un 54% están de acuerdo frente a un 10% de desacuerdo. No obstante, destaca un 36% de respuestas neutras, lo cual indica que, aunque existe una tendencia positiva, una parte considerable del grupo no percibió un efecto motivacional claro.

Asimismo, en el ítem 9, que indaga sobre la intención de seguir utilizando herramientas tecnológicas en otros temas de matemáticas, se puede ver que un 67% de estudiantes están a favor y solo un 12% en desacuerdo. Este resultado muestra un interés generalizado, con relación a continuar utilizando estos recursos, puesto que, su uso fue percibido como útil y pertinente más allá del tema de vectores.

Para finalizar esta categoría en el ítem 10, relacionado con la visualización de operaciones y propiedades que antes eran difíciles de comprender, presenta uno de los resultados más favorables de la categoría, el 69% se ubica en los niveles superiores de acuerdo y únicamente el 7% manifiesta desacuerdo y los restantes se mantiene neutrales, indicando que la tecnología desempeñó un papel clave en la representación visual de conceptos abstractos, facilitando el entendimiento de las clases de vectores.

Tabla 10.

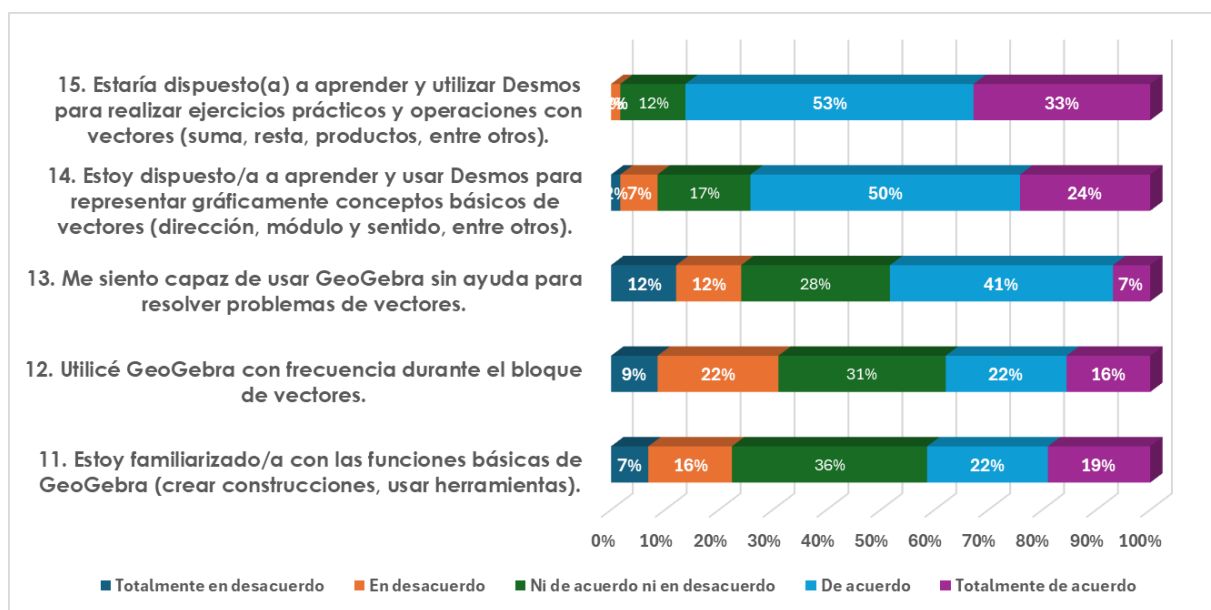
Frecuencias de respuesta por ítem para la Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos.

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En acuerdo	Totalmente de acuerdo	Total
11	4	9	21	13	11	58
12	5	13	18	13	9	58
13	7	7	16	24	4	58
14	1	4	10	29	14	58
15	0	1	7	31	19	58

Nota. Tabla de frecuencias por ítem para trazabilidad categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos.

Figura 3.

Resultados obtenidos de la Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos.



Nota. Resultados obtenidos de la encuesta con escala Likert categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos.

Interpretación: los resultados revelan diversos niveles de familiaridad y disposición hacia el uso de herramientas tecnológicas, especialmente GeoGebra y Desmos; en el ítem 11, que indaga sobre la familiaridad con las funciones básicas de GeoGebra, muestra que, el 41% de los estudiantes se ubica entre las opciones de acuerdo y totalmente de acuerdo, mientras que el 23% expresa desacuerdo, por otra parte, el 36% permanece en una posición neutral, lo cual indica que una parte importante del grupo tiene un conocimiento limitado o, en su defecto, inseguro sobre el uso de GeoGebra.

En el ítem 12, que estuvo relacionado con la frecuencia de uso de GeoGebra durante el bloque de vectores, se observó una distribución dispersa, pues, el 38% manifestó haberlo utilizado con regularidad, frente a un 31% de respuestas neutrales y un 31% dentro del parámetro de desacuerdo y total desacuerdo, denotando que, el uso de GeoGebra no fue homogéneo entre

los estudiantes, probablemente por diferencias en sus hábitos de estudio o en su defecto, por sus niveles de conocimientos acerca de la herramienta GeoGebra.

Con relación al ítem 13, enfocado a evaluar la capacidad de utilizar GeoGebra de manera autónoma para resolver problemas sobre vectores, los resultados son más favorables, pues, un 48% de los estudiantes considera sentirse capaz de usar la herramienta sin ayuda, mientras que un 28% opta por respuestas neutrales y un 24% se muestra que están en desacuerdo, evidenciando avances en el manejo autónomo, pero también señala que no todos los estudiantes lograron desarrollar esta competencia al mismo nivel.

Como antepenúltimo tenemos el ítem 14, que indaga sobre la voluntad de aprender y usar Desmos para representar gráficamente conceptos de vectores, el 74% se muestra de acuerdo o totalmente de acuerdo, mientras que apenas el 9% manifiesta desacuerdo. Esto permite establecer una aceptación amplia y una actitud favorable hacia el empleo de esta herramienta para aprender vectores.

Para terminar la interpretación de esta encuesta tenemos, el ítem 15, que interpreta la disposición a usar Desmos para realizar ejercicios prácticos y operaciones con vectores, presenta la mayor proporción de acuerdo dentro de la categoría C. Un 86% de los estudiantes se ubica en los niveles superiores de la escala, mientras que solo el 1,7% expresa desacuerdo. Este resultado permite inferir que existe una predisposición muy alta hacia el uso de Desmos como apoyo en el aprendizaje de vectores.

4.2 Discusión

Es necesario aclarar que el presente estudio no incluyó la implementación de la guía didáctica ni del software Desmos, por lo que no es posible afirmar mejoras en el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, los resultados obtenidos se limitan al diagnóstico de dificultades conceptuales y procedimentales, así como a la formulación de una propuesta didáctica sustentada en la literatura científica y en las necesidades identificadas en el contexto estudiado.

Los resultados obtenidos en la prueba de conocimientos sobre aprendizaje de vectores del presente estudio permitieron comprender con mayor claridad cómo se está asimilando el

bloque de vectores en \mathbb{R}^2 dentro del grupo evaluado de segundo y tercero de bachillerato. En la dimensión conceptual, se observa un desempeño favorable en contenidos básicos como la definición de vector, la multiplicación de un escalar por un vector y la representación elemental en el plano, o que refleja un desempeño positivo (dificultad baja). Esto pone de manifiesto que los estudiantes han logrado apropiarse de los elementos iniciales del tema, lo cual presenta una relación parcial con lo expuesto por Tenesaca (2020), quien señala que los estudiantes comprenden conceptos y representaciones básicas relacionados con vectores en \mathbb{R}^2 .

No obstante, cuando las preguntas requieren relacionar información geométrica con el proceso algebraico, las dificultades comienzan a hacerse más evidentes. En el presente estudio, en la dimensión conceptual los temas de vector unitario, suma de vectores, mostraron un nivel de dominio intermedio (dificultad media). Estos contenidos exigen comprender cómo interactúan la magnitud, la dirección y los componentes, por lo que no basta con conocer definiciones, se necesita integrar el significado. Estos resultados son similares a los presentados por Aliu et al. (2025), quienes demostraron que, a pesar de que los estudiantes reconocen qué es un vector, eventualmente muestran vacíos al momento de relacionar sus propiedades métricas con operaciones concretas.

En consecuencia, los resultados del presente estudio confirman un patrón común, en donde, se domina la teoría inicial, pero se muestran dificultades al momento de aplicar conceptos en situaciones que requieren de un razonamiento elaborado.

Estas dificultades se vuelven más marcadas en la dimensión procedimental. En operaciones sencillas, por ejemplo, la sustracción de vectores o la multiplicación escalar, los resultados fueron mayoritariamente correctos (dificultad baja). Sin embargo, al abordar procesos que requieren de varios pasos y demandan precisión, el desempeño disminuye de manera significativa, debido a que las mayores dificultades se concentraron en la conversión de coordenadas polares a rectangulares, el producto escalar, producto vectorial y representación gráfica en el plano cartesiano, a partir de esta premisa, un comportamiento muy similar fue descrito por Gallardo (2017), quien señala que, las tareas que exigen coordinar ángulos, magnitudes y componentes suelen generar confusión y errores frecuentes, especialmente si no existe una verificación visual del proceso.

A su vez, González (2024), manifiesta que los estudiantes de bachillerato tienden a perder la referencia geométrica cuando realizan operaciones de varios pasos, lo que provoca inconsistencias al momento de justificar sus resultados. Esto coincide con lo observado en el presente estudio, cuando los cálculos requieren encadenar operaciones, los errores aumentan de forma considerable, es decir, cuando el nivel de abstracción es más alto, el contenido se vuelve más difícil de entender el concepto u operación y se corre el riesgo de mayores errores para obtener los resultados correctos.

Por otra parte, tenemos los resultados de la encuesta que incluye ítems con escala Likert aplicada en el presente estudio que permitió obtener una visión clara sobre cómo perciben los estudiantes el proceso de aprendizaje del bloque de vectores y el uso de herramientas tecnológicas asociadas al aprendizaje. En términos generales, se observa una tendencia positiva en las tres categorías evaluadas, Categoría A: aspectos pedagógicos y claridad docente, Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores y Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos, lo cual ofrece un panorama alentador para la incorporación del software Desmos en la enseñanza de vectores en R^2 .

En primer lugar, dentro de la categoría A, que se encuentra en relación con los aspectos pedagógicos y claridad docente, los porcentajes de acuerdo indican que los estudiantes valoran la claridad con la que se presentaron los contenidos y el acompañamiento docente en la resolución de dudas, siendo este resultado coherente con lo reportado por Fernández (2021), quien señala que, en el caso de vectores, la claridad metodológica y la presencia de ejemplos visuales contribuyen de manera decisiva a que los estudiantes comprendan las propiedades fundamentales del contenido.

En relación con la categoría B, acerca del uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores, los resultados muestran una valoración mayoritariamente favorable hacia el papel que la tecnología puede desempeñar en el aprendizaje de los vectores, en donde, los estudiantes perciben que, las herramientas digitales utilizadas hicieron las clases más dinámicas, y perciben que facilitaron la comprensión de conceptos sobre vectores. Estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios previos sobre vectores en R^2 , González (2024) manifiesta que la incorporación de GeoGebra favorece la comprensión de operaciones y

representación de vectores, así como la motivación de los estudiantes durante las sesiones de clase.

Para terminar, en cuanto a la categoría C, sobre familiaridad tecnológica y la disposición para utilizar Desmos, los resultados evidencian un aspecto interesante, aunque no todos los estudiantes poseen el mismo nivel de experiencia previa con softwares matemáticos como GeoGebra, la mayoría exactamente el 86% expresa una actitud positiva (De acuerdo y Totalmente de acuerdo) en esta categoría. Por lo tanto, surge la posibilidad y oportunidad de incorporar el software Desmos para trabajar el bloque de vectores, esta situación similar a lo encontrado por Liberty (2024) quien, al analizar percepciones sobre el uso de simulaciones en vectores 2D, identificó que la disposición favorable del estudiantado se mantiene incluso cuando existen diferencias en la alfabetización tecnológica, siempre que el recurso se presente como una herramienta accesible y acompañada de una guía clara.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

A partir del análisis de la prueba de conocimientos sobre el aprendizaje de vectores se identificaron dificultades conceptuales y procedimentales en los estudiantes, los resultados mostraron dominio en conceptos básicos relacionados con vectores. Sin embargo, en actividades que requerían mayor nivel de interpretación y combinación de procedimientos se presentaron dificultades significativas, especialmente en la representación gráfica en el plano cartesiano, el producto escalar (2/58 respuestas correctas en la dimensión conceptual), la conversión entre coordenadas polares y rectangulares y producto vectorial.

Se determinó que la percepción de los estudiantes sobre los aspectos pedagógicos relacionados con el aprendizaje de vectores y la disposición hacia el uso de herramientas tecnológicas en este proceso es mayoritariamente positiva, dado que, los estudiantes consideran a las herramientas digitales, tal como GeoGebra, pueden contribuir con la visualización de conceptos, aportando dinamismo en las clases; asimismo, muestran una alta disposición para aprender vectores mediante el software Desmos.

El análisis de la literatura científica permitió fundamentar la investigación en el aprendizaje de vectores, el uso de herramientas tecnológicas y la estructura adecuada de una guía didáctica. De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, herramientas como GeoGebra y Desmos pueden facilitar la comprensión cuando se emplean con enfoque didáctico (Aliu et al., 2025; Chechan et al., 2023). Este resultado proviene de la literatura revisada, dado que el presente estudio tiene alcance propositivo y no midió el efecto de la guía; del mismo modo, los aportes teóricos acerca del diseño de guías didácticas direccionaron la definición de criterios estructurales y pedagógicos que cimentaron la elaboración de la propuesta.

En conjunto, con base en los resultados del diagnóstico, la favorable percepción de los estudiantes frente al uso de herramientas tecnológicas y la revisión bibliográfica realizada, se diseñó una guía didáctica basada en el uso del software Desmos, que estuvo orientada a contribuir con el proceso de aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato. La propuesta

fue estructurada de forma progresiva, en donde, se articularon diversas actividades introductorias que presentaban ejercicios de mayor complejidad, en correspondencia con las dificultades identificadas y el objetivo general de la investigación.

Para finalizar, es importante señalar que la investigación tiene un alcance diagnóstico–propositivo, por lo que no se evaluó la efectividad de la guía didáctica ni del software Desmos. La propuesta se fundamenta en el diagnóstico realizado y su impacto queda como línea futura de investigación.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda que la institución considere la implementación de la guía didáctica propuesta como un recurso de apoyo para el aprendizaje de vectores, y que su aplicación sea objeto de futuras investigaciones, con el fin de evaluar de manera sistemática su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

Se recomienda que la institución realice programas de capacitación docente orientados al uso pedagógico de Desmos, en donde, se asegure que su integración responda a criterios técnicos y didácticos que fortalezcan la interpretación y visualización de contenidos sobre vectores.

Se sugiere que, el cuerpo docente introduzca de forma sistemática herramientas tecnológicas dentro de su planificación anual, con la finalidad de aprovechar la disposición de los estudiantes, contribuyendo en el desarrollo de una cultura institucional que genere la innovación didáctica y el uso responsable de recursos digitales.

Se recomienda desarrollar estudios posteriores que profundicen en el impacto del uso del software Desmos en otros contenidos matemáticos, así como por ejemplo investigaciones comparativas con otras herramientas digitales, con la finalidad de ampliar la evidencia académica y fortalecer la línea investigativa iniciada de este trabajo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Título

Guía didáctica para el aprendizaje de vectores en R^2 , mediante el uso del software Desmos, dirigida a estudiantes de Bachillerato General Unificado.

6.2 Introducción

La presente guía didáctica ha sido elaborada como un recurso complementario para fortalecer el aprendizaje del bloque de vectores mediante el uso del software Desmos. Su estructura ha sido organizada de manera progresiva con base en la planificación proporcionada por el docente de la institución y tomando en cuenta los criterios teóricos sobre la elaboración de guías didácticas presentados en el marco conceptual y a su vez introduce objetivos, criterios de desempeño establecidos en el currículo Matemática 2016 BGU, propiamente para el bloque de vectores. Desde esta perspectiva, la guía inicia con una breve fundamentación teórica acerca de conceptos esenciales de vectores, lo cual, permite que el estudiante repase los elementos y conocimientos básicos antes de avanzar hacia actividades con la herramienta tecnológica.

Además, cada actividad de la guía didáctica fue organizada mediante una secuencia metodológica compuesta por objetivo, contenido, ejercicio resuelto, recurso audiovisual, actividad guiada en Desmos, reflexión y autoevaluación, permitiendo fortalecer la comprensión conceptual, el desarrollo procedimental y la aplicación práctica de los contenidos relacionados con vectores; la estructura de la guía incorpora elementos del modelo didáctico 5E, que favorecen los procesos de exploración, comprensión, aplicación y evaluación a través del uso de recursos audiovisuales, actividades interactivas y espacios de reflexión y autoevaluación.

Por lo tanto, la guía se establece como un recurso accesible, claro y coherente para reforzar el aprendizaje de vectores, promoviendo un enfoque visual e interactivo, direccionado a responder a las necesidades reales que fueron identificadas en los estudiantes.

Para terminar, con la finalidad de valorar el aprendizaje alcanzado por los estudiantes durante una futura aplicación de la guía didáctica, se incorporó un instrumento de evaluación, precisamente una lista de cotejos presentado anexo 4.

6.3 Objetivo General

Elaborar una guía didáctica basada en el uso del software Desmos orientada a facilitar el aprendizaje de vectores mediante actividades interactivas, representaciones gráficas y ejercicios orientados, dirigida a estudiantes de bachillerato.

6.4 Justificación

La elaboración de la presente guía didáctica surge a partir de la predisposición mostrada por los estudiantes hacia el aprendizaje de vectores mediante el uso del software Desmos, aspecto evidenciado en los resultados obtenidos en la encuesta con escala Likert, donde perciben que las herramientas tecnológicas pueden favorecer la comprensión de conceptos abstractos y el aprendizaje de los contenidos matemáticos. La propuesta se encuentra articulada con la planificación curricular proporcionada por el docente de la institución y con el currículo vigente de Matemática 2016 para el primer nivel de bachillerato en Ecuador, para lo cual se incorporó una matriz curricular que integra objetivos de aprendizaje, Destrezas con Criterio de Desempeño e indicadores de evaluación. En este contexto, la guía desarrolla contenidos correspondientes al bloque de vectores, entre ellos definición, componentes, magnitud, dirección y operaciones básicas, así como actividades dirigidas a fortalecer aquellos contenidos en los que se evidenciaron mayores dificultades, tales como la conversión entre coordenadas polares y rectangulares, el producto escalar, producto vectorial y la representación gráfica de vectores en el plano cartesiano mediante el uso de Desmos.

En la revisión bibliográfica realizada en Google Scholar, Scielo, Dialnet y Redalyc, con las palabras clave y criterios descritos en los antecedentes, no se identificaron guías didácticas desarrolladas específicamente para la enseñanza de vectores mediante Desmos, evidenciando un vacío que esta propuesta puede cubrir, es por ello que, la guía no solo beneficiará a los estudiantes al ofrecerles un recurso visual y dinámico, sino también a los docentes, quienes contarán con un material organizado y coherente con el currículo. Asimismo, será útil para toda

persona interesada en el aprendizaje del tema, al combinar teoría, práctica y tecnología de forma accesible.

A partir de las dificultades conceptuales y procedimentales identificadas en la prueba de conocimientos, se estableció la siguiente relación entre las necesidades detectadas y las actividades propuestas en la guía didáctica mediante el uso de Desmos.

Tabla 11.

Relación entre dificultades detectadas, actividades en Desmos y resultados esperados.

Dificultad detectada	Recurso audiovisual y actividad en Desmos	Resultado hipotético esperado
Dimensión procedimental: Dificultad alta en la representación gráfica de vectores en el plano cartesiano	Video explicativo y actividad guiada sobre graficación de vectores en Desmos	Mejorar la precisión en la representación gráfica de vectores
Dimensión procedimental y conceptual: Dificultad alta en la conversión entre coordenadas polares y rectangulares	Recurso audiovisual sobre visualización de magnitud, dirección y componentes vectoriales en Desmos	Favorecer la comprensión entre coordenadas polares y rectangulares
Dimensión conceptual: Dificultad alta en la temática producto escalar	Recurso audiovisual sobre el concepto y representación del producto escalar mediante el uso de Desmos	Fortalecer la comprensión conceptual y gráfica del producto escalar
	Actividad guiada en Desmos para calcular el producto vectorial	Mejorar la precisión en el cálculo y análisis del producto vectorial

Dimensión conceptual y procedimental:	mediante componentes vectoriales	
Dificultad alta en el cálculo del producto vectorial		
Dificultades en operaciones que requieren varios pasos	Ejercicios resueltos paso a paso dentro de la guía didáctica	Reducir errores en procedimientos complejos y fortalecer la secuencia lógica en la resolución de ejercicios
Dificultades para relacionar procesos algebraicos y geométricos	Ejercicios guiados en la guía didáctica	Integrar la comprensión geométrica y algebraica en la resolución de ejercicios sobre vectores.

Nota. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la prueba de conocimientos sobre vectores.

La Tabla 11, muestra la correspondencia entre las dificultades identificadas en el diagnóstico, las actividades desarrolladas mediante Desmos y los resultados de aprendizaje esperados, permitiendo establecer la contribución de la propuesta al fortalecimiento del aprendizaje de vectores, del mismo modo, los recursos audiovisuales y actividades implementadas en el software Desmos fueron diseñados por el autor como parte de la propuesta didáctica, considerando cada una de las necesidades de aprendizaje detectadas en los estudiantes.

6.5 Estructura y fundamentación de la propuesta.

Con el propósito de fundamentar la pertinencia de la propuesta, se presenta la Matriz de Consistencia Interna (Tabla 12). Este instrumento permite evidenciar la trazabilidad de la investigación, vinculando de manera directa las dificultades identificadas durante la fase de

diagnóstico con el sustento teórico y las actividades prácticas diseñadas en la guía didáctica para el uso del software Desmos.

Tabla 12.

Matriz de consistencia interna de la propuesta: Trazabilidad integral

Eje temático	Problema	Marco teórico	Resultados	Actividades
Conceptos fundamentales	Dificultad para comprender la magnitud y dirección de vectores de forma abstracta.	Aplicación del Modelo 5E para generar un aprendizaje significativo y activo, mediante el uso de las TIC como soporte conceptual.	Dificultad media en vector unitario (34 aciertos conceptuales y 41 procedimentales)	-Elementos de un vector -Norma de un vector y vector unitario.
		Fundamentación en el Modelo 5E y aprendizaje activo donde las TIC permiten la exploración directa de los algoritmos.	Dificultad media en suma (contenidos no consolidados) y dificultad baja en resta.	-Operaciones con vectores (Suma y resta de vectores por el método gráfico).
Operaciones y procedimientos	Deficiencia en la resolución de operaciones básicas (suma y resta) por métodos tradicionales	Aprendizaje significativo mediado por el Modelo 5E, utilizando las TIC para el cambio del registro	Dificultad dividida. En representación gráfica se registraron 46 aciertos en lo conceptual, pero	-Componentes rectangulares de un vector.
Representación gráfica	Insuficiencia en la representación práctica de vectores entorno al plano cartesiano.			

Coordenadas rectangulares, polares y geográficas	Confusión persistente al transformar vectores entre diferentes sistemas de coordenadas.	abstracto al gráfico.	solo 9 en lo procedimental	-Coordenadas rectangulares, polares y geográficas (Conversión de coordenadas).
		Integración del Modelo 5E y aprendizaje activo mediante las TIC para reducir la carga cognitiva en procesos complejos	Dificultad alta en conversión de coordenadas polares a rectangulares (11 aciertos conceptuales y 20 procedimentales).	

Nota. La tabla evidencia la trazabilidad entre las dificultades identificadas en durante el diagnóstico, sustento teórico del Modelo 5E y las actividades diseñadas en dentro de la guía didáctica.

Para garantizar que el aprendizaje de los vectores sea significativo y gradual, se ha diseñado una estructura que presenta una progresión de contenidos; en la Tabla 13, se encuentra detalla la secuencia lógica, en donde, se vincula cada tema con su respectivo nivel de dificultad y la herramienta tecnológica (Desmos) que se utilizará para la validación del conocimiento.

Tabla 13.

Tabla de Secuencia y Progresión: Aprendizaje de Vectores con Desmos

Tema	Nivel de dificultad	Actividad en Desmos	Evidencia de aprendizaje
Fundamentos y Elementos del Vector	Bajo	Localización de puntos y visualización de módulo, dirección y sentido.	Identificación de componentes y representación básica
Componentes Rectangulares	Bajo	Descomposición de vectores en ejes X e Y	Cálculo y representación de vectores posición.

Norma y Vector Unitario	Intermedio	Cálculo dinámico de distancias y longitud de un vector	Aplicación del teorema de Pitágoras y obtención de vectores unitarios.
Sistemas de Coordenadas (Polares, Rectangulares y Geográficas)	Alto	Conversión dinámica entre sistemas rectangulares, polares y geográficas.	Dominio de trigonometría aplicada al plano.
Operaciones (Suma y Resta)	Intermedio	Construcción geométrica del método de triángulo y del paralelogramo.	Resolución gráfica y analítica de operaciones
Producto por Escalar y Producto Punto	Alto	Simulación de escala y análisis de perpendicularidad.	Interpretación de transformaciones y ortogonalidad
Producto vectorial	Alto	Representación de dos vectores en el plano y construcción del paralelogramo para analizar orientación y área mediante el producto vectorial.	Interpretación del producto vectorial, identificación de orientación y relación con el área del paralelogramo.

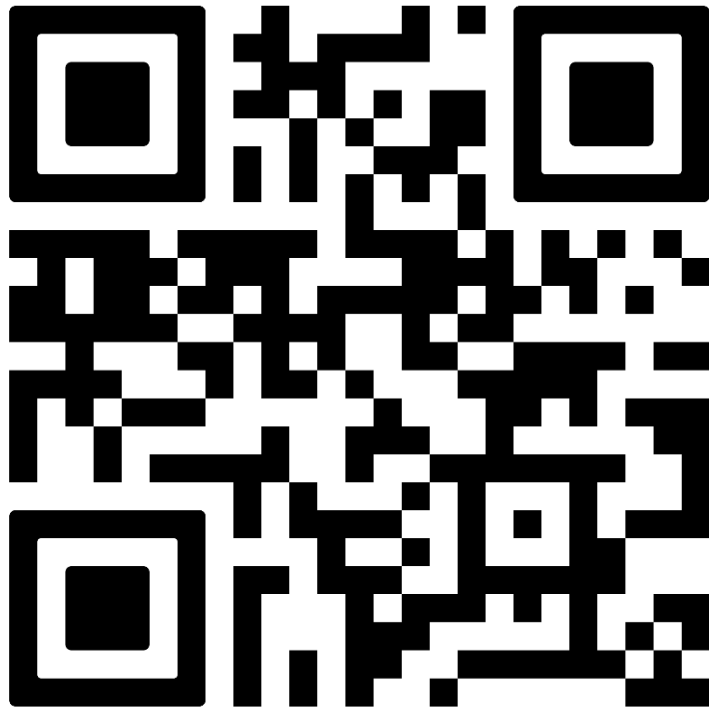
Nota. Elaboración propia, basada en la secuencia y progresión de complejidad técnica de las actividades.

6.6 Guía didáctica desarrollada

Link para acceso a la guía didáctica: [Vectores en el plano.pdf](#)

La guía didáctica comprende actividades orientadas al aprendizaje del bloque de vectores mediante el uso del software Desmos, abordando contenidos como definición de vector, magnitud, dirección, sentido, operaciones básicas entre vectores, representación gráfica en el plano cartesiano, módulo de un vector, vector unitario, producto escalar y conversión entre coordenadas rectangulares, polares y geográficas. Cada actividad se encuentra estructurada mediante objetivo, contenido, ejercicio resuelto, recurso audiovisual, actividad guiada en Desmos, reflexión y autoevaluación, integrando recursos visuales e interactivos que favorecen la comprensión y aplicación de los contenidos matemáticos.

O también acceda a la guía didáctica mediante el siguiente código Qr:



BIBLIOGRAFÍA

- Aliu, E. R., Jusufi Zenku, T., Iseni, E., & Rexhepi, S. (2025). The advantage of using GeoGebra in the understanding of vectors and comparison with the classical method. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(2), em0824. <https://doi.org/10.29333/IEJME/16007>
- Barbera, J., Naibert, N., Komperda, R., & Pentecost, T. C. (2020). Clarity on Cronbach's alpha use. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 257–258. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00183>
- Bollen, L., van Kampen, P., & De Cock, M. (2015). *Students' difficulties with vector calculus in electrodynamics*. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(2), 020129. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020129>
- Cabrera-Nazareno, B. G., Ulloa-Romero, M. N., Calahorrano-Ortiz, R. I., Calle, V. A. L., & Figueroa, F. W. T. (2024). Uso de la simulación PhET para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato: Un enfoque interactivo. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5(2), 1971–1994. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.346>
- Chechan, B., Ampadu, E., & Pears, A. (2023). Effect of using Desmos on high school students' understanding and learning of functions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(10), em2331. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13540>
- Cárdenas Ayala, A. (2013). Índice de dificultad y asimetría de los ítems en las pruebas pedagógicas. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 65–74. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2013.5.77>
- Cox Figueroa, E. J., Salas Giler, J. del C., Espinoza Sánchez, M. G., & Macias Barberán, J. R. (2023). *Aplicación de DESMOS para la enseñanza de funciones exponenciales*. *Polo del Conocimiento*, 8(12), 372–383. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i12.6285>
- Curtis Dy, A., & Na Paaralang Neptali González, M. A. (2024). Implementation of Desmos as a teaching tool in graphing functions in the new normal. *Journal of Research and Investigation in Education*, 59–64. <https://doi.org/10.37034/residu.v2i2.175>
- Desmos Studio PBC. (2025). *Getting Started: Desmos Graphing Calculator*. <https://help.desmos.com/hc/en-us>

- Dominguez, H. L., & Carmona Vazquez, H. (2017). El uso de las TIC y sus implicaciones en el. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(1), 21–38. <https://doi.org/10.14201/eks20171812138>
- Emanuelle, S. (2025). Transformando la Enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral: Un estudio sobre la eficacia de Desmos como Herramienta de Aprendizaje Interactivo. *Vitalia- Revista Ciencia y Académica*, 6(12), 14. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i2.738>
- Espinoza-Freire, E. E. (2025). La investigación cuantitativa: Fundamentos, características y aplicaciones en las ciencias sociales. *Sociedad & Tecnología*, 8(S3), 1283–1298. <https://doi.org/10.51247/st.v8is3.47>
- Fernández Ortega, C. M. (2021). *El software GeoGebra como recurso didáctico para el aprendizaje de vectores y sus operaciones: Una propuesta didáctica* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/35996>
- Gallardo Bastidas, M. C. (2017). *Estudio de las operaciones de vectores en $R \times R$ mediante el uso del GeoGebra* [Tesis de grado]. Comunicación, Artes y Humanidades Facultad: Ciencias de la Educación Mención Matemáticas. <https://hdl.handle.net/20.500.13066/17719>
- González Rojas, C. M. (2024). *GeoGebra en el aprendizaje de operaciones con vectores y su incidencia en el rendimiento académico en los estudiantes de segundo año de bachillerato* [Tesis de grado]. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/57038>
- Granda, S. A. C., Jumbo, F. C. E., Zapata, J. A. E., & Jimenez, M. M. P. (2024). Estrategias didácticas para la inserción de la tecnología en la educación. *Revista Social Fronteriza*, 4(3), e43286. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(3\)286](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(3)286)
- Guacho Tixi, M. E. (2024). *Aplicación del software GeoGebra como estrategia didáctica para el aprendizaje de operaciones con vectores en los estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Isabel de Godín-Riobamba* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/20696>
- Motis Juvero, D. (2020). *Vectores en el plano: una propuesta didáctica para 4.º de ESO* [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Zaragoza]. Repositorio Institucional de Documentos de la Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/98655/files/TAZ-TFM-2020-432.pdf?utm>
- Koo, M., & Yang, S. W. (2025). Likert-type scale. *Encyclopedia*, 5(1), 18. <https://doi.org/10.3390/ENCYCLOPEDIA5010018/S1>

- Liberty, N. (2024). *Exploring students and teachers perception in the teaching and learning of vectors using simulation* [Dissertation, Bindura University of Science Education]. <https://www.buse.ac.zw/?utm>
- Lucero, F. P. G., & Faican, R. G. E. (2021). El software GeoGebra como recurso para la enseñanza de vectores: Una experiencia didáctica. *REMATEC. Revista de Matemática, Ensino e Cultura*. <https://investigacion.ucuenca.edu.ec/es/publications/el-software-geogebra-como-recurso-para-la-ense%C3%B1anza-de-vectores-u/>
- Mediana Jr, N. L., & Dio, R. V. (2025). Systematic review on the efficacy of Desmos integration in mathematics education: Unveiling impacts on learning outcomes and pedagogical strategies. *International Journal of Future Engineering Innovations*, 2(4), 104–115. <https://doi.org/10.54660/ijfei.2025.2.4.104-115>
- Mediana, N. Jr. (2023). *Collegiate program alignments of STEM graduates of Mercedes B. Peralta Senior High School along the science, technology, engineering, agriculture, and mathematics (STEAM) domains and allied disciplines: A tracer study*. <https://doi.org/10.14293/PR2199.000287.V1>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Mesa Montero, Z. T., Llanes Torres, M., Nualla Bolufé, D. (2023). Las guías didácticas, recurso necesario para el aprendizaje autónomo en la Educación Médica. *MediSur*, 21(4), 940–943. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2023000400940&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Matemática 1ro de Bachillerato General Unificado: Recurso didáctico – Guía 6: Vectores*. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/09/Matematica_1BGU_Recurso_Didactico_GUI_A_6.pdf
- Mora Flores, W., & Gutiérrez Montenegro, M. (2018). *Visualización interactiva. Vectores, rectas y planos*. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 18(2). <https://doi.org/10.18845/rdmei.v18i2.3572>
- Ordóñez, E. (2023). *Integración de herramientas gráficas desmos como agente dinamizador del aprendizaje en el ambiente de la derivación, en el nivel bachillerato, año 2023*. <https://bibliotecautpl.utpl.edu.ec/cgi-bin/abnetclwo?METS=93877202323>
- Pino Torrens, R. E., & Urías Arbolaez, G. C. (2020). Guías didácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje: ¿Nueva estrategia? *Revista Científica*, 5(18), 371–392. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2020.5.18.20.371-392>

- Roa Rocha, J. C. (2021). *Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos*. *Revista Científica Esteli*, 63–75. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11608>
- Rodríguez, M., & Mendivelso, F. (2018). Diseño de investigación de corte transversal. *Revista Médica Sanitas*, 21(3), 141–146. <https://doi.org/10.26852/01234250.20>
- Roggema, R. (2016). Research by design: Proposition for a methodological approach. *Urban Science*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.3390/urbansci1010002>
- Socas, M. (1997). *Dificultades y errores en el aprendizaje de las Matemáticas*. Editorial Síntesis. <https://scholar.google.es/scholar?cluster=12403274635674288000>
- Soto-Lesmes, V. I., & Villalobos, M. M. D. de. (2010). El trabajo de campo: Clave en la investigación cualitativa. *Aquichan*, 10(3), 253–266. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74116984007>
- Sousa, V. D., Driessnack, M., & Mendes, I. A. C. (2007). Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: Diseños de investigación cuantitativa. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 15(3), 502–507. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000300022>
- Taber, K. S. (2018). *The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education*. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>
- Tancara Q, C. (1993). Temas sociales. *Temas Sociales*, (17), 91–106. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29151993000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Tenesaca Atupaña, C. (2020). Uso del GeoGebra en el proceso de aprendizaje de vectores en R2 en el segundo año de bachillerato en la Unidad Educativa “Eloy Alfaro”. Período octubre 2019 – febrero 2020 [Tesis de grado]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6576>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/books/9780674576292>

ANEXO 1. Cálculo del alfa de Cronbach en Excel

ENCUESTADOS	ITEMS															SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
E1	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	55
E2	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	2	4	4	54
E3	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	67
E4	4	3	5	3	5	3	3	4	5	4	3	3	4	5	5	59
E5	5	3	5	5	4	2	1	1	2	2	2	3	3	2	2	42
E6	4	3	5	4	5	4	3	4	4	3	3	4	3	5	5	59
E7	4	3	5	4	4	4	4	3	5	5	3	1	2	5	5	57
E8	5	4	5	5	2	5	5	5	5	5	3	2	3	4	5	63
E9	5	4	4	4	5	4	5	3	5	4	4	4	4	4	4	63
E10	5	5	5	4	3	4	3	5	3	3	5	5	4	4	4	62
E11	3	2	3	4	4	4	3	3	3	3	2	2	4	4	3	47
E12	4	4	4	4	5	4	4	5	4	3	3	4	4	4	4	60
E13	2	3	2	1	2	2	1	2	5	5	1	3	4	4	4	41
E14	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	55
E15	4	4	4	4	4	5	3	3	4	4	2	2	3	3	4	53
E16	4	4	3	5	4	3	4	2	5	4	2	2	1	4	4	51
E17	4	3	4	4	5	4	4	4	5	5	3	2	3	5	5	60
E18	5	5	4	4	5	4	5	5	5	3	1	1	4	4	4	60
E19	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	2	1	1	4	4	56
E20	4	3	4	4	3	3	4	4	3	5	4	3	4	4	5	57
E21	4	4	3	2	3	3	3	4	5	5	3	2	2	4	5	52
E22	3	2	2	4	3	2	2	3	2	3	2	2	1	2	3	38
E23	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	70
E24	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	3	4	4	4	4	65
E25	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	73
E26	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	51
E27	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	36
E28	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	56
E29	3	1	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	49
E30	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	3	1	4	5	64
E31	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	56
E32	4	5	4	4	5	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	57
E33	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
E34	5	5	5	5	5	5	4	4	5	3	2	3	5	5	5	66
E35	4	3	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	69
E36	4	3	4	2	1	2	2	3	3	4	5	5	3	4	4	49
E37	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	71
E38	5	5	5	5	5	2	3	3	5	5	3	3	2	3	5	59
E39	5	4	4	3	4	5	4	4	5	4	3	5	4	5	4	63
E40	5	3	5	5	5	2	1	3	3	3	3	4	4	1	4	51
E41	1	1	2	2	1	3	4	3	4	3	2	3	4	5	3	41
E42	4	4	4	4	4	2	3	3	4	3	3	4	4	4	4	54
E43	3	3	3	2	3	5	5	5	3	3	3	3	4	4	4	53
E44	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45
E45	2	2	4	3	1	1	2	3	2	1	4	1	1	3	4	34
E46	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
E47	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	2	3	3	3	51
E48	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	57
E49	2	3	4	3	4	2	3	5	3	4	1	3	2	3	3	45
E50	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	2	3	4	4	4	66
E51	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	2	4	3	4	63
E52	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	2	4	4	4	64
E53	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	2	2	3	2	3	49
E54	1	1	1	2	1	1	2	1	2	3	2	3	2	2	3	27
E55	5	4	5	3	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	68
E56	2	3	2	1	2	2	3	2	3	2	1	2	2	4	4	35
E57	4	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	3	4	4	4	67
E58	4	3	5	2	5	4	4	5	5	4	4	4	3	5	5	62
VARIANZA	0.58222	0.943	0.823	0.757	0.862	1.196	1.249	1.046	1.196	0.996	1.182	1.357	1.533	0.632	0.539	
SUMATORIA DE VARIANZAS	14.8922															
VARIANZA DE LA SUMA DE	101.038															

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

$\alpha = \frac{0.914}{15} = \frac{14.89}{101}$

ANEXO 2. Aplicación de los instrumentos de recolección de datos



Anexo 3. Validación de instrumentos de recolección de datos.



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Prueba de conocimientos

Tema: Guía didáctica con el uso del software Desmos para el aprendizaje de vectores.

Autor: Yautibug Yuquilema Byron Dario

Objetivos de la investigación:

1. Objetivo General:

Proponer una guía didáctica con el uso del software Desmos, para contribuir al aprendizaje de vectores dirigida a estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, en la ciudad de Riobamba

2. Objetivos Específicos

- Identificar las principales dificultades conceptuales y procedimentales en el aprendizaje de vectores de los estudiantes.
- Determinar el nivel de las percepciones de los estudiantes sobre aspectos pedagógicos y el uso de herramientas tecnológicas en el abordaje de aprendizaje de vectores.
- Analizar la literatura científica sobre aprendizaje de vectores, uso de herramientas tecnológicas y la estructura correcta de una guía didáctica para sustentar la propuesta.
- Estructurar la guía didáctica para el uso de Desmos en el aprendizaje de vectores, con base en el diagnóstico y la revisión teórica

Indicaciones:

En el apartado "Criterios a evaluar" de entre las 5 opciones se le solicita marcar con una X la respuesta escogida de acuerdo con el siguiente detalle:

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5



5. Multiplicar un vector por un escalar negativo invierte su sentido. ()

Sección B: Representación gráfica, producto vectorial y escalar

Selección única: Seleccione una única respuesta correcta encerrando con un círculo.

6. ¿Cuál es la forma correcta de representar un vector en el plano?
- Como un punto con coordenadas
 - Como un segmento orientado con dirección y sentido
 - Como una línea sin dirección
 - Como una curva
7. ¿Cuándo el producto escalar (producto punto) entre dos vectores es cero?
- Cuando son paralelos
 - Cuando son ortogonales
 - Cuando tienen igual módulo
 - Cuando forman un ángulo menor a 90°
8. El producto vectorial (producto cruz) entre dos vectores en el plano genera:
- Un número real
 - Un vector perpendicular al plano
 - La suma de los vectores
 - El ángulo entre los vectores

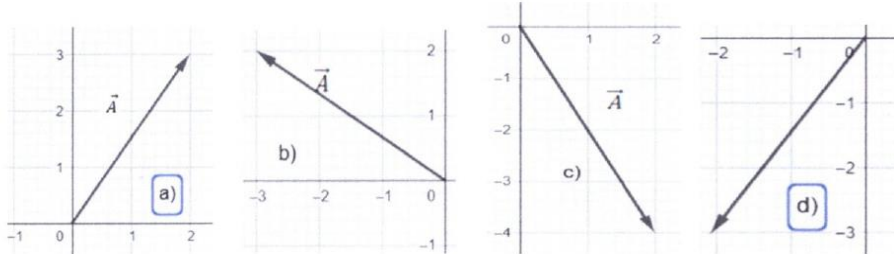
BLOQUE 2: Habilidades procedimentales (cálculo de módulo, representación gráfica, conversión entre coordenadas, vectores unitarios, suma y resta, multiplicación por escalar, producto punto y producto cruz)

Realice el procedimiento de cada ejercicio propuesto y encierre la respuesta correcta.

9. Determine el módulo del vector $\vec{v} = (-3, 4)$
- 5
 - 7
 - $\sqrt{13}$
 - 4



10. Seleccione la opción que muestra correctamente el vector $\vec{A} = (2, -3)$ en el plano.



11. Convierte el vector ($r = 10, \theta = 30^\circ$) a coordenadas rectangulares.

- a) (10, 30)
- b) (8.66, 5)
- c) (5, 8.66)
- d) (7, 7)

12. Encuentra el vector unitario en la dirección de $\vec{V} = (6,8)$

- a) (3, 4)
- b) $(\frac{6}{5}, \frac{8}{5})$
- c) $(\frac{6}{10}, \frac{8}{10})$
- d) $(\frac{6}{14}, \frac{8}{14})$

13. Si $\vec{A} = (4, -2)$ y $\vec{B} = (-1, 3)$, calcula $\vec{A} - \vec{B}$

- a) (3, -5)
- b) (5, -1)
- c) (5, -5)
- d) (3, 1)

14. Multiplica el vector $\vec{V} = (2, -5)$ por el escalar -3.

- a) (-6, 15)
- b) (6, -15)
- c) (-6, -15)
- d) (6, 15)



15. Calcula el producto punto de $\vec{U} = (3,4)$ y $\vec{V} = (-2,1)$.

- a) 10
- b) -2
- c) -10
- d) 2

16. Calcula el producto cruz de $\vec{A} = (2,3)$ y $\vec{B} = (4,-1)$ en el plano.

- a) (0,0,-14)
- b) (0,0,-14)
- c) (0,0,10)
- d) (0,0,-10)



CRITERIOS A EVALUAR																				Observaciones	
PREGUNTA	ADECUACIÓN															PERTINENCIA					
	La pregunta se comprende con facilidad					Opciones de respuesta adecuadas					Opciones de respuesta en orden lógico					Relación con el/los objetivo/s que se pretende estudiar					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4		5
1				X					X					X					X		
2				X					X					X					X		
3				X					X					X					X		
4				X					X					X					X		
5				X					X					X					X		
6				X					X					X					X		
7				X					X					X					X		
8				X					X					X					X		
9				X					X					X					X		
10				X					X					X					X		
11				X					X					X					X		
12				X					X					X					X		
13				X					X					X					X		
14				X					X					X					X		
15				X					X					X					X		
16				X					X					X					X		



ASPECTOS GENERALES		SI	NO	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder la prueba.		X		
La secuencia de ítems es adecuada.		X		
El número de ítems es suficiente.		X		
EVALUACIÓN GENERAL				
Validez del instrumento	Excelente	Satisfactorio	Necesita mejorar	Inadecuado
		X		
IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO				
Validado por: Ph.D. Luis Fernando Pérez Chávez			Firma:	
Cargo: Docente	Fecha: 12/01/2026			
C.I. 0602160137	Cel. 0998621873			



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Encuesta

Tema: Guía didáctica con el uso del software Desmos para el aprendizaje de vectores.

Autor: Yautibug Yuquilema Byron Dario

Objetivos de la investigación:

3. Objetivo General:

Proponer una guía didáctica con el uso del software Desmos, para contribuir al aprendizaje de vectores dirigida a estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, en la ciudad de Riobamba

4. Objetivos Específicos

- Identificar las principales dificultades conceptuales y procedimentales en el aprendizaje de vectores de los estudiantes.
- Determinar el nivel de las percepciones de los estudiantes sobre aspectos pedagógicos y el uso de herramientas tecnológicas en el abordaje de aprendizaje de vectores.
- Analizar la literatura científica sobre aprendizaje de vectores, uso de herramientas tecnológicas y la estructura correcta de una guía didáctica para sustentar la propuesta.
- Estructurar la guía didáctica para el uso de Desmos en el aprendizaje de vectores, con base en el diagnóstico y la revisión teórica

Indicaciones:

En el apartado "Criterios a evaluar" de entre las 5 opciones se le solicita marcar con una X la respuesta escogida de acuerdo con el siguiente detalle:

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5



Carrera de Pedagogía de
las Matemáticas & la Física
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS



En el apartado de "Aspectos Generales" y "Evaluación General" marque con una X la respuesta escogida entre las opciones presentadas.



INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Encuesta sobre percepciones del aprendizaje de vectores y uso de herramientas tecnológicas

Unidad Educativa Cristiana Nazareno

Nivel: Bachillerato General Unificado BGU

Área: Matemática

Carácter: Confidencial – Uso exclusivamente académico

Objetivo del instrumento: Determinar el nivel de percepciones de los estudiantes respecto a los aspectos pedagógicos del docente, el uso de herramientas tecnológicas y su familiaridad con plataformas digitales aplicadas al aprendizaje de vectores.

Instrucciones

- Lea cada afirmación con atención.
- Marque con un número del 1 al 5 según su grado de acuerdo, donde:
 - 1 = Totalmente en desacuerdo
 - 2 = En desacuerdo
 - 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - 4 = De acuerdo
 - 5 = Totalmente de acuerdo
- Sus respuestas serán anónimas y confidenciales.

DESARROLLO

Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente	1	2	3	4	5
1. El docente explicó los objetivos del bloque de vectores de manera clara y comprensible.					
2. Las estrategias pedagógicas utilizadas facilitaron la comprensión del tema vectores.					
3. El docente integró ejemplos prácticos y visuales que ayudaron a entender los conceptos de vectores.					
4. Las actividades propuestas promovieron la participación activa en clase.					
5. El docente resolvió dudas y proporcionó retroalimentación de forma efectiva durante el desarrollo del bloque vectores.					
Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores	1	2	3	4	5
6. El uso de herramientas tecnológicas hizo más dinámicas las clases del bloque de vectores.					



7. Las herramientas tecnológicas facilitaron la comprensión de los conceptos de vectores.					
8. Trabajar con tecnología me motivó a involucrarme más en las actividades en clase con el tema de vectores.					
9. Considero valioso seguir usando herramientas tecnológicas en otros temas de matemáticas.					
10. Las herramientas tecnológicas me ayudaron a visualizar operaciones y propiedades que antes eran difíciles de comprender.					
Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos (Desmos es una herramienta matemática interactiva para graficar funciones y explorar conceptos matemáticos, similar a GeoGebra)	1	2	3	4	5
11. Estoy familiarizado/a con las funciones básicas de GeoGebra (crear construcciones, usar herramientas).					
12. Utilicé GeoGebra con frecuencia durante el bloque de vectores.					
13. Me siento capaz de usar GeoGebra sin ayuda para resolver problemas de vectores.					
14. Estoy dispuesto/a a aprender y usar Desmos para representar gráficamente conceptos básicos de vectores (dirección, módulo y sentido, entre otros).					
15. Estaría dispuesto(a) a aprender y utilizar Desmos para realizar ejercicios prácticos y operaciones con vectores (suma, resta, productos, entre otros).					



CRITERIOS A EVALUAR																				Observaciones
PREGUNTA	ADECUACIÓN															PERTINENCIA				
	La pregunta se comprende con facilidad					Opciones de respuesta adecuadas					Opciones de respuesta en orden lógico					Relación con el/los objetivo/s que se pretende estudiar				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	
1				X					X					X					X	
2				X					X					X					X	
3				X					X					X					X	
4				X					X					X					X	
5				X					X					X					X	
6				X					X					X					X	
7				X					X					X					X	
8				X					X					X					X	
9				X					X					X					X	
10				X					X					X					X	
11				X					X					X					X	
12				X					X					X					X	
13				X					X					X					X	
14				X					X					X					X	
15				X					X					X					X	



Carrera de Pedagogía de
las Matemáticas & la Física
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS

en movimiento



ASPECTOS GENERALES		SI	NO	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder la prueba.		X		
La secuencia de ítems es adecuada.		X		
El número de ítems es suficiente.		X		
EVALUACIÓN GENERAL				
Validez del instrumento	Excelente	Satisfactorio	Necesita mejorar	Inadecuado
	X			
IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO				
Validado por: Ph.D. Luis Fernando Peréz Chávez			Firma:	
Cargo: Docente	Fecha: 12/01/2026			
C.I. 0602160137	Cel. 0998621873			



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Prueba de conocimientos

Tema: Guía didáctica con el uso del software Desmos para el aprendizaje de vectores.

Autor: Yautibug Yuquilema Byron Darío

Objetivos de la investigación:

1. Objetivo General:

Proponer una guía didáctica con el uso del software Desmos, para contribuir al aprendizaje de vectores dirigida a estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, en la ciudad de Riobamba

2. Objetivos Específicos

- Identificar las principales dificultades conceptuales y procedimentales en el aprendizaje de vectores de los estudiantes.
- Determinar el nivel de las percepciones de los estudiantes sobre aspectos pedagógicos y el uso de herramientas tecnológicas en el abordaje de aprendizaje de vectores.
- Analizar la literatura científica sobre aprendizaje de vectores, uso de herramientas tecnológicas y la estructura correcta de una guía didáctica para sustentar la propuesta.
- Estructurar la guía didáctica para el uso de Desmos en el aprendizaje de vectores, con base en el diagnóstico y la revisión teórica

Indicaciones:

En el apartado "Criterios a evaluar" de entre las 5 opciones se le solicita marcar con una X la respuesta escogida de acuerdo con el siguiente detalle:

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5



Carrera de Pedagogía de
las Matemáticas & la Física
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS



En el apartado de "Aspectos Generales" y "Evaluación General" marque con una X la respuesta escogida entre las opciones presentadas.



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Prueba sobre aprendizaje de vectores

Unidad Educativa Cristiana Nazareno

Nivel: Bachillerato General Unificado BGU

Área: Matemática

Carácter: Confidencial – Uso exclusivamente académico

Objetivo del instrumento

Identificar las principales dificultades conceptuales y procedimentales que presentan los estudiantes en el aprendizaje de vectores, con el fin de obtener información diagnóstica que contribuya al diseño de una guía didáctica para el uso de Desmos.

Instrucciones

- Lea cada pregunta con atención.
- En el Bloque 1, responda las preguntas de Verdadero/Falso marcando V si es verdadero o F si es falso, y las de Selección única eligiendo la opción correcta.
- En el Bloque 2, seleccione la respuesta correcta. Además, realice el cálculo respectivo en la hoja.
- Esta prueba **no tiene fines calificativos**; su finalidad es únicamente académica.
- Responda con sinceridad.

Código:_____

BLOQUE 1: Comprensión conceptual

Sección A: conceptos básicos de vectores

Verdadero/Falso: Marque V si es verdadero o F si es falso según usted considere.

1. Un vector se define por su módulo, dirección y sentido. ()
2. Para convertir un vector de coordenadas polares a rectangulares se necesita conocer el módulo, dirección y el ángulo. ()
3. Un vector unitario es aquel cuyo módulo es diferente a uno. ()
4. La suma de vectores es conmutativa. ()



5. Multiplicar un vector por un escalar negativo invierte su sentido. ()

Sección B: Representación gráfica, producto vectorial y escalar

Selección única: Seleccione una única respuesta correcta encerrando con un círculo.

6. ¿Cuál es la forma correcta de representar un vector en el plano?
- Como un punto con coordenadas
 - Como un segmento orientado con dirección y sentido
 - Como una línea sin dirección
 - Como una curva
7. ¿Cuándo el producto escalar (producto punto) entre dos vectores es cero?
- Cuando son paralelos
 - Cuando son ortogonales
 - Cuando tienen igual módulo
 - Cuando forman un ángulo menor a 90°
8. El producto vectorial (producto cruz) entre dos vectores en el plano genera:
- Un número real
 - Un vector perpendicular al plano
 - La suma de los vectores
 - El ángulo entre los vectores

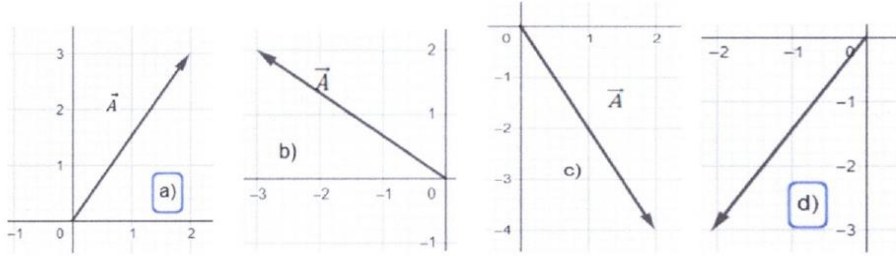
BLOQUE 2: Habilidades procedimentales (cálculo de módulo, representación gráfica, conversión entre coordenadas, vectores unitarios, suma y resta, multiplicación por escalar, producto punto y producto cruz)

Realice el procedimiento de cada ejercicio propuesto y encierre la respuesta correcta.

9. Determine el módulo del vector $\vec{v} = (-3, 4)$
- 5
 - 7
 - $\sqrt{13}$
 - 4



10. Seleccione la opción que muestra correctamente el vector $\vec{A} = (2, -3)$ en el plano.



11. Convierte el vector ($r = 10, \theta = 30^\circ$) a coordenadas rectangulares.

- a) (10, 30)
- b) (8.66, 5)
- c) (5, 8.66)
- d) (7, 7)

12. Encuentra el vector unitario en la dirección de $\vec{v} = (6, 8)$

- a) (3, 4)
- b) $(\frac{6}{5}, \frac{8}{5})$
- c) $(\frac{6}{10}, \frac{8}{10})$
- d) $(\frac{6}{14}, \frac{8}{14})$

13. Si $\vec{A} = (4, -2)$ y $\vec{B} = (-1, 3)$, calcula $\vec{A} - \vec{B}$

- a) (3, -5)
- b) (5, -1)
- c) (5, -5)
- d) (3, 1)

14. Multiplica el vector $\vec{v} = (2, -5)$ por el escalar -3.

- a) (-6, 15)
- b) (6, -15)
- c) (-6, -15)
- d) (6, 15)



15. Calcula el producto punto de $\vec{U} = (3,4)$ y $\vec{V} = (-2,1)$.

- a) 10
- b) -2
- c) -10
- d) 2

16. Calcula el producto cruz de $\vec{A} = (2,3)$ y $\vec{B} = (4,-1)$ en el plano.

- a) (0,0,-14)
- b) (0,0,-14)
- c) (0,0,10)
- d) (0,0,-10)



CRITERIOS A EVALUAR																				Observaciones	
PREGUNTA	ADECUACIÓN															PERTINENCIA					
	La pregunta se comprende con facilidad					Opciones de respuesta adecuadas					Opciones de respuesta en orden lógico					Relación con el/los objetivo/s que se pretende estudiar					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4		5
1					x					x					x					x	
2					x					x					x					x	
3					x					x					x					x	
4					x					x					x					x	
5					x					x					x					x	
6					x					x					x					x	
7					x					x					x					x	
8					x					x					x					x	
9					x					x					x					x	
10					x					x					x					x	
11					x					x					x					x	
12					x					x					x					x	
13					x					x					x					x	
14					x					x					x					x	
15					x					x					x					x	
16					x					x					x					x	



ASPECTOS GENERALES		SI	NO	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder la prueba.		✓		
La secuencia de ítems es adecuada.		✓		
El número de ítems es suficiente.		✓		
EVALUACIÓN GENERAL				
Validez del instrumento	Excelente	Satisfactorio	Necesita mejorar	Inadecuado
		✓		
IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO				
Validado por: <i>Norma Isabel Allarica S.</i>			Firma:	
Cargo: <i>Docente</i>	Fecha: <i>14-01-2026</i>			
C.I. <i>0604071533</i>	Cel. <i>0986821491</i>			



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Encuesta

Tema: Guía didáctica con el uso del software Desmos para el aprendizaje de vectores.

Autor: Yautibug Yuquilema Byron Dario

Objetivos de la Investigación:

3. Objetivo General:

Proponer una guía didáctica con el uso del software Desmos, para contribuir al aprendizaje de vectores dirigida a estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Cristiana Nazareno, en la ciudad de Riobamba

4. Objetivos Específicos

- Identificar las principales dificultades conceptuales y procedimentales en el aprendizaje de vectores de los estudiantes.
- Determinar el nivel de las percepciones de los estudiantes sobre aspectos pedagógicos y el uso de herramientas tecnológicas en el abordaje de aprendizaje de vectores.
- Analizar la literatura científica sobre aprendizaje de vectores, uso de herramientas tecnológicas y la estructura correcta de una guía didáctica para sustentar la propuesta.
- Estructurar la guía didáctica para el uso de Desmos en el aprendizaje de vectores, con base en el diagnóstico y la revisión teórica

Indicaciones:

En el apartado "Criterios a evaluar" de entre las 5 opciones se le solicita marcar con una X la respuesta escogida de acuerdo con el siguiente detalle:

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5



Carrera de Pedagogía de
las Matemáticas & la Física
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS

en movimiento



En el apartado de "Aspectos Generales" y "Evaluación General" marque con una X la respuesta escogida entre las opciones presentadas.



INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Encuesta sobre percepciones del aprendizaje de vectores y uso de herramientas tecnológicas

Unidad Educativa Cristiana Nazareno

Nivel: Bachillerato General Unificado BGU

Área: Matemática

Carácter: Confidencial – Uso exclusivamente académico

Objetivo del instrumento: Determinar el nivel de percepciones de los estudiantes respecto a los aspectos pedagógicos del docente, el uso de herramientas tecnológicas y su familiaridad con plataformas digitales aplicadas al aprendizaje de vectores.

Instrucciones

- Lea cada afirmación con atención.
- Marque con un número del 1 al 5 según su grado de acuerdo, donde:
1 = Totalmente en desacuerdo
2 = En desacuerdo
3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4 = De acuerdo
5 = Totalmente de acuerdo
- Sus respuestas serán anónimas y confidenciales.

DESARROLLO

Categoría A: Aspectos pedagógicos y claridad docente	1	2	3	4	5
1. El docente explicó los objetivos del bloque de vectores de manera clara y comprensible.					
2. Las estrategias pedagógicas utilizadas facilitaron la comprensión del tema vectores.					
3. El docente integró ejemplos prácticos y visuales que ayudaron a entender los conceptos de vectores.					
4. Las actividades propuestas promovieron la participación activa en clase.					
5. El docente resolvió dudas y proporcionó retroalimentación de forma efectiva durante el desarrollo del bloque vectores.					
Categoría B: Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de vectores	1	2	3	4	5
6. El uso de herramientas tecnológicas hizo más dinámicas las clases del bloque de vectores.					




7. Las herramientas tecnológicas facilitaron la comprensión de los conceptos de vectores.					
8. Trabajar con tecnología me motivó a involucrarme más en las actividades en clase con el tema de vectores.					
9. Considero valioso seguir usando herramientas tecnológicas en otros temas de matemáticas.					
10. Las herramientas tecnológicas me ayudaron a visualizar operaciones y propiedades que antes eran difíciles de comprender.					
Categoría C: Familiaridad tecnológica y disposición hacia el uso de Desmos (Desmos es una herramienta matemática interactiva para graficar funciones y explorar conceptos matemáticos, similar a GeoGebra)	1	2	3	4	5
11. Estoy familiarizado/a con las funciones básicas de GeoGebra (crear construcciones, usar herramientas).					
12. Utilicé GeoGebra con frecuencia durante el bloque de vectores.					
13. Me siento capaz de usar GeoGebra sin ayuda para resolver problemas de vectores.					
14. Estoy dispuesto/a a aprender y usar Desmos para representar gráficamente conceptos básicos de vectores (dirección, módulo y sentido, entre otros).					
15. Estaría dispuesto(a) a aprender y utilizar Desmos para realizar ejercicios prácticos y operaciones con vectores (suma, resta, productos, entre otros).					



CRITERIOS A EVALUAR																				Observaciones	
PREGUNTA	ADECUACIÓN															PERTINENCIA					
	La pregunta se comprende con facilidad					Opciones de respuesta adecuadas					Opciones de respuesta en orden lógico					Relación con el/los objetivo/s que se pretende estudiar					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4		5
1				x					x					x					x		
2				x					x					x					x		
3				x					x					x					x		
4				x					x					x					x		
5				x					x					x					x		
6				x					x					x					x		
7				x					x					x					x		
8				x					x					x					x		
9				x					x					x					x		
10				x					x					x					x		
11				x					x					x					x		
12				x					x					x					x		
13				x					x					x					x		
14				x					x					x					x		
15				x					x					x					x		



ASPECTOS GENERALES		SI	NO	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder la prueba.		✓		
La secuencia de ítems es adecuada.		✓		
El número de ítems es suficiente.		✓		
EVALUACIÓN GENERAL				
Validez del instrumento	Excelente	Satisfactorio	Necesita mejorar	Inadecuado
		✓		
IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO				
Validado por: <i>Reina Isabel Allouca D.</i>			Firma: 	
Cargo: <i>Docente</i>	Fecha: <i>14-01-2025</i>			
C.I. <i>0604079533</i>	Cel. <i>0986 821471</i>			

Anexo 4. Lista de cotejo para la valoración del aprendizaje de vectores mediante la guía didáctica con Desmos

Objetivo: Valorar el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes después del desarrollo de las actividades propuestas en la guía didáctica.

Nombre del estudiante: -----

Curso/Paralelo: -----

Fecha: -----

N	Indicad-ores de evaluación	Logrado	En proceso	No logrado
1	Reconoce los elementos de un vector: módulo, dirección y sentido.			
2	Representa vectores correctamente en el plano cartesiano mediante Desmos.			
3	Identifica las componentes horizontal y vertical de un vector.			
4	Calcula correctamente el módulo de un vector.			
5	Determina el vector unitario de un vector dado.			
6	Realiza operaciones de suma y resta de vectores de manera gráfica y analítica			
7	Aplica correctamente el producto de un escalar por un vector.			
8	Convierte vectores entre coordenadas rectangulares y polares.			
9	Representa vectores en coordenadas geográficas mediante Desmos.			
10	Utiliza adecuadamente las herramientas básicas del software Desmos.			

11	Relaciona procedimientos algebraicos con representaciones gráficas en Desmos.			
----	---	--	--	--

Escala de valoración:

- Logrado: realiza correctamente la actividad de manera autónoma.
- En proceso: presenta dificultades parciales.
- No logrado: requiere apoyo constante para desarrollar la actividad.

Observaciones generales:

Nombre del docente/evaluador: -----

Fecha: -----