



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Facultad de Ciencias de la Educación

Trabajo de Titulación para la obtención del título de Magíster en Pedagogía de las Ciencias
Experimentales Mención en Matemática y Física.

**Diseño de una Guía Interactiva para aprendizaje del Cálculo Diferencial en la Unidad
Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año 2025 – 2026.**

Autor: Anthony Sebastian Bautista Quingalombo

Director -Tutor: Alexandra Belén Viñán Andino

Quito, Febrero 2026

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mis padres,

Marco Bautista y Patricia Quingalombo,

Por su apoyo incondicional y amor infinito.

A mi hijo y mis hermanos,

Sebastian, Nicolas y Jossue,

Por apoyarme y estar conmigo en cada momento

Todo esto es por ustedes

Con gran amor y cariño.

Anthony Bautista

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres, mi hijo y mis hermanos, por su amor incondicional, sus valores y su apoyo constante, que han sido fundamentales en mi formación personal y académica.

A mi docente tutora, compañeros y a todas las personas que contribuyeron con sus conocimientos, orientación y apoyo para la realización de este trabajo de titulación.

A todos ustedes, mi gratitud infinita por haber sido parte esencial de este logro.

Anthony Bautista

Índice de Contenidos

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
Formulación del problema	4
Objetivos de investigación	6
<i>Objetivo general</i>	6
<i>Objetivos específicos</i>	6
Justificación de la investigación	7
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
Antecedentes de la investigación	8
Bases teóricas	12
<i>Constructivismo como Enfoque Pedagógico</i>	12
<i>Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)</i>	17
<i>Innovación didáctica con materiales y recursos digitales</i>	23
<i>Integración de TIC en Cálculo Diferencial</i>	26
<i>Barreras y Retos en la Implementación de Tecnologías</i>	29
<i>El Pensamiento Computacional y las Apps</i>	32
Bases Legales	36
<i>La Constitución de la República del Ecuador (2008)</i>	36

<i>Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) (2011)</i>	37
<i>Reglamento General a la LOEI (2023)</i>	38
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	40
Enfoque de Investigación.....	40
Diseño de Investigación	40
Nivel de Profundidad de la Investigación	41
Tipo de Investigación.....	41
Unidad de Estudio, Población y Muestra.....	42
<i>Población</i>	42
<i>Muestra</i>	43
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos / Variables de Estudio.....	44
Técnicas de Análisis de Datos.....	44
<i>Análisis de la Naturaleza Cualitativa</i>	44
Validez de criterio	45
Confiabilidad del criterio	45
Operacionalización de Variable	47
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	50
Validación y consistencia del instrumento.....	50
Análisis de validación y consistencia del instrumento.....	52
Presentación e interpretación de resultados del instrumento aplicado a estudiantes.	53

Análisis de resultados presentados.....	75
CAPÍTULO V: Presentación de la propuesta.	77
Descripción de la propuesta.	77
Justificación de la propuesta	77
Objetivos de la propuesta	78
<i>Objetivo General</i>	78
<i>Objetivo específico</i>	78
Temporización de la propuesta	79
Beneficiarios de la propuesta	79
Responsables del adecuado desarrollo de la propuesta	80
Metodología de la propuesta	80
Instrumentos de evaluación de la propuesta.....	81
CAPÍTULO VI: Conclusiones y Recomendaciones.....	108
Conclusiones:	108
Recomendaciones:.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
Anexos	116

Índice de Tablas

Tabla 1: Validación de Expertos.....	45
Tabla 2: Nivel de confiabilidad	46
Tabla 3: Matriz de operacionalización de Variables.	47
Tabla 4: Matriz de datos de estudiantes UEMEE	50
Tabla 5: Matriz varianza muestral por ítem.....	50
Tabla 6: Matriz Varianza total	51
Tabla 7: Conceptos matemáticos	53
Tabla 8: Recursos tecnológicos	54
Tabla 9: Experimentar conceptos matemáticos	56
Tabla 10: Descomponer un problema.....	57
Tabla 11: Simulaciones interactivas	59
Tabla 12: Situaciones Reales o Problemas	60
Tabla 13: Uso de Matemáticas.....	62
Tabla 14: Herramienta tecnológica.....	63
Tabla 15: Software de uso libre	65
Tabla 16: Avances y dificultades.....	66
Tabla 17: Wolfram Cloud.....	68
Tabla 18: Uso independiente del software.....	69
Tabla 19: Acceso universal y equitativo.....	71
Tabla 20: Capacitación uso de tecnologías.....	72
Tabla 21: Distintas capacidades.....	74

Índice de gráficos

Gráfico 1: Conceptos Matemáticos.....	53
Gráfico 2: Recursos tecnológicos	55
Gráfico 3: Experimentar conceptos matemáticos	56
Gráfico 4: Descomponer un problema.....	58
Gráfico 5: Simulaciones interactivas	59
Gráfico 6: Situaciones reales o problemas.....	61
Gráfico 7: Uso de las matemáticas	62
Gráfico 8: Herramienta tecnológica.....	64
Gráfico 9: Software uso libre.....	65
Gráfico 10: Avances y dificultades.....	67
Gráfico 11: Wolfram Cloud.....	68
Gráfico 12: Uso independiente del software.....	70
Gráfico 13: Acceso universal y equitativo.....	71
Gráfico 14: Capacitación uso de tecnologías.....	73
Gráfico 15: Distintas capacidades.....	74

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRIA EN PEDAGOGÍA DE LAS
CIENCIAS EXPERIMENTALES MENCIÓN EN MATEMÁTICA Y FÍSICA.

Diseño de una Guía Interactiva para aprendizaje del Cálculo Diferencial en la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año 2025 – 2026.

Autor: Anthony Sebastian Bautista Quingalombo

Director -Tutor: Alexandra Belen Viñan Andino

Fecha:

Febrero, 2026

RESUMEN

La investigación aborda la problemática del desinterés y las dificultades de comprensión en el aprendizaje del Cálculo Diferencial entre estudiantes de 3° BGU en la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo. El estudio surge de la necesidad de transformar los métodos tradicionales de enseñanza, caracterizados por su rigidez teórica, hacia un enfoque más dinámico e interactivo que capture la motivación de los estudiantes. Su objetivo central diseñar una guía metodológica utilizando software de acceso libre que facilite la comprensión de los conceptos del Cálculo Diferencial mediante el aprendizaje basado en problemas. La investigación adoptó un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo con un diseño cuasi experimental. Se trabajó con 35 estudiantes de 3° BGU, utilizando técnicas de recolección: encuestas con escala de Likert, instrumentos como cuestionarios diagnósticos y análisis estadística descriptiva y análisis cualitativo. Los hallazgos revelaron que, solo el 31% de estudiantes comprendía conceptos matemáticos, mientras que 44.8% mostraba desinterés o neutralidad hacia herramientas tecnológicas, demostrando que existía una marcada necesidad de recursos didácticos innovadores. Se desarrolló una guía interactiva fundamentada en el: constructivismo; aprendizaje basado en problemas; uso de Wolfram Cloud y principios de Diseño Universal para el Aprendizaje. Finalmente, La guía transforma el aprendizaje tradicional en una experiencia interactiva, fomenta el pensamiento computacional, mejora significativamente la comprensión de conceptos abstractos y aumenta la motivación y participación estudiantil.

Palabras clave: Aprendizaje basado en problemas Cálculo Diferencial, guía interactiva, innovación pedagógica, matemáticas, tecnología educativa, Wolfram Cloud.

PONTIFICAL CATHOLIC UNIVERSITY OF ECUADOR
FACULTY OF EDUCATIONAL SCIENCES
MASTER'S DEGREE IN EDUCATION SPECIALIZATION IN
PEDAGOGY OF EXPERIMENTAL SCIENCES: MATHEMATICS AND PHYSICS.

**Design of an Interactive Guide for Learning Differential Calculus at the Eugenio Espejo
Municipal Educational Unit in the year 2025-2026.**

Author: Anthony Sebastian Bautista Quingalombo

Director-Counselor: Alexandra Belén Viñán Andino

Date:

February 2026

ABSTRACT

This research addresses the problem of disinterest and comprehension difficulties in learning differential calculus among 11th-grade students at the Eugenio Espejo Municipal Educational Unit. The study stems from the need to transform traditional teaching methods, characterized by their theoretical rigidity, toward a more dynamic and interactive approach that captures students' motivation. Its central objective is to design a methodological guide using open-source software that facilitates the understanding of differential calculus concepts through problem-based learning. The research adopted a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative data with a quasi-experimental design. Thirty-five 11th-grade students participated, and data collection techniques included Likert-scale surveys, diagnostic questionnaires, and descriptive statistical and qualitative analyses. The findings revealed that only 31% of students understood mathematical concepts, while 44.8% showed disinterest or neutrality toward technological tools, demonstrating a marked need for innovative teaching resources. An interactive guide was developed based on constructivism, problem-based learning, the use of Wolfram Cloud, and Universal Design for Learning principles. Ultimately, the guide transforms traditional learning into an interactive experience that fosters computational thinking, significantly improves the understanding of abstract concepts, and increases student motivation and engagement.

Keywords: Problem-based learning, differential calculus, interactive guide, pedagogical innovation, mathematics, educational technology, Wolfram Cloud.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una guía interactiva para la enseñanza del Cálculo Diferencial en jóvenes representa un gran desafío para la educación contemporánea, ya que busca dotar a los estudiantes de herramientas que les permitan comprender y aplicar conceptos matemáticos complejos de manera efectiva. Estas capacidades son fundamentales para el desarrollo personal e interpersonal, y su entrenamiento debe ser una prioridad para las instituciones educativas. La enseñanza de las ciencias, en este caso, la matemática, al integrar contenidos de estudio con herramientas y metodologías innovadoras, se convierte en una vía esencial para lograr este objetivo. El eje central de esta investigación es el diseño de una guía interactiva para el aprendizaje del Cálculo Diferencial, enfocándose en analizar cómo se relaciona esta guía con la mejora de la comprensión de los principios de esta materia en los estudiantes. El presente estudio sobre el diseño de una guía interactiva para el aprendizaje del Cálculo Diferencial consta de los siguientes capítulos:

Capítulo I: planteamiento del problema: En este capítulo se abordará el problema de investigación. Se expondrá el planteamiento del problema, que describirá la situación de estudio, partiendo del contexto en la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo donde los estudiantes de 3° BGU enfrentan dificultades para comprender los principios del Cálculo Diferencial debido a las clases tradicionales, la falta de interés y los recursos didácticos innovadores. También contendrá la formulación del problema, sus preguntas directrices (como la manera en que la guía impacta y se relaciona con la comprensión del Cálculo Diferencial), el objetivo general y específicos (diseñar una guía metodológica interactiva y

establecer herramientas de acceso libre, entre otros), y su justificación, que expondrá los aspectos teóricos, prácticos y metodológicos del tema de estudio.

Capítulo II: fundamentación teórica: Este capítulo ubicará el tema de investigación con las respectivas líneas de investigación. Se presentará el estado del arte o antecedentes de la investigación, analizando estudios nacionales e internacionales sobre el uso de plataformas interactivas, GeoGebra, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y Demos para la enseñanza del Cálculo Diferencial. Además, se fundamentará la importancia del tema desde una dimensión sociológica, pedagógica y legal. Se recogerá el aporte de diversos autores para la fundamentación teórica, estructurada en ocho ejes principales, que incluyen el Constructivismo como Enfoque Pedagógico, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), la Teoría Sociocultural de Vygotsky y el Aprendizaje Significativo de Ausubel. También se abordará la Innovación didáctica con materiales y recursos digitales (específicamente Wolfram Cloud), la Integración de TIC en Cálculo Diferencial, las Barreras y Retos en la Implementación de Tecnologías y el Pensamiento Computacional y las Apps.

Capítulo III: metodología de la investigación: En este capítulo se describirá sistemáticamente el proceso investigativo. Se detallará el enfoque de la investigación (cualitativo y cuantitativo), el diseño de la investigación (mixto), el nivel de profundidad (descriptivo y correlacional con alcance transversal) y el tipo de investigación (cuasiexperimental y de campo no experimental). Se definirá la unidad de estudio, la población (180 estudiantes de 3ero BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo) y la muestra (31 estudiantes seleccionados mediante muestreo probabilístico estratificado). Finalmente, se especificarán las técnicas e instrumentos de recolección de datos (encuestas

con escala de Likert) y las técnicas de análisis de datos (estadística descriptiva y análisis cualitativo), junto con la matriz de operacionalización de variables.

Capítulo IV: presentación y análisis de datos: Este apartado presentará los hallazgos más relevantes sobre el tema de estudio, derivados de los diversos estudios consultados y los criterios de los autores. Incluirá los resultados de encuestas aplicadas a docentes y estudiantes, así como una síntesis de los principales hallazgos. Se darán respuestas claras y objetivas a cada una de las preguntas directrices planteadas al inicio de la investigación.

Capítulo V: presentación de la propuesta: Aquí se presentará y describirá la propuesta de una guía interactiva, su justificación y los objetivos que persigue. El objetivo general de la propuesta es implementar procesos lógico-matemáticos en el análisis de funciones reales a través de Wolfram Cloud para aplicar en situaciones cotidianas. Se detallará la temporización de la propuesta (año lectivo 2025-2026), los beneficiarios (31 estudiantes de 3ero BGU), y la metodología de la propuesta, que utiliza la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Se incluirán los pasos para la instalación y activación de Wolfram Cloud, y se presentarán planificaciones de actividades, como la "Introducción a Wolfram Cloud", enfocadas en resolver retos y comprobar operaciones.

Este estudio, de carácter innovador, busca transformar la enseñanza del Cálculo Diferencial, pasando de un modelo tradicional a uno interactivo y participativo, utilizando herramientas digitales de vanguardia como Wolfram Cloud. Es como equipar a un escalador con herramientas modernas (la guía interactiva) para ascender una montaña desafiante (el Cálculo Diferencial), en lugar de solo darle un mapa y esperar que suba sin ayuda.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Formulación del problema

¿En qué medida el desinterés de los estudiantes de 3º BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo por las clases tradicionales de Cálculo Diferencial contribuye a las deficiencias en la comprensión de los conceptos básicos, la falta de motivación y la dificultad para entender los principios fundamentales del Cálculo?

La enseñanza del Cálculo Diferencial en el bachillerato se configura como uno de los desafíos más relevantes del área de Matemática, ya que incorpora nociones abstractas como límite y derivada. Estos contenidos demandan del estudiantado habilidades de razonamiento lógico, interpretación de representaciones gráficas y aplicación de conocimientos en situaciones reales. En este sentido, diferentes investigaciones reportan que tales temáticas suelen generar dificultades constantes, incidiendo de manera negativa en la comprensión conceptual y en el rendimiento académico (Dubarbie Fernández, 2024).

Dentro del contexto educativo latinoamericano, se ha determinado que una de las causas asociadas a estas dificultades corresponde al predominio de prácticas pedagógicas tradicionales, caracterizadas por clases expositivas, ejercicios repetitivos y memorización de procedimientos. Si bien estas metodologías pueden fortalecer procesos operativos, no garantizan necesariamente aprendizajes significativos ni una participación por parte de los estudiantes (Tumbaco & Borja, 2025).

De igual forma, estudios recientes destacan que el empleo de software matemático de libre acceso, como GeoGebra, favorece el aprendizaje del cálculo al posibilitar la

representación dinámica de funciones, pendientes y tasas de variación. Además, estas herramientas potencian el razonamiento matemático, la comprensión de conceptos y la mejora del desempeño escolar (Vilema et al., 2025).

No obstante, en diversas instituciones educativas la utilización de estos recursos continúa siendo limitada debido a la persistencia de enfoques convencionales, insuficiente formación docente y escasa planificación metodológica. Esta situación reduce la posibilidad de desarrollar experiencias de aprendizaje más dinámicas, participativas e innovadoras (Sampedro & Sarmiento, 2026).

Ante esta realidad, resulta pertinente examinar la incidencia de los métodos tradicionales de enseñanza en la comprensión conceptual, la motivación y el rendimiento académico del estudiantado, con la finalidad de estructurar una propuesta pedagógica innovadora sustentada en metodologías activas y software matemático libre que contribuya al fortalecimiento del aprendizaje del Cálculo Diferencial

Objetivos de investigación

Objetivo general

Diseñar una guía metodológica usando software de acceso libre que facilite la comprensión de los conceptos del Cálculo Diferencial a través del aprendizaje basado en problemas en estudiantes 3ero BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año lectivo 2025-2026.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el nivel de desinterés de los estudiantes de 3.º BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo, durante el año lectivo 2025-2026, frente al aprendizaje del Cálculo Diferencial, considerando factores relacionados con las metodologías de enseñanza, la motivación académica y el uso de recursos interactivos.
- Determinar las herramientas interactivas de acceso libre para el aprendizaje de conceptos de Cálculo Diferencial que ayuden a su interpretación mediante su aplicación práctica en estudiantes de 3ero BGU de la Unidad educativa municipal Eugenio Espejo en el año lectivo 2025-2026.
- Configurar una guía metodológica sobre el software de acceso libre del Cálculo Diferencial para su uso y aplicación en el aprendizaje basado en problemas en estudiantes de 3ero BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año lectivo 2025 - 2026.

Justificación de la investigación

La presente investigación analiza la incidencia de las clases tradicionales en el aprendizaje del Cálculo Diferencial de los estudiantes de 3.º BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo. En este contexto, se busca medir en qué medida un enfoque centrado principalmente en la teoría se relaciona con niveles de desinterés, baja motivación y deficiencias en la comprensión de conceptos básicos, factores que podrían repercutir en el rendimiento académico. Asimismo, se examinan las dificultades que presentan los estudiantes para asimilar principios fundamentales como límite, razón de cambio y derivada, necesarios para resolver situaciones de mayor complejidad.

Las principales causas incluyen la falta de recursos didácticos innovadores y la rigidez de las clases tradicionales, que no fomentan la interacción ni el aprendizaje práctico. Los estudiantes no se sienten involucrados, lo que dificulta la comprensión de los contenidos. La implementación de una guía interactiva permitiría a los estudiantes comprender mejor los conceptos del Cálculo Diferencial. Al ser una herramienta dinámica y personalizada, se espera que fomente la participación, reduzca el desinterés y mejore significativamente su rendimiento académico.

En respuesta a la problemática planteada, se propone diseñar una guía interactiva como complemento a las clases tradicionales, con el objetivo de ofrecer a los estudiantes de 3º BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo una herramienta accesible que facilite su aprendizaje mejore la comprensión de los principios fundamentales del Cálculo Diferencial y fomente su participación, logrando así una mejora en su desempeño académico durante el año 2025-2026.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Antecedentes de la investigación

En la argumentación del diseño de la guía interactiva de Cálculo Diferencial han sido utilizadas cinco investigaciones publicadas entre 2020 a 2025 que han sido desarrolladas a nivel de Maestría, Doctorado o en revistas indexadas, las cuales están reseñadas en tres párrafos. Dichas reseñas están conforme a la cronología, autor, año, título, objetivo, aspecto metodológico, conclusión y principales aportes para la presente propuesta.

López y Martínez (2020) publicaron el trabajo titulado "Plataformas interactivas y rendimiento en matemáticas: un estudio longitudinal" en la Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. Se propusieron examinar si el uso de una plataforma gamificada en los estudiantes de secundaria podía favorecer el rendimiento en geometría y Cálculo a lo largo de un programa de seis meses de intervención.

Optaron por un diseño cuantitativo longitudinal, el cual consistió en la realización de pruebas estandarizadas de geometría y Cálculo, la primera de ellas antes de la intervención y la última al término de esta. La muestra de este trabajo estuvo constituida por 120 estudiantes de dos colegios, los cuales usaron la plataforma interactiva en sesiones semanales. Para retrasar la ejecución de las pruebas de geometría y Cálculo se recurrió a la estadística descriptiva y a la prueba T de muestras relacionadas.

Los resultados así obtenidos pusieron en evidencia un aumento significativo, tanto en la motivación como en la precisión a la hora de resolver problemas de matemáticas. Estos resultados validaron la eficiencia de los entornos digitales gamificados para concretar el

trabajo con conceptos abstractos. Este hallazgo apoya también la inclusión de módulos interactivos en nuestra guía para poder trabajar los límites y derivadas en forma de elementos de juego y retorno inmediato.

Ramírez y Zúñiga (2021) publican en la revista Iberoamericana de estadística y educación matemática el artículo de investigación “Eficacia de GeoGebra en la enseñanza del Cálculo Diferencial en la educación secundaria”. El objetivo del trabajo fue el de comparar el rendimiento obtenido en límites y derivadas por dos grupos de 40 estudiantes, uno de los grupos era tratado mediante GeoGebra y otro mediante la enseñanza tradicional.

Se llevó a cabo un diseño cuasi experimental con un grupo control y un grupo experimental, donde ambos grupos pasaron por evaluaciones pretest y posttest; el grupo experimental tiene, en medio de su programa, tres sesiones de GeoGebra semanales en un mes del trimestre. Se hizo uso de ANOVA para comparar los resultados de manera cuantitativa y de entrevistas semiestructuradas a docentes para recoger las percepciones que tenían respecto a la herramienta.

Así, el grupo que usa GeoGebra obtuvo puntuaciones significativamente superiores en comprensión conceptual y en habilidades de resolución de problemas, y los docentes pusieron de relieve la facilidad para visualizar los procesos en matemáticas. Estos resultados son una buena justificación para integrar software libre de graficación en nuestra guía de aprendizaje, pues facilita el aprendizaje visual y por medio del análisis de funciones en tiempo real.

González y Pérez (2022) en su tesis de maestría titulada “Aprendiendo en Problemas: Un enfoque para desarrollar habilidades en el Cálculo Diferencial” se plantearon como fin conocer el efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos en la resolución de ejercicios de Cálculo Diferencial en los estudiantes de primer año de universidad.

Llevaron a cabo un estudio mixto: por un lado, aplicaron pruebas cuantitativas para medir su rendimiento en ejercicios estándar, antes y después de un ciclo de ocho semanas con actividades del ABP. Por el otro, realizaron encuestas cualitativas a un grupo de 15 profesores que les permitió conocer su percepción sobre el método. Los resultados cuantitativos se procesaron mediante *t-Student* y los cualitativos mediante análisis de contenido.

Los resultados mostraron diferencias significativas, por un lado, en la capacidad para enfrentarse a problemas no rutinarios; y por otro lado, en la transferencia de conceptos a nuevas situaciones. Los profesores valoraron positivamente el enfoque por problemas por su potencial motivador. Eso es lo que nos da el marco metodológico sobre el ABP para construir nuestra guía en torno a retos auténticos que hagan que los estudiantes piensen y que lleven de forma práctica su conocimiento.

Fernández (2023) participó en el Congreso Internacional de Tecnología Educativa (Ciudad de México) con una exposición titulada “Integración de Desmos para la visualización de derivadas en Bachillerato”. El objetivo fue el de estudiar cómo la calculadora gráfica Desmos influye en la comprensión de las pendientes de funciones.

El estudio fue descriptivo y el objeto elegido estuvo constituido por 30 estudiantes de bachillerato que fueron sometidos a sesiones prácticas de Desmos a lo largo de cuatro semanas. Se recogieron sus gráficos en tiempo real junto con sus observaciones y respuestas, y al final se les administró una encuesta de percepción. El análisis contempló la frecuencia del uso de las herramientas; así como la correlación entre el uso de éstas y la precisión de la representación gráfica.

La inmediatez de la graficación interactiva hizo mejor la comprensión de la pendiente, así como la capacidad de autoevaluación de los estudiantes. Este resultado apoya la inclusión de funcionalidades de la herramienta de graficación dinámica en la guía, pues permite que los estudiantes exploren y verifiquen visualmente los conceptos de derivadas.

Finalmente, Morales y Santos (2024) en su trabajo titulado “Laboratorios virtuales como estrategia para la enseñanza del Cálculo Diferencial” publicado en la Revista Española de Pedagogía 79 (4), pp. 553–572, donde tuvieron como objetivo evaluar el impacto que había tenido la implementación de los laboratorios virtuales sobre la participación y el aprendizaje del Cálculo Diferencial en el alumnado de bachillerato.

Para realizar esta investigación se siguió un enfoque cualitativo que consiste en entrevistas semiestructuradas de 12 profesores que llevaron a cabo laboratorios virtuales y una observación participante en 5 aulas. Posteriormente, el enfoque cualitativo dio paso a un análisis temático en donde emergieron categorías sobre experiencias de uso, barreras y beneficios.

La investigación constató que los laboratorios virtuales favorecieron la actividad experimental y la colaboración, aunque los docentes identificaron la necesidad de formación previa a la utilización de los laboratorios virtuales. Reflexionamos que para optimizar la práctica de los simuladores que se incluyen en nuestra guía, es necesario incluir un manual de uso y llevar a cabo sesiones de formación del profesorado donde se garantice que se cumple con un nivel óptimo de utilización.

Bases teóricas

Es por esa razón que, para crear una guía interactiva de Cálculo Diferencial que responda adecuadamente a las necesidades de los aprendices de 3° del BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo es necesario sustentarla en teorías pedagógicas y enfoques metodológicos que hayan demostrado su eficacia. La base teórica de esta investigación se estructura en ocho ejes, cada uno de los cuales ha sido elegido por su importancia para poder comprender cómo los estudiantes construyen conocimiento; cómo resuelven problemas y cómo hacen uso de las herramientas digitales para las matemáticas.

Constructivismo como Enfoque Pedagógico

El constructivismo examina el aprendizaje como un proceso no solamente pasivo de recepción, sino que también hace referencia al proceso de construcción de conocimiento en el cual el estudiante debe reorganizar sus esquemas mentales utilizando experiencias previas y mediante la interacción con el medio (Vygotsky, 1978, p. 57). El constructivismo da prioridad al aprendiz y nos conduce a integrar herramientas interactivas, los simuladores de

software libre, por ejemplo, para hacer visible lo abstracto, tal y como se hace al modelar límites y derivadas en Cálculo Diferencial.

Principios básicos del constructivismo.

El constructivismo considera el aprendizaje como un proceso de construcción de significado activo, en el que los estudiantes reorganizan sus esquemas mentales a través de la asimilación y la acomodación de nueva información (Piaget, 1971, p. 24). Además, como se menciona Vygotsky (1978), el conocimiento no es el resultado de una mera transmisión de información, sino que está ligado a la interacción social y al medio. Tanto estos principios como su consideración de que al ir manipulando gráficas y experimentando con límites y derivadas los alumnos pueden reorganizar intensamente su conocimiento, fundamentan la propuesta de introducir simuladores de software libre en la guía interactiva de Cálculo Diferencial.

Además, en este enfoque se destaca que el aprendizaje tiene una mayor solidez cuando los alumnos llevan a cabo las actividades que se derivan de las actividades significativas que los alumnos ejecutan al relacionar teoría y práctica (Brooks & Brooks, 1993, p. 15). Así, al modelar funciones y derivadas en un simulador de software libre, los alumnos no solamente observan el resultado final, sino que también ven la aproximación del límite al modificar el parámetro de diferencia. En este paradigma, la experiencia activa facilita la integración sensomotriz y la cognitiva de conceptos abstractos, lo que se puede reconocer como una reconstrucción más rica de los esquemas mentales.

Rol del estudiante y del docente.

En el marco del paradigma constructivista, el alumno asume el papel de protagonista en el proceso de aprendizaje, indagando, planteando hipótesis y reflexionando sobre los resultados obtenidos (Bazurto et al., 2023, p. 12); por su parte, el profesor deja de ser simplemente un comunicador para pasar a ser un facilitador mediante la formulación de retos o problemas y la oportunidad de proporcionar una devolución oportuna (Vygotsky, 1978, p.68). En ese sentido, en la guía interactiva de los alumnos de 3º BGU, el profesor planteará retos relativos a aplicaciones prácticas del Cálculo Diferencial, orientando a los alumnos en el uso de las herramientas digitales, de tal manera que los alumnos dispongan del apoyo necesario, pero, a su vez, también alcanzando, equilibradamente, la autonomía para la optimización del aprendizaje.

Además, el constructivismo subraya la interactividad con pares como motor de este aprendizaje (Dillenbourg, 1999, p. 30). En la guía interactiva, el maestro fomenta que se lleven a cabo la creación de grupos heterogéneos que hablen discutiendo en pareja sus predicciones de derivadas antes de comprobarlas en *Cloud*. De esta manera, el alumno se convierte en aprendiz y, a su vez, el alumno desempeña la función de mediador como vía para fortalecer la comprensión de la manera en la que muestra sus conocimientos mediante la enseñanza a sus compañeros y se beneficia del *feedback* de sus homólogos supervisados por el profesor.

Andamiaje y progresión de actividades.

Para la reducción de la sobrecarga cognitiva, el constructivismo propone el uso de andamiajes, por ejemplo, pistas, ejemplos ilustrados, "minivídeos", que sostienen al alumno mientras asimila conceptos complejos, por ejemplo (Santander Open Academy, 2022, párr. 8). La guía interactiva parte de esta propuesta en los términos de un progreso; es decir, se empieza planteando funciones lineales para ir avanzando a problemas que contienen funciones no lineales y su modelización en situaciones reales. Una vez más, cada ejercicio presentado en el simulador ofrece una retroalimentación inmediata en la que el alumno verifica su predicción, y realiza los ajustes que estime oportunos de sus esquemas de conocimiento antes de pasar al siguiente nivel que le corresponde.

El propio constructivismo sugiere también que el andamiaje sea retirado progresivamente en función de la autonomía adquirida (Wood, Bruner, & Ross, 1976, p. 90). En la fase inicial la guía provee pasos a seguir para generar gráficos de funciones elementales; posteriormente disminuye estas ayudas, o bien, plantea preguntas abiertas que requieren que el alumno formule su propia estrategia en Mathematica. Este fading del soporte promueve la autovaloración despreocupada de los alumnos y les capacita para resolver, aun de forma autónoma, problemas de Cálculo Diferencial.

Limitaciones y consideraciones en el aula.

Aunque el constructivismo potencia la construcción activa del conocimiento, las tareas excesivamente complejas o carentes de apoyo pueden generar frustración y rechazo (Santander Open Academy, 2022, párr. 10). Además, la preparación de actividades y

familiarización con herramientas digitales exige un tiempo adicional de planificación al docente. Para mitigar estas limitaciones, la guía interactiva incluye rutas diferenciadas según el diagnóstico inicial de cada estudiante y puntos de control de comprensión que aseguran un avance equilibrado, adaptado al nivel de los alumnos de 3º BGU.

Por último, cabe señalar que cuando hay un uso intensivo de simuladores se puede hacer demasiado dependiente de esta herramienta y perder la destreza manual en el Cálculo (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006, p. 78). Para evitarlo, la guía va alternando ejercicios de Mathematica con la resolución manuscrita de límites y de derivadas a fin de que los alumnos sigan desarrollando tanto la destreza algorítmica como una profunda comprensión conceptual.

Diseño de actividades colaborativas.

El constructivismo pone principal interés en el aspecto social del aprendizaje y, por eso, la guía incluye actividades colaborativas que requieren que las parejas o los grupos pequeños co-construyan las soluciones a los problemas (Vygotsky, 1978, p. 90). Un ejemplo es el “Desafío de la función misteriosa”, donde cada participante propone transformar una función base implementada en Mathematica, de forma que el resto de los compañeros tenga que deducir cuál es la regla de transformación. Estas dinámicas permiten reforzar la negociación de significados y aprender entre iguales, puesto que discutir las estrategias de resolución refuerza la comprensión de límites y derivadas más allá del trabajo individual.

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) parte del supuesto de que el conocimiento se adquiere de una forma más profunda cuando los estudiantes enfrentan y resuelven un problema genuino que cuando simplemente reciben información (Barrows & Tamblyn, 1980, p. 3). El ABP propone centros de interés basados en retos contextualizados; para la formación de los alumnos promueve la indagación, la cooperación y el pensamiento crítico, los cuales son cruciales para la interiorización de conceptos complejos como los del Cálculo Diferencial.

Fundamentos del ABP.

Los fundamentos del ABP se sustentan en cinco fases básicas: presentación del problema, análisis y definición de necesidades de aprendizaje, investigación autónoma, fruto de la cual se aplican nuevos conocimientos, y reflexión del trabajo grupal (Barrows & Tamblyn, 1980, p. 12). Este ciclo permite que la persona sea la responsable de su aprendizaje y desarrolle habilidades metacognitivas al darse cuenta de sus limitaciones y buscar información de valor para resolverlas.

Diseño de escenarios auténticos.

Si se quiere estimular la motivación y la transferencia, hay que crear escenarios que presenten situaciones reales con las que modelar fenómenos a partir de límites y derivadas, como el cambio de velocidad en el caso de un vehículo, o el crecimiento poblacional (González & Pérez, 2022, p. 34). La guía interactiva resulta ser un espacio con casos progresivos que se despliegan tal como aparecen con datos numéricos y gráficos iniciales y

que invitan a los alumnos a formular hipótesis y a seleccionar herramientas digitales adecuadas para su validación.

Metodología de aplicación en Cálculo Diferencial.

La aplicación en Cálculo Diferencial implica sesiones organizadas en las que los estudiantes, en grupos de tres o cuatro personas, emplean simuladores de software libre (*GeoGebra*, *Desmos*), entre otros con el objetivo de averiguar las propiedades de funciones, verificar límites y derivadas. Por fin de la investigación independiente, presentan sus soluciones y reciben retroalimentación de su solución en el ciclo ABP a partir de una reflexión guiada por el docente sobre los procedimientos utilizados (González & Pérez, 2022, p. 47).

Retos de implementación y apoyo docente.

Aun cuando el ABP es sinónimo de aprendizaje activo, el éxito de su aplicación depende de una planificación exhaustiva y del papel mediador del docente. Sin instrucciones precisas, los estudiantes pueden encontrarse perdidos ante problemas abiertos, de ahí que la guía contemple guías de tutoría, rúbricas de evaluación colaborativa y talleres de formación docente que proporcionan instrucciones para el control y la retroalimentación, intercalando el equilibrio de la autonomía de los estudiantes con las instrucciones de los docentes (Barrows & Tamblyn, 1980, p. 65; Cabero-Almenara & Marín-Díaz, 2020, p. 88).

Aprendizaje del Cálculo Diferencial en estudiantes de bachillerato

En palabras del matemático Rico Segura (2024), la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo Diferencial son cruciales en la educación, debido a la necesidad de desarrollar

un pensamiento crítico y analítico avanzado. Este proceso es fundamental para que los estudiantes logren una comprensión profunda de conceptos abstractos, preparándolos eficazmente para aplicar estos conocimientos en situaciones reales y en diversas disciplinas científicas. Es imprescindible utilizar métodos pedagógicos innovadores que aborden la naturaleza desafiante y abstracta de sus conceptos, conectándolos con la práctica profesional futura.

Bajo la misma premisa se puede elaborar un diagnóstico sobre la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de bachillerato y gracias al estudio de López et al. (2022), reveló que la mayoría (88.1%) de los alumnos muestra una actitud indiferente. A pesar de que la dimensión cognitiva fue la mejor valorada, indicando que reconocen la importancia de la materia, la dimensión del comportamiento obtuvo la valoración más baja. Este hallazgo subraya la necesidad de implementar nuevas metodologías de enseñanza que transformen esta indiferencia, fomentando la motivación y el interés de los estudiantes.

El aprendizaje de las derivadas para los estudiantes de bachillerato

Así también otro concepto de importancia es el aprendizaje de las derivadas que según Pineda et al. (2020), el software Derive demuestra ser una herramienta didáctica muy eficaz para la enseñanza aprendizaje de las derivadas. Su interfaz amigable y fácil acceso no solo agiliza los Cálculos y la exploración de soluciones, sino que también promueven una comprensión conceptual más profunda mediante la visualización gráfica. La implementación de Derive fortalece los conocimientos previos y fomenta la motivación, mejorando significativamente la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. Esto permite una

apropiación autónoma y un aprendizaje más significativo de los temas del Cálculo Diferencial.

Herramientas colaborativas en entornos digitales.

En la medida en que permiten revivir la mediación sociocultural, las plataformas digitales convierten las actividades en línea en una posibilidad dentro de la mediación sociocultural. Complementariamente, para Bolaño Muñoz (2020) los foros de discusión, las pizarras digitales, etc., permiten construir un espacio de intercambio de ideas e interacción, así como la retroalimentación sincrónica. En la guía interactiva incluida, se establecen espacios colaborativos en *GeoGebra Classroom* o *Desmos Activity Builder*, donde los estudiantes comparten sus conjeturas sobre límites-tasa de variación-derivadas, retroalimentan el trabajo de sus compañeros y construyen soluciones entre todos en línea (párr. 10).

Desafíos en la gestión de dinámicas sociales.

A pesar de la riqueza cognitiva que proporciona la colaboración en el trabajo en línea, la colaboración, en la medida en que asistimos a una relación grupal depende de una adecuada coordinación en el trabajo en línea para que unos alumnos no dominen la actividad o para que otros compañeros permanezcan excluidos y fuera de las actividades en grupo (Mejía et al., 2022, p. 112). Para contribuir a mitigar y reducir el riesgo, se proponen en la guía roles e instrumentos de participación en grupos, rúbricas para la evaluación de la participación, así como actividades grupales de reflexión sobre la participación al final de cada sesión en la que se asegure que todos y todas las participantes, a través de su participación, construyan y obtengan aprendizajes y se beneficien del proceso sociocultural de aprendizaje.

El papel del lenguaje en la mediación.

Vygotsky (1978) señala que el lenguaje no es simplemente un vehículo de expresión del pensamiento, sino que también es la herramienta con la que los sujetos van interiorizando las funciones cognitivas. Cada actividad colaborativa de la guía de Cálculo Diferencial incluye espacios de discusión estructurada, como el caso de los foros en Mathematica, en los que los alumnos tienen que explicitar con sus propias palabras cómo entienden la pendiente de una curva, qué entienden por un límite, etc.; de manera que, este uso deliberado del lenguaje como mediador favorece la conversión de procesos interpsicológicos (el diálogo) en procesos intrapsicológicos (el pensar de manera individual), promoviendo así, la comprensión de conceptos abstractos.

Organizadores previos y activación de conocimientos.

Los organizadores previos son esquemas conceptuales que predisponen al alumnado a adquirir información densa, al explicitarse lo que ya sabe y lo que tiene que aprender (Ausubel, 1983, p. 15); para el Cálculo Diferencial la guía del módulo da paso a unas breves actividades en las que el alumnado describe casos concretos de variación; por ejemplo, el cambio de velocidad de un vehículo en el momento que se frena, y busca realizar estimaciones gráficas en *Desmos*, para activar sus esquemas sobre cambio, lo que permitirá más tarde formalizar el límite.

Diagnóstico de los conocimientos iniciales.

En la guía, antes de cada unidad se estipulan cuestionarios diagnósticos de corta duración y ejercicios de autoevaluación, que tienen como finalidad dar cuenta de las ideas previas de los alumnos referidas a variación y a las tasas de cambio (Yuquie, 2024, p. 5). A

partir de estos resultados, el sistema es capaz de ofrecer distintas trayectorias: un trayecto básico para los alumnos de nivel y un trayecto avanzado para aquellos alumnos que poseen esquemas previos consolidados. Esta personalización asegura que cada uno de los alumnos sea capaz de construir sobre cimientos adecuados.

Adaptaciones y limitaciones para grupos heterogéneos.

El desafío del aprendizaje significativo no es otro que el hecho de que un grupo también puede ser heterogéneo en estructuras cognitivas y que esas diferencias pueden dar como resultado brechas de comprensión (Yuquie, 2024, párr. 7). A fin de cerrar esas brechas se proponen en la guía módulos de repaso automático, *checkpoints* de comprensión y sesiones de tutorías cortas que permiten al docente para que se enfoque en identificar y atender necesidades puntuales en sus estudiantes. De este modo cada alumno podrá ir avanzando secuencialmente delimitando un nivel de exige para cada intención viable de construcción de significados.

Organizadores Avanzados Multimedia.

Los organizadores previos no cubren solo el texto; al añadir elementos multimedia, tales como vídeos interactivos, animaciones de límites y representaciones sonoras, se potencia el aprendizaje significativo (Mayer, 2009, p. 45). En la guía interactiva de Cálculo Diferencial, cada uno de los módulos empieza por proponer un video breve que simula un fenómeno real como, por ejemplo, el de la caída de un objeto, y representa gráficamente la interacción entre el fenómeno considerado y el concepto de límite. La presentación multimedia prepara así diversos caminos cognitivos de los alumnos enlazando los

conocimientos previos y nuevas abstracciones matemáticas de un modo más directo y atractivo.

Estrategias de Anclaje para la Transferencia.

Para Ausubel (1983) la presentación de ejemplos distintos para explicar la aplicación del mismo principio es capital para conseguir la transferencia de una noción. Por este motivo, en cada uno de los módulos de la guía se incluye tres casos de estudio: uno físico (velocidad de un móvil), uno económico (tasa de interés instantánea) y uno biológico (crecimiento de una población). Todos los casos de estudio presentan el mismo procedimiento de Cálculo de derivadas en Mathematica, propósito que refuerza el anclaje del concepto que se considera, y prepara a los alumnos para transferir la técnica sobre nuevos problemas; de este modo se consolida un aprendizaje verdaderamente significativo.

Innovación didáctica con materiales y recursos digitales

La enseñanza del Cálculo Diferencial se enriquece a medida que van conjugándose estrategias kinestésicas con herramientas digitales de último nivel. En esta investigación se opta por centrarse la innovación didáctica en *Wolfram Cloud* como un recurso único de software libre que combina visualización dinámica, cálculo simbólico y simulación proporcionando a los alumnos de 3.º BGU un aprendizaje contextualizado y significativo.

Materiales manipulativos vs. Wolfram cloud.

Mientras que los materiales manipulativos, básicamente aquellos que permiten iniciar una comprensión sencilla de conceptos básicos por su propia idea de materialidad (Rodríguez et al., 2023, p. 208); son incapaces de dar lugar a la concepción de los procesos relacionados

con el concepto de cambio continuo. En contraste a ello, la guía interactiva propone que a partir de esta primera actividad manual ilustrando las variaciones más sencillas, se incorpore el mismo fenómeno gracias a la implementación de Wolfram Cloud el cual es una plataforma tecnológica que potencia el aprendizaje matemático moderno con un enfoque en el uso de herramientas computacionales interactivas, es el componente de aprendizaje ideal para niveles medios educativos y superiores y para la educación remota o híbrida.

Wolfram Cloud como plataforma interactiva.

En el contexto del aprendizaje de las matemáticas, Wolfram se posiciona como una plataforma interactiva fundamental que fomenta una aproximación creativa al conocimiento, tal como señalan Jiménez et al. (2023) Específicamente, se menciona que el Wolfram Cloud ofrece una variedad de modalidades para que los estudiantes puedan experimentar activamente en la resolución de problemas. La naturaleza amigable de su interfaz y su presentación simplificada han contribuido a su creciente incorporación en el ámbito educativo, motivando el aprendizaje matemático y posibilitando la exploración de nuevas problemáticas.

Por consiguiente, esta plataforma intuitiva capacita a los alumnos para analizar y comprender a fondo el planteamiento y la resolución de ejercicios prácticos, lo que incrementa su confianza para experimentar, progresando de niveles sencillos a desafíos más complejos. Además, Wolfram Cloud propicia la construcción colaborativa del conocimiento, una habilidad crucial que prepara a los estudiantes para su desarrollo profesional al permitirles interactuar y aprender de sus compañeros.

Simulaciones avanzadas y laboratorios virtuales.

Wolfram Cloud, que va más allá de la simple graficación, también permite el diseño de laboratorios virtuales donde los estudiantes modelan fenómenos del mundo real (movimiento de un proyectil, crecimiento de una población) y analizan sus derivadas con el fin de identificar tasas de cambio (Guevara et al., 2021, p. 210). De hecho, la guía incluye actividades gamificadas en forma de notebooks, donde a partir de la realización de simulaciones correctas los estudiantes logran "insignias", algo que tiene repercusiones en el aprendizaje y la motivación.

Formación del profesorado y manual de uso.

La formación técnica y pedagógica es necesaria para la correcta implementación de Wolfram Cloud. En este sentido, en palabras de Cabero-Almenara y Marín-Díaz (2020) sostienen que lo más importante para poder maximizar el potencial que tienen las TIC es la competencia digital del profesorado (p. 88). Por este motivo, la guía viene acompañada de un manual de usuario detallado y tutoriales interactivos en Wolfram Cloud y propuestas de micro talleres destinados al profesorado de 3.º BGU que permitan el diseño, la adaptación y la evaluación con seguridad y solvencia de actividades de Cálculo Diferencial.

Integración de Multimedia Interactiva.

La incorporación de elementos multimedia interactivos como capas de animación de los límites, simulaciones guiadas o recursos de realidad aumentada permiten enriquecer el aprendizaje por medio de múltiples modalidades sensoriales (Clark & Mayer, 2016). En la guía interactiva para el Cálculo Diferencial, el uso de widgets integrados en Wolfram Cloud permiten construir la recta tangente manipulando su construcción de forma visual y paso a

paso, y también utilizando deslizadores interactivos que permiten cambiar el punto de tangencia y manifestar en tiempo real las variaciones de la derivada. Este enfoque audiovisual permite explorar libremente los parámetros que interesen al alumno y manifestarse inmediatamente los efectos de su exploración, lo que potencia la comprensión del tema de estudio.

Personalización Adaptativa de Actividades.

La personalización adaptativa hace uso de algoritmos que analizan el rendimiento del alumno para redefinir la dificultad y modalidad de los ejercicios (Woolf, 2010, p. 256). En el caso de la guía, se programan notebooks de Wolfram Cloud con condicionales que ofrecen caminos alternativos dependiendo de los valores obtenidos en los mini-tests formativos ya que unos necesitarán más ejemplos explicados que quienes muestren dominio. Al mismo tiempo, se recogen métricas de interacción (intentos, tiempo de cada actividad) que permiten sugerir de manera automática recursos de refuerzo o aceleración para que cada uno alcance su propio ritmo y reciba al mismo tiempo el nivel óptimo de desafío a la hora de estudiar Cálculo Diferencial.

Integración de TIC en Cálculo Diferencial.

La introducción de TIC en el Cálculo Diferencial cambia la forma como el alumnado visualiza y experimenta las nociones matemáticas complejas. En la guía interactiva que se plantea, *Wolfram Cloud* es el ordenador central de la propuesta que ofrece entornos dinámicos, accesibles y evaluables, adaptados a los alumnos de 3.º BGU. Una programación que asegura un modelo de educación innovador y equitativo.

Software libre y equidad de acceso.

Fundamentada en una aplicación de software libre y con gran respaldo de la comunidad, Wolfram Cloud, se favorece que todos los alumnos puedan acceder a herramientas avanzadas en materias computacionales, cualquiera que sea su situación social (Guevara et al., 2021, p. 210). Esta igualdad en el acceso a la tecnología favorece a cerrar la brecha digital y favorece, a la vez, la inclusión, ya que no la hace depender de licencias costosas o de infraestructuras limitadas.

Métodos numéricos y simuladores de tiempo real.

Wolfram Cloud implementa comandos como NDSolve, en los que los alumnos pueden aplicar métodos numéricos (Euler, Runge-Kutta, etc.) directamente en el notebook, observando los resultados numéricos y las gráficas correspondientes (Tall, 2019, p. 52). En nuestra guía y del notebook, podemos simultáneamente incluir actividades en la que los alumnos comparen soluciones analíticas y soluciones numéricas de ecuaciones diferenciales, profundizando en la convergencia de los métodos y su selección según la naturaleza del problema.

Evaluación de impacto y seguimiento.

De acuerdo con Hernández et al., (2019), para comprobar la eficacia de nuestra guía y del uso TIC, se emplean cuestionarios de pretest / posttest sobre la comprensión de límites y derivadas, además de encuestas dirigidas a los estudiantes y a los docentes sobre la usabilidad y la pertinencia (p. 132). La información obtenida da paso a la modificación de contenidos y recursos en las siguientes versiones del recurso, propiciando la mejora continua a partir de decisiones basadas en los datos.

Analítica de aprendizaje en notebooks.

Para asegurar que todos los estudiantes, con o sin barreras de aprendizaje, se beneficien de la guía, se aplica el Modelo de Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) (CAST, 2018). Cada notebook de Wolfram Cloud incluye:

- **Multimodalidad:** explicaciones en texto, audio opcional y ejemplos visuales animados.
- **Variabilidad de respuesta:** actividades con respuestas escritas, gráficas o verbales.
- **Soportes ajustables:** tipografía ampliable, contraste alto y botones de navegación clara.

De este modo la guía se adecua a estilos y ritmos diversos, contribuyendo a la equidad educativa.

Seguridad y Privacidad de los Datos del Estudiante.

La implantación de las TIC en el aula conlleva la recolección y almacenamiento de datos sobre el uso e incluso del rendimiento de los estudiantes en este nuevo tipo de interacción, lo cual plantea interrogantes sobre la seguridad y la privacidad (West, 2019). En la guía interactiva fundamentada en Wolfram Cloud, se hace indispensable garantizar la protección de la información personal y el registro de las actividades mediante mecanismos de autenticación y autorización. La instalación de las cuentas institucionales unidas a los servicios de "*Single Sign-On*" (SSO), así como el cifrado de la sesión de trabajo, es recomendada, dado que de este modo sólo el profesor y el propio estudiante pueden acceder a su historia de progresos.

Por otra parte, la guía tiene un aviso de privacidad que informa a los estudiantes sobre el tipo de información que se recoge (respuestas de quizzes, tiempos, comentarios en los foros) y la finalidad de su recogida (para poder mejorar la experiencia de aprendizaje, para hacer retroalimentaciones personalizadas). La transparencia fomenta la confianza en el uso de herramientas digitales y asegura el cumplimiento de la normativa local en materia de protección de datos (como la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales en Ecuador).

Barreras y Retos en la Implementación de Tecnologías

La incorporación de TIC en la enseñanza del Cálculo Diferencial presenta varios tipos de inconvenientes que pueden dificultar su utilice pedagogía. Analizar los tipos de te este tipo de barreras es esencial para elaborar una guía interactiva que no solo ofrezca tecnología, sino que también ofrezca estrategias de intervención y de reducción.

Resistencia al cambio y escasa formación.

El profesorado, en muchos casos, mantiene resistencia a incorporar nuevas herramientas digitales porque se siente más cómodo con la docencia tradicional y se desconfiado de su escaso dominio informático (Pérez et al., 2021, p. 94). Esta resistencia se ve potenciada en el caso de que no haya un plan de formación, de manera que el profesorado tenderá a desestimar los recursos TIC debido a su escaso conocimiento técnico y pedagógico.

Infraestructura y desigualdades en el acceso.

La brecha digital persiste en instituciones con escasos recursos donde el uso de dispositivos, una conexión estable a la red o licencias de software puede ser desiguales (Guevara et al., 2021, p. 210). Cuando no hay la infraestructura mínima (laboratorios

provistos, o un número suficiente de ordenadores personales), la guía interactiva con Wolfram Cloud puede provenir un recurso inaccesible para una parte del alumnado.

Sobrecarga cognitiva y experiencia del diseño.

La mala integración de los elementos digitales puede dar lugar a que la sobrecarga cognitiva se produzca porque el estudiante tiene que incluir para la gestión de la interfaz del software la carga adicional que tiene la complejidad de los conceptos matemáticos (Santander Open Academy, 2022, párr. 8); y, por tanto, debemos de diseñar experiencias en los que se conjuguen una sucesión de momentos de aprendizaje claros para evitar que la tecnología pueda enfrentarse a la comprensión, en vez de potenciarla.

Estrategias de mitigación y sostenibilidad.

Para la solución de estas barreras la guía contempla: (a) módulos de formación para estudiantes en Wolfram Cloud: para ello se integran tutoriales; (b) se prevén recomendaciones de equipamiento mínimo y/o alternativas de modo offline; (c) se proponen secuencias de actividades con niveles de andamiaje para evitar la sobrecarga cognitiva; (d) un sistema de soporte continuado (foros de ayuda, revisión, feedback del usuario) para asegurar la viabilidad y la mejora gradual del uso de las TIC para el Cálculo Diferencial.

Resistencia y motivación del estudiantado.

La presencia de nuevas tecnologías en el aula puede suscitar resistencia estudiantil en la medida en que los estudiantes interpretan el uso del software como Wolfram Cloud como una nueva carga a la carga habitual exigida por el trabajo académico (Pérez et al., 2021, p. 94). Esta resistencia se traduce en actitudes de rechazo o desinterés cuando los alumnos no conocen con claridad el propósito de la herramienta o no realizan los mínimos esfuerzos

necesarios para aprender el manejo del software. La forma de superar esta resistencia es incluir sesiones de sensibilización a la nueva metodología con un comienzo de curso claramente definido, donde se muestran ejemplos de las aplicaciones reales del Cálculo Diferencial, así como el aspecto que tiene el software para la visualización de conceptos abstractos.

Por el contrario, la motivación de los alumnos aumenta en la medida en que se demuestra la importancia práctica de aquello que aprenden (Chacón, 2022, p. 129). En la guía se inserta mini-desafíos gamificados relacionados con contextos del día a día, por ejemplo, trazar una trayectoria de un dron, que recompensa la consecución de las metas con las medallas virtuales. Estas dinámicas lúdicas, unidas a la información que se obtiene inmediatamente de Wolfram Cloud, convierten la tarea de resolución de problemas para la derivada en la diversión y en el cumplimiento de metas claras, aumentando así la implicación y la perseverancia del aprendizaje.

Costos, licencias y mantenimiento técnico.

Aunque Wolfram se utiliza en su versión gratuita para entornos escolares, se incurre en costos asociados a la implementación, como la compra de hardware apropiado o la instalación de laboratorios de computación (Guevara et al., 2021, p. 210). La guía interactiva advierte sobre estos requerimientos mínimos y propone alternativas para la implementación no tediosa, como el uso de la compartición de equipos en grupos, la inclusión de versiones portátiles como Wolfram Cloud, que disminuyen la inversión inicial en toda la infraestructura.

Por otra parte, el mantenimiento técnico y la actualización periódica del software son necesarios para asegurar una utilización estable y segura (Cabero-Almenara & Marín-Díaz, 2020), por lo que la guía incluye un plan técnico de procedimientos para la instalación de parches, la copia de seguridad de notebooks y el contacto con el servicio de asistencia de Wolfram. Esta aproximación preventiva permite mantener en un horizonte de proximidad las actividades de Cálculo Diferencial sin ninguna interrupción, y asegura mantener confianza entre las partes (estudiantes y docentes) en el uso de la herramienta.

El Pensamiento Computacional y las Apps

La vinculación del pensamiento computacional con la enseñanza del uso de aplicaciones en el ámbito del Cálculo Diferencial resulta ser un complemento de la interacción con las vertientes teóricas anteriores, dado que el pensamiento computacional posibilita que los alumnos puedan interactuar, practicar y reflexionar mediante herramientas que son accesibles de manera auto contenida, por medio de una práctica auto dirigida y no de una práctica orientada a través de un profesor.

Definición e interrelación con el Cálculo Diferencial.

El pensamiento computacional puede definirse como la habilidad para descomponer un problema complejo en pasos lógicos, reconocer patrones, abstraer detalles irrelevantes y diseñar algoritmos para la resolución de un determinado problema (Rodríguez et al., 2023, p. 208). En el campo del Cálculo Diferencial, el entrenamiento en pensamiento computacional entrena a las estudiantes para estructurar el proceso de análisis de funciones; tal es el caso de encontrar secuencias de pasos para la aproximación de límites y derivadas numéricamente, y automatizar la creación de tablas de valores.

Beneficios y usos didácticos.

El empleo de estas aplicaciones promueve la práctica distribuida fuera del aula habitual, favoreciendo el aprendizaje auto dirigido y permitiendo a los estudiantes repasar conceptos a su ritmo (López et al., 2020, p. 70). Asimismo, la autocorrección, al ofrecer feedback inmediato, corrige errores inmediatamente, favoreciendo la posibilidad de un aprendizaje significativo y del pensamiento computacional al evidenciar detalladamente los pasos que lleva a cabo para el resolver los problemas.

Riesgos de uso indebido y función del docente.

Está el peligro de un uso abusivo o de una deshonestidad académica, siendo que si el alumno emplea estas apps para obtener una copia de las respuestas a los ejercicios haciendo caso omiso de la forma de resolverlos (Pérez et al., 2021, p. 94), por ello el docente, debe guiar el uso de las aplicaciones y poder ofrecer actividades que hagan reflexionar sobre los pasos obtenidos e inducir diálogos en clase donde el alumnado explique los métodos empleados, sabiendo así que las operaciones y aplicativos procurarán afianzar, y no sustituir, un razonamiento matemático.

Data Analytics para Monitoreo del Aprendizaje.

Wolfram Cloud también permite extraer métricas de uso (número de ejecución, tiempos de respuesta, errores más frecuentes). La guía expone cómo configurar scripts que permitan recoger esos datos y cómo generar sencillos dashboards de gráficos de progresión. Así, el alumnado y el docente/a tienen datos fiables para poder ajustar los guiones y poder ayudar a personas que utilicen patrones que indiquen bloqueos con relación a ciertos conceptos.

Elaboración de códigos computacionales sencillos en Wolfram Cloud.

El pensamiento computacional se ejercita a través de la construcción y ejecución de pequeños algoritmos que permiten computar ciertas tareas matemáticas (Wing, 2006, p. 33). En el diseño guiado de lo interactivo se opta por la construcción, por los alumnos, de un sencillo script en Wolfram Cloud que permita calcular la derivada de una función genérica a través de la definición límite.

Modificar $f[x]$ y h , permite al alumnado experimentar con la precisión de la numeración al tiempo que atisba como el algoritmo desgrana cada vez un tanto mejor la derivada apunta tanto a la idea de la derivada como a tasa de cambio, sino que el alumnado es capacitado en la vertiente computacional del automatismo de la ejecución de procedimientos matemáticos, culmen de esta, poniendo de manifiesto, de este modo, competencias significativas para el pensamiento algorítmico.

Python en el aprendizaje de las matemáticas.

El uso de lenguajes de programación como Python puede integrarse como una herramienta complementaria en el aprendizaje del Cálculo Diferencial. Esta integración se concibe a través de prácticas experimental computacionales, permitiendo a los estudiantes aplicar conceptos matemáticos en la resolución de problemas mediante el diseño e implementación de algoritmos. Al combinar el razonamiento computacional con el matemático, se potencia el aprendizaje significativo y se simplifican soluciones a problemas complejos, sumergiendo al estudiante en las matemáticas aplicadas (Serrano et al., 2020). Esto fomenta el desarrollo del pensamiento computacional y habilidades esenciales para la comprensión profunda de la asignatura.

Scratch en el aprendizaje del Cálculo Diferencial

Por otro lado, el programa Scratch es una herramienta pedagógica efectiva para potenciar el aprendizaje significativo de las Matemáticas en la educación primaria, especialmente para estudiantes de tercer grado. Esta plataforma fortalece el pensamiento numérico y lógico-matemático, facilitando la resolución de problemas relacionados con la adición, sustracción y multiplicación de números naturales. Al mismo tiempo, el uso de Scratch estimula la creatividad, el trabajo colaborativo y la autonomía en los educandos (Durango y Ravelo, 2020).

Evaluación de las competencias computacionales.

Con objeto de certificar que los alumnos no solamente adquieren el dominio de la matemática sino también de las competencias computacionales, el diseño guiado de lo interactivo incluye una rúbrica de evaluación a partir de la cual se valora:

- La correcta formulación del algoritmo (estructura y sintaxis en Wolfram Cloud).
- La capacidad de asimilar la lógica (conlleva una explicación escrita de cada uno de los pasos).
- La optimización del código (uso de funciones integradas como $D[f[x], x]$ frente al hecho de hacerlo manualmente).
- La capacidad de interpretar los resultados (capacidad para contrastar resultados numéricos frente a los analíticos).

Además, con esta objetivación evaluativa se intenta llevar a cabo un proceso de retroalimentación con carácter formativo hacia el cambio: al finalizar cada evaluación, cada alumno/a tiene acceso a cada uno de los comentarios que hacen referencia a las áreas de código y a las áreas de comprensión lógica que evidencian el refuerzo del aprendizaje, de

forma que no se obtenga únicamente el documento que certifique el nivel alcanzado sino que, además, se incentive la progresión del desarrollo de competencias computacionales y matemáticas, logrando que el uso de Wolfram Cloud en el Cálculo Diferencial favorezca aprendizajes con carácter integrador y sostenido.

Siendo así que, en la siguiente guía, se utilizan notebooks interactivos donde los estudiantes pueden modificar los parámetros de las funciones, generar gráficos animados o calcular derivadas con un solo comando. De este modo la exploración del concepto de "pendiente instantánea" y "tasa de cambio" se pone en práctica desde un enfoque multiperspectivo que une teoría, práctica y verificación automática en un único trabajo.

Bases Legales

Se detalla la fundamentación constitucional del derecho a la educación de todos los ecuatorianos y acceso a tecnologías para procesos formativos y sumativos dentro del sistema educativo ecuatoriano.

La Constitución de la República del Ecuador (2008)

Configura a la educación como un derecho humano esencial y, simultáneamente, como una responsabilidad indelegable del Estado, al cual le corresponde asegurar condiciones efectivas de acceso, calidad, equidad y pertinencia en todos los niveles del sistema educativo. En el artículo 26 se establece con claridad que la educación constituye un derecho de todas las personas y un deber ineludible del Estado (CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008, art. 26) lo que implica la obligación de diseñar políticas públicas orientadas a su garantía plena.

De manera complementaria, el artículo 27 determina que el sistema educativo debe estructurarse bajo principios de participación, inclusión y calidad, procurando responder tanto a las necesidades de desarrollo individual como a las exigencias del entorno social. Esta orientación normativa no solo define el carácter del sistema educativo, sino que también delimita su finalidad formativa en relación con el bienestar colectivo.

En concordancia con lo anterior, el artículo 347, numeral 8, dispone expresamente que el Estado debe integrar las tecnologías de la información y comunicación en los procesos educativos, favoreciendo la vinculación entre la formación académica y las dinámicas productivas y sociales. Desde esta perspectiva constitucional, la incorporación de recursos tecnológicos adquiere legitimidad jurídica como componente estratégico dentro de propuestas pedagógicas destinadas a optimizar la comprensión de contenidos de alta complejidad, como aquellos propios del Cálculo en el Bachillerato General Unificado.

Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) (2011)

En su condición de cuerpo normativo que operacionaliza los preceptos constitucionales en el ámbito educativo, la Ley Orgánica de Educación Intercultural establece los fundamentos, objetivos y responsabilidades que orientan el funcionamiento del Sistema Nacional de Educación. El artículo 4 reafirma que la educación constituye un derecho humano de carácter fundamental, cuya garantía se encuentra respaldada por el marco constitucional (Ley organica de educación Intercultural, LOEI, 2011, art. 4). Asimismo, determina que los niveles de educación inicial, básica y bachillerato deben ser provistos de manera gratuita y universal, asegurando su acceso para toda la población del país, en concordancia con la normativa vigente y su interpretación actualizada.

Por su parte, el artículo 6, literal j, asigna al Estado la responsabilidad de promover la alfabetización digital y de incorporar las tecnologías de la información y comunicación en los procesos formativos, propiciando su articulación con los ámbitos productivo y social (Ley organica de educación Intercultural, LOEI, 2011, art.6, lit. j). Este mandato jurídico, tanto constitucional como legal, sustenta la necesidad de transitar desde enfoques pedagógicos tradicionales hacia propuestas metodológicas innovadoras que integren herramientas tecnológicas de libre acceso en la enseñanza de la matemática, especialmente en contenidos de mayor abstracción como los desarrollados en el área de Cálculo.

Reglamento General a la LOEI (2023)

En su versión actualizada al año 2023, desarrolla lineamientos operativos orientados a materializar las disposiciones establecidas en la normativa educativa. En este contexto, el artículo 51 conceptualiza los recursos educativos digitales como herramientas en formato digital diseñadas con una finalidad pedagógica explícita, destinadas a facilitar los procesos de aprendizaje y el fortalecimiento de competencias, y que deben estar disponibles en plataformas oficiales bajo criterios de acceso abierto definidos por la Autoridad Educativa Nacional. Asimismo, la norma asigna a dicha autoridad la responsabilidad de proveer estos recursos, fomentar su uso y capacitar a los actores del sistema educativo para su adecuada integración pedagógica (Reglamento General a la LOEI, 2023, art. 51).

Por otra parte, el artículo 94 del mismo cuerpo reglamentario subraya la importancia de la innovación en el ámbito educativo, estableciendo que los procesos formativos deben incorporar transformaciones sustantivas tanto en el enfoque pedagógico como en la dimensión tecno-pedagógica, en correspondencia con las demandas actuales del aprendizaje

(Reglamento General a la LOEI, 2023, art. 94). En este marco normativo, se sustenta la pertinencia de propuestas metodológicas que integren software de libre acceso como recurso didáctico, particularmente en la enseñanza del Cálculo en el nivel de bachillerato, con el propósito de potenciar el desarrollo de habilidades matemáticas de orden superior.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Enfoque de Investigación

La investigación está enfocada al Diseño de una Guía Interactiva para Cálculo Diferencial en la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año 2025 – 2026, se llevó a cabo bajo una mirada cualitativa y cuantitativa, lo que implicó un proceso de indagación y sistematización de resultados a través de datos estadísticos que buscó comprender el fenómeno del aprendizaje de Cálculo Diferencial, centrándose en las experiencias y significados de los participantes en un contexto natural. Este enfoque es idóneo para profundizar en la comprensión de las complejidades relacionadas con el desarrollo de habilidades cognitivas y competencias de razonamiento numérico.

Diseño de Investigación

El diseño de la presente investigación fue de tipo mixto, integrando tanto el enfoque cuantitativo como el cualitativo. En cuanto al componente cuantitativo se fundamentó en la recolección de datos el análisis estadístico, lo que permitió identificar la forma en la que los estudiantes asimilan mejor el aprendizaje del Cálculo Diferencial. En este sentido, se buscó observar el impacto y la eficacia de la Guía interactiva en el aprendizaje del Cálculo Diferencial de los niños de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año 2024 – 2025, cuantificando los resultados obtenidos y midiendo parámetros específicos.

Por otro lado, el componente cualitativo, según Cabezas et al. (2018), se caracteriza por la recolección de datos sin medición numérica para descubrir y afinar preguntas de investigación mediante la interpretación y el análisis fenomenológico. Este enfoque facilitó

la exploración de la abstracción, la actitud y la experiencia de los estudiantes y docentes al interactuar con la guía, buscando comprender cómo perciben el proceso de construcción del conocimiento y su relación con el aprendizaje desde un contexto real. De esta forma, la combinación de ambos enfoques permitió una comprensión integral del fenómeno estudiado y una evaluación más profunda de la efectividad de la guía propuesta.

Nivel de Profundidad de la Investigación

Debido a la naturaleza del estudio, en primer lugar, se adoptó un nivel y alcance descriptivo con la finalidad de especificar las propiedades y características importantes de la guía interactiva diseñada para el Cálculo Diferencial en los niños de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año 2024 – 2025.

Posteriormente, bajo el nivel de investigación correlacional, con alcance transversal debido a que la investigación se desarrolló en un único momento. Se buscó conocer cómo se presenta el aprendizaje del Cálculo Diferencial al relacionarlo con el uso de la guía interactiva, estimando así la relación entre las características de la guía y el rendimiento académico de los estudiantes. En este sentido, fue posible establecer indicios sobre la relación entre el diseño y la aplicación de la guía didáctica y los resultados educativos observados en el aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Tipo de Investigación

El estudio se enmarcó en un tipo de investigación proyectiva, según Becerra y Herrera (2024), la creatividad del investigador es esencial en la investigación proyectiva, puesto que esta se enfoca en diseñar propuestas de transformación y soluciones novedosas para

problemas identificados. La presente investigación, al ser una expresión de creatividad, impulsada por el investigador pretende plasmas objetivos de aprendizaje para visualizar resultados significativos en sus estudiantes. En este estudio, la implementación de una Guía Interactiva para Cálculo Diferencial en la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año 2025 – 2026. Se considera la manipulación del tratamiento, lo que permitió determinar las correlaciones que puedan surgir entre el uso de la guía y los resultados de los estudiantes en Cálculo Diferencial.

El estudio se llevará a cabo como una investigación de campo, lo que significa que la recolección de datos se realizará en el ambiente natural de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo. (Hernández et al., 2014) señalan que la investigación no experimental se caracteriza por observar los fenómenos tal como se manifiestan en su contexto natural, sin una manipulación intencional de las variables por parte del investigador. Este enfoque permitió recopilar información directamente de la experiencia práctica de los estudiantes y docentes con la guía interactiva. Dicha inmersión en el entorno auténtico facilitará una descripción detallada de las interacciones y percepciones, y la identificación de relaciones significativas.

Unidad de Estudio, Población y Muestra

Población

La población del estudio estará compuesta por los estudiantes de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo durante el año académico 2025 – 2026. Según Babativa (2017) la población se define como el universo o la totalidad de los componentes del objeto de estudio,

la cual debe poseer características comunes que la identifiquen y que coincidan en contenido, lugar y tiempo. En este caso, la población total sujeta a estudio se estima en 200 estudiantes de 3ero BGU, quienes serán la base para comprender y evaluar el impacto de la guía interactiva. Esta delimitación de la población se establece claramente en el objetivo general de la investigación.

Muestra

En función de la estructura organizativa existente, se recurrió al muestreo probabilístico por conglomerados de una etapa, considerando a cada paralelo como una unidad natural de agrupación.

Para la selección de la muestra se aplicó un procedimiento aleatorio simple entre los seis paralelos disponibles, resultando elegido uno de ellos para el desarrollo de la investigación. El paralelo seleccionado estuvo integrado por 35 estudiantes, quienes constituyeron la muestra total del estudio. La aplicación de este procedimiento metodológico respondió a criterios de factibilidad operativa, optimización de tiempo y aprovechamiento de recursos durante el proceso de recolección de información. Del mismo modo, la elección de un conglomerado ya constituido permitió mantener la dinámica académica institucional sin alterar la organización regular de los cursos.

Cabe señalar que los seis paralelos pertenecen al mismo nivel educativo, comparten lineamientos curriculares, contexto institucional y características académicas semejantes, aspecto que respalda la pertinencia del tipo de muestreo empleado. En este sentido, la muestra seleccionada posibilitó obtener información relevante para el análisis de variables vinculadas

con el desinterés estudiantil, la motivación académica, la incidencia de las clases tradicionales y el aprendizaje del Cálculo Diferencial durante el año lectivo 2025-2026

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos / Variables de Estudio

Para este estudio, se utilizará principalmente la encuesta como técnica de recolección de datos, Se aplicarán cuestionarios con escala de Likert a los estudiantes de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo. Esto permitirá recabar información estandarizada sobre sus percepciones, actitudes y experiencias relacionadas con el Cálculo Diferencial y el potencial impacto de una guía interactiva en su aprendizaje.

Técnicas de Análisis de Datos

Se realiza un análisis de estadística descriptiva en la cual esta fase del análisis permitirá agrupar y clasificar los datos obtenidos al grupo muestral seleccionado, por ello se realiza la organización de toda la información a través de una tabla de frecuencias absolutas y relativas obteniendo información detallada de cada ítem. De manera seguida se utiliza representaciones gráficas en diagramas circular facilitando la interpretación de las tendencias y proporciones.

Análisis de la Naturaleza Cualitativa

Aunque la escala de Likert es un instrumento estructurado que genera datos cuantificables, la información que recopila sobre las actitudes y opiniones de los estudiantes sobre el Cálculo Diferencial y la guía interactiva posee una naturaleza cualitativa inherente. La escala permite a las personas responder seleccionando opciones de un rango predefinido,

asignando una puntuación a cada respuesta. Que será tratada mediante una matriz de análisis cualitativo de los datos.

Validez de criterio

Se expone la validez en términos, como el grado que un instrumento mide la variable que realmente pretende medir. (Baptista, Hernández, & Fernández, 2014, pág. 200), por lo tanto, el instrumento de recolección de datos a utilizar fue sometido a un proceso de validación mediante la valoración de cada uno de los expertos dentro del área de la educación, detallando la nómina en la siguiente tabla:

Tabla 1

Validación de Expertos

Experto	Área	Lugar de Trabajo
MSc. Ramiro Reyes	Vicerrectorado	UEMEE
MSc. Roberto Chazo	Matemática	UEMEE
Ing. Hernán Aguirre	Tics	UEMEE
Dra. Miriam Borja	Ciencias Humanas	UEMEE
Lic. Cristina Sanchez	DECE	UEMEE

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a estudiante del UEMEE

Elaborado por: Anthony Bautista (2026)

Confiabilidad del criterio

La confiabilidad o fiabilidad, se refiere a la consistencia o estabilidad de una medida. Una definición técnica de confiabilidad que ayuda a resolver tanto problemas teóricos como prácticos es aquella que parte de la investigación de qué tanto error de medición existe en un instrumento de medición, considerando tanto la varianza sistemática como la varianza por el

azar. (Kerlinger & Lee, 2002) La escala con sus respectivos valores que se presenta a continuación fue utilizada en la investigación es la que determinó la confiabilidad del documento con sus respectivos cálculos:

Tabla 2

Nivel de confiabilidad

Confiabilidad	Escala
Muy Alta	0,81 a 1,00
Alta	0,61 a 0,80
Moderada	0,41 a 0,60
Baja	0,21 a 0,40
Muy baja	0,01 a 0,20

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a estudiante UEMEE

Elaborado por: Anthony Bautista (2026)

Operacionalización de Variable

Tabla 3

Matriz de operacionalización de Variables.

OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ÍTEMS
Identificar la situación actual de estudiantes de 3ero BGU de la Unidad educativa municipal Eugenio Espejo en el año lectivo 2025-2026 sobre el conocimiento estrategias innovadoras y recursos interactivos en el aprendizaje de matemática.	Identificación de estrategias innovadoras para el aprendizaje de las matemáticas	Metodologías activas del aprendizaje	Constructivismo como Enfoque Pedagógico	Técnica: encuesta de selección múltiple escala de Likert Instrumento: guía de preguntas	1
			Rol del estudiante y del docente		2,3
		Participación y motivación en el aula	Aprendizaje Basado en Problemas		4
			Diseño de escenarios auténticos		5

Determinar las herramientas interactivas de acceso libre para el aprendizaje de conceptos de Cálculo Diferencial que ayuden a su interpretación mediante su aplicación práctica en estudiantes de 3ero BGU de la Unidad educativa municipal Eugenio Espejo en el año lectivo 2025-2026.	Herramientas interactivas para el aprendizaje del Cálculo Diferencial	Estrategias Innovadoras	Metodología de aplicación en Cálculo Diferencial	6
			Wolfram Cloud como plataforma interactiva	7
		Integración de TIC en Cálculo Diferencial	Software libre y equidad de acceso	8
			Métodos numéricos y simuladores de tiempo real	9
		Diseño de actividades colaborativas	El Pensamiento Computacional y las Apps	10
Configurar una guía metodológica sobre el software de acceso libre del Cálculo Diferencial por medio para su uso y aplicación del aprendizaje basado en problemas en estudiantes de 3ero BGU de la Unidad educativa municipal	Diseño de una Guía Interactiva para aprendizaje del Cálculo Diferencial	Software educativo	Data Analytics para Monitoreo del Aprendizaje	11

Eugenio Espejo en el año lectivo

2025 - 2026.

Innovación didáctica con materiales y recursos digitales	Simulaciones avanzadas y laboratorios virtuales	12
	Integración de Multimedia Interactiva	13
Retos de implementación y apoyo docente	Formación del profesorado y manual de uso	14
	Adaptaciones y limitaciones para grupos heterogéneos	15

Elaborado por: Anthony Bautista (2026)

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En el presente capítulo se muestra de manera ordenada el análisis y la interpretación de los resultados que fueron obtenidos al aplicar a los estudiantes de 3ero BGU “E” de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo, de manera guiada por el docente investigador, por ende, dichos resultados se lo presentan mediante tablas y diagramas circulares que permiten interpretar los porcentajes obtenidos.

Validación y consistencia del instrumento

Tabla 4

Matriz de datos de estudiantes UEMEE

S.	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15
S1	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
S2	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4
S3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
S4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4
S5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
S6	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a estudiante del UEMEE

Elaborado por: Anthony Bautista (2026)

Tabla 5

Matriz varianza muestral por ítem

Ítem	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15
S_i^2	1,10	1,10	1,10	0,56	1,10	1,36	1,10	0,56	1,10	1,36	1,10	0,56	1,10	1,36	1,10

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a estudiante del UEMEE

Elaborado por: Anthony Bautista (2026)

$$\sum S_i^2 = 15,43$$

Tabla 6

Matriz Varianza total

Sujeto	Puntaje total	$X_T - \bar{X}_T$	$(X_T - \bar{X}_T)^2$
S1	67	12	144
S2	47	-8	64
S3	58	3	9
S4	42	-13	169
S5	64	9	81
S6	52	-3	9

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a estudiante del UEMEE

$$S_T^2 = \frac{\sum (X_T - \bar{X}_T)^2}{n - 1}$$

$$S_T^2 = \frac{476}{5}$$

$$S_T^2 = 95,20$$

α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

k : Número de ítems: 15

S_i^2 : Sumatoria de varianza de ítems 15,43

S_T^2 : Varianza de la suma de los ítems 95,2

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{\sum S_T^2} \right)$$

$$\alpha = \frac{15}{14} \left(1 - \frac{15,43}{95,2} \right)$$

$$\alpha = 0,8977 \approx 0,90$$

Análisis de validación y consistencia del instrumento.

El análisis de confiabilidad del instrumento, efectuado mediante el coeficiente Alfa de Cronbach (α), arrojó un valor de 0,8977, aproximado a 0,90, resultado que evidencia un alto nivel de consistencia interna entre los ítems que conforman el cuestionario aplicado.

Este valor permite establecer que los reactivos mantienen adecuada relación entre sí y miden de manera homogénea las dimensiones propuestas dentro de la investigación. En términos metodológicos, el coeficiente obtenido se ubica en un rango considerado muy aceptable, lo que respalda la fiabilidad del instrumento para la recolección de datos.

En consecuencia, se determina que el cuestionario presenta estabilidad y precisión suficientes para ser utilizado en el estudio, permitiendo obtener información confiable sobre las variables relacionadas con el desinterés estudiantil, la motivación académica, la incidencia de las clases tradicionales y el aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Presentación e interpretación de resultados del instrumento aplicado a estudiantes.

Ítem 1: Usted aprende mejor cuando experimenta activamente los conceptos matemáticos con software, que cuando solo recibe clases teóricas.

Tabla 7

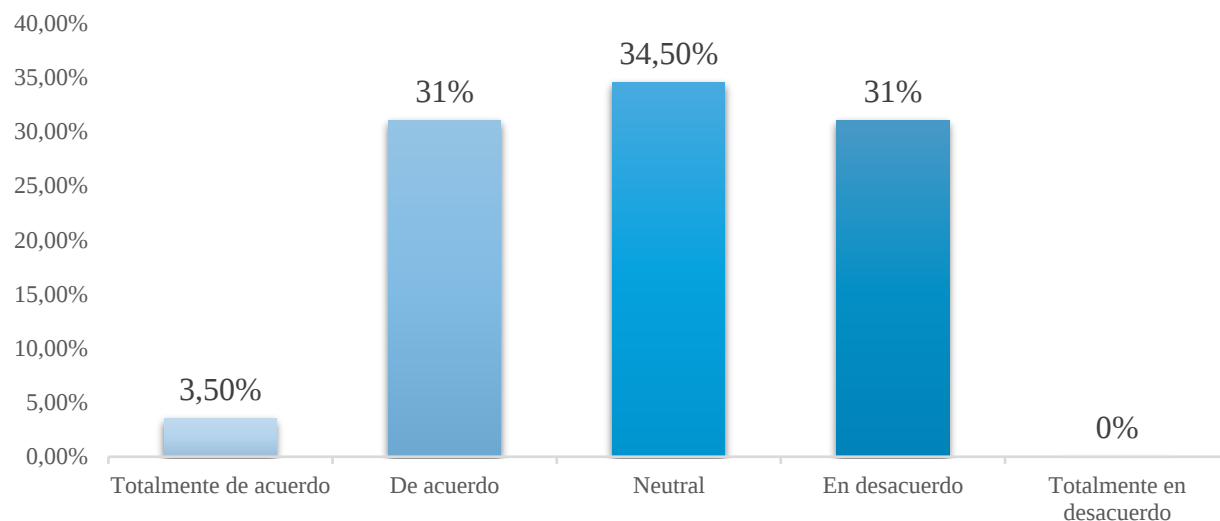
Conceptos matemáticos

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	1	3.40%
De acuerdo	9	31%
Neutral	10	34.5%
En desacuerdo	9	31%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota – Fuente: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 1

Conceptos Matemáticos



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos.

Análisis e interpretación

El análisis de la percepción de los estudiantes respecto a cuánto consideran que aprenden en función de la metodología de enseñanza evidencia que únicamente un 31% manifiesta estar de acuerdo con su efectividad, mientras que un 34,5% adopta una postura neutral; estos resultados no permiten inferir el dominio real de los conceptos matemáticos, sino que reflejan una valoración subjetiva del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, la elevada proporción de respuestas neutrales sugiere una posible falta de impacto significativo, claridad o involucramiento generado por la metodología aplicada, lo que podría estar limitando una percepción más favorable del aprendizaje. Por consiguiente, los datos orientan hacia la necesidad de revisar y fortalecer las estrategias metodológicas empleadas en la enseñanza del Cálculo Diferencial, incorporando enfoques didácticos que promuevan una mayor participación activa y una construcción significativa del conocimiento.

Ítem 2: Usted comprende con mayor facilidad la Matemática cuando se utiliza recursos tecnológicos.

Tabla 8

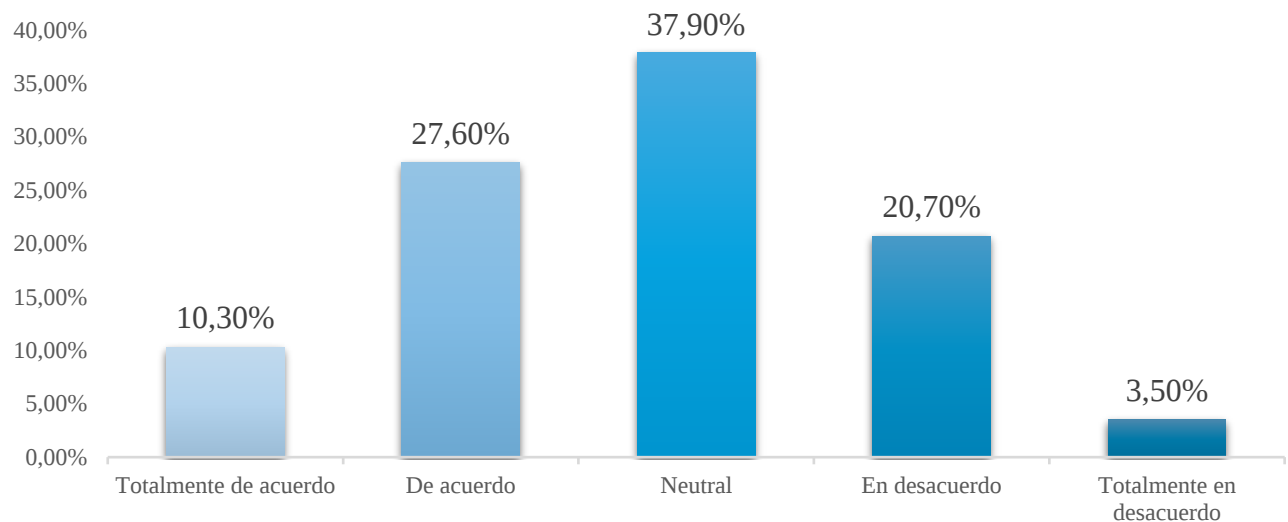
Recursos tecnológicos

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	3	10,3%
De acuerdo	8	27,6%
Neutral	11	37,9%
En desacuerdo	6	20,7%
Totalmente en desacuerdo	1	3,5%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 2

Recursos tecnológicos



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos.

Análisis e interpretación

El análisis de las respuestas proporcionadas, evidencia que un 37,9% adopta una postura neutral y un 24,2% manifiesta algún grado de desacuerdo, mientras que apenas un 10,3% expresa total acuerdo; estos resultados se interpretan en términos de percepción del proceso de aprendizaje y no como una medición del nivel de dominio matemático. La predominancia de respuestas neutrales sugiere que el uso de recursos tecnológicos no está generando un impacto claramente significativo en la comprensión percibida por el estudiantado, lo cual podría estar asociado a una integración didáctica limitada o poco articulada con los contenidos. En consecuencia, se identifica la necesidad de fortalecer el enfoque pedagógico en la incorporación de herramientas tecnológicas, orientándolo hacia estrategias que potencien la comprensión matemática de manera más explícita y favorezcan una valoración más positiva del aprendizaje, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 3: Usar software matemático para experimentar con conceptos y procedimientos mejoraría su aprendizaje.

Tabla 9

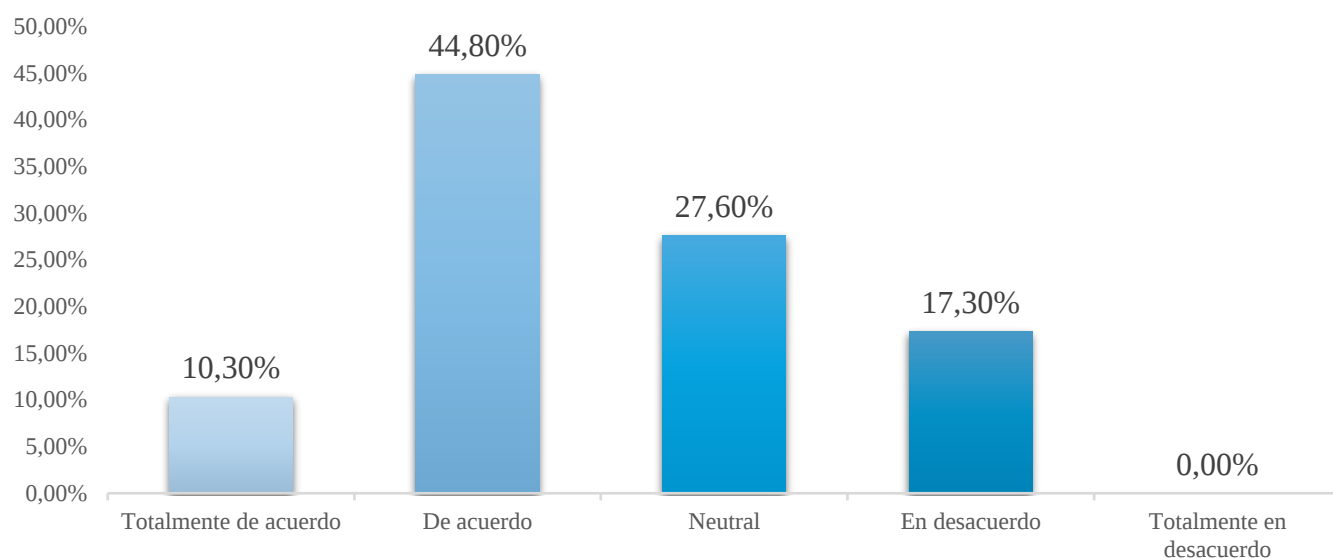
Experimentar conceptos matemáticos

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	3	10,3%
De acuerdo	13	44,8%
Neutral	8	27,6%
En desacuerdo	5	17,3%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 3

Experimentar conceptos matemáticos



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos.

Análisis e interpretación

El análisis de las respuestas muestra que un 44,8% manifiesta estar de acuerdo, mientras que un 44,9% se distribuye entre la neutralidad y el desacuerdo; estos resultados deben interpretarse como una valoración subjetiva sobre el potencial del uso de software en el aprendizaje, y no como una evidencia directa de mejora en el rendimiento o dominio conceptual. La cercanía entre ambos grupos refleja que, aunque existe una tendencia favorable hacia el uso de herramientas tecnológicas para la experimentación, una proporción igualmente significativa del estudiantado no percibe con claridad su impacto en la comprensión matemática. Esta situación sugiere que el uso de software no necesariamente está siendo percibido como un recurso pedagógico plenamente efectivo, lo que podría estar asociado a limitaciones en su implementación didáctica o en su articulación con los contenidos. En consecuencia, se identifica la necesidad de fortalecer las estrategias metodológicas que integran el software matemático, orientándolas hacia experiencias de aprendizaje más activas y significativas.

Ítem 4: Descomponer un problema en pasos (programación) le ayuda a comprender mejor las Matemáticas.

Tabla 10

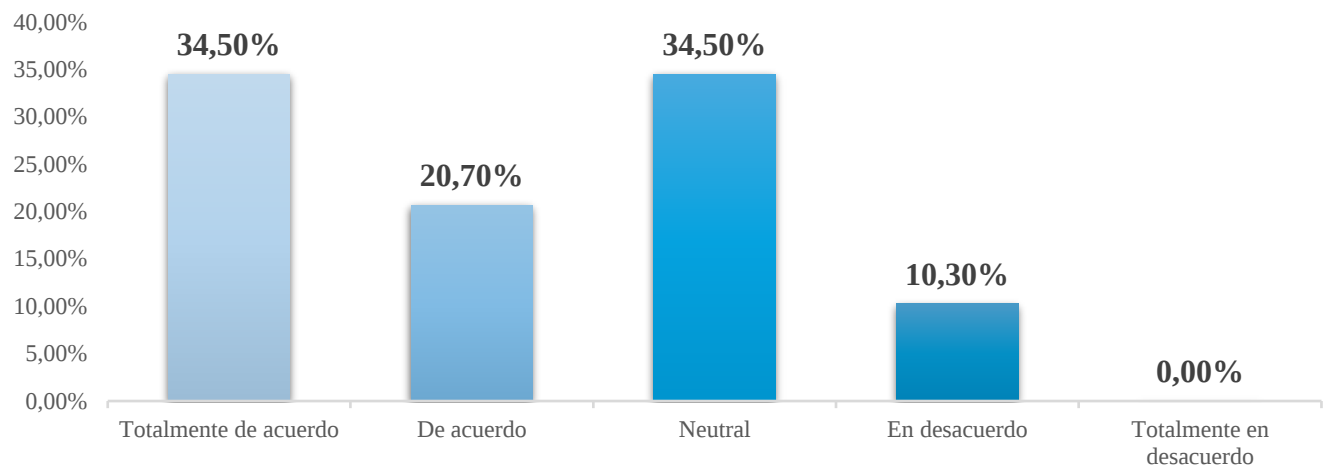
Descomponer un problema

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	10	34,5%
De acuerdo	6	20,7%
Neutral	10	34,5%
En desacuerdo	3	10,3%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 4

Descomponer un problema



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos.

Análisis e interpretación

Los resultados obtenidos respecto al ítem muestran que un 55,2% manifiesta niveles de acuerdo, mientras que un 34,5% se mantiene en una postura neutral; estas respuestas deben interpretarse como una percepción sobre la utilidad de la descomposición de problemas en el proceso de aprendizaje y no como una medida directa de la capacidad real para resolverlos. La presencia significativa de respuestas neutrales sugiere que, aunque existe una tendencia favorable hacia este enfoque, una parte importante del estudiantado no percibe con claridad su contribución a la comprensión matemática. En este sentido, los datos indican la necesidad de fortalecer la implementación de estrategias didácticas que promuevan de manera explícita la resolución de problemas mediante procesos secuenciales y estructurados, de modo que se favorezca una mayor apropiación de este enfoque y una percepción más positiva de su utilidad en el aprendizaje matemático, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 5: Manipular gráficos en simulaciones interactivas le ayudara más que un discurso o uso del pizarrón.

Tabla 11

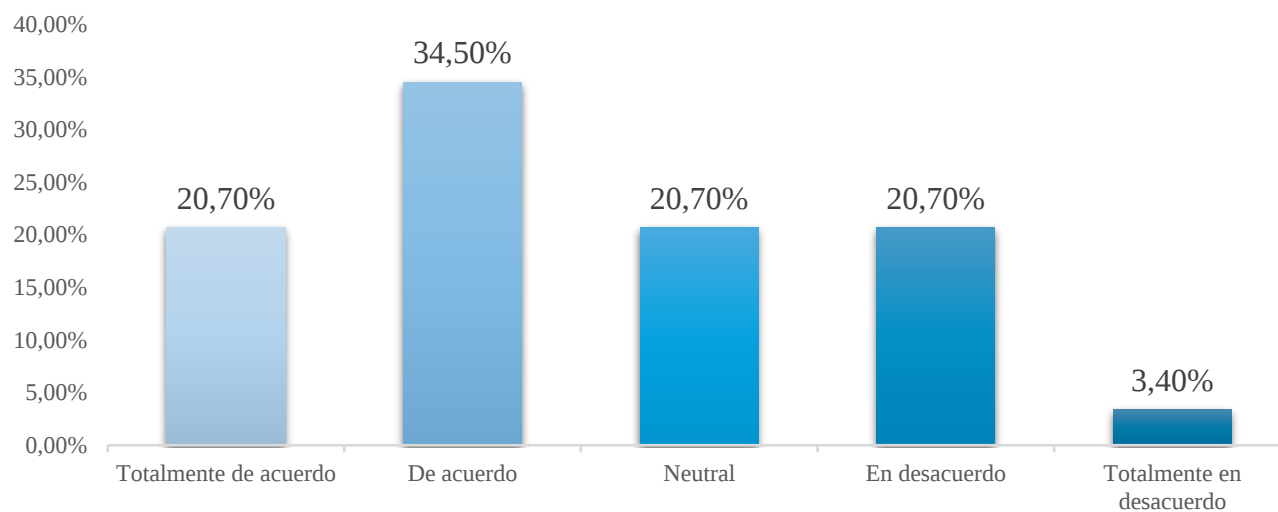
Simulaciones interactivas

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	6	20,7%
De acuerdo	10	34,5%
Neutral	6	20,7%
En desacuerdo	6	20,7%
Totalmente en desacuerdo	1	3,4%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 5

Simulaciones interactivas



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

En relación con el ítem las respuestas evidencian que un 41,4% se ubica entre la neutralidad y el desacuerdo, incluyendo un 20,7% que manifiesta una percepción desfavorable; estos resultados deben interpretarse como una valoración subjetiva sobre la utilidad de las simulaciones en el aprendizaje matemático, sin que ello implique una medición directa del nivel de comprensión alcanzado. La distribución de las respuestas refleja una percepción no homogénea respecto al aporte de estas herramientas, lo que sugiere que su uso no está generando un impacto claramente significativo en comparación con metodologías tradicionales. Por consiguiente, se evidencia la necesidad de fortalecer el enfoque pedagógico en el uso de simulaciones interactivas con el fin de favorecer una percepción más positiva de su utilidad en la comprensión matemática, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 6: Conectar las Matemáticas a situaciones reales o problemas le motiva más que realizar solo ejercicios.

Tabla 12

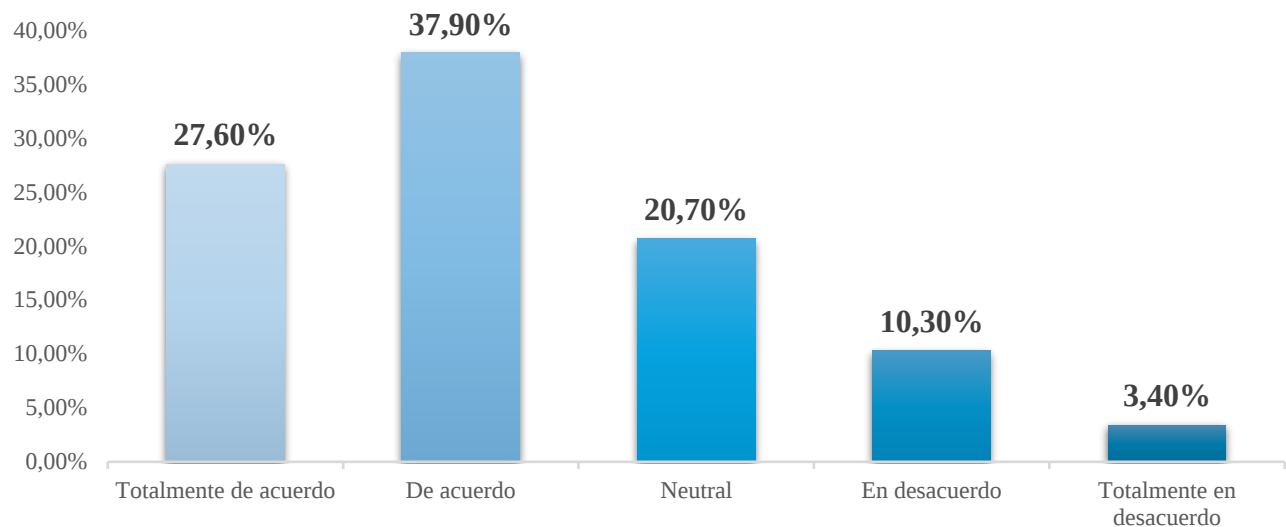
Situaciones Reales o Problemas

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	8	27,6%
De acuerdo	11	37,9%
Neutral	6	20,7%
En desacuerdo	3	10,3%
Totalmente en desacuerdo	1	3,4%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 6

Situaciones reales o problemas



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

Desde la perspectiva de la motivación, las respuestas al ítem planteado evidencian que un 65,5% muestra aceptación, mientras que un 34,4% se ubica entre la neutralidad y el escepticismo, incluyendo un 20,7% sin postura definida; estos resultados reflejan una valoración subjetiva sobre el carácter motivador de contextualizar las Matemáticas en situaciones reales. Aunque existe una tendencia favorable, la presencia significativa de respuestas no concluyentes sugiere la necesidad de fortalecer estrategias didácticas que resalten la aplicabilidad de los contenidos, con el fin de promover una percepción más significativa del aprendizaje sin exceder el alcance de la variable analizada.

Ítem 7: Usted reconoce que la Matemática se utiliza en campos como la ingeniería, la agricultura o la economía.

Tabla 13

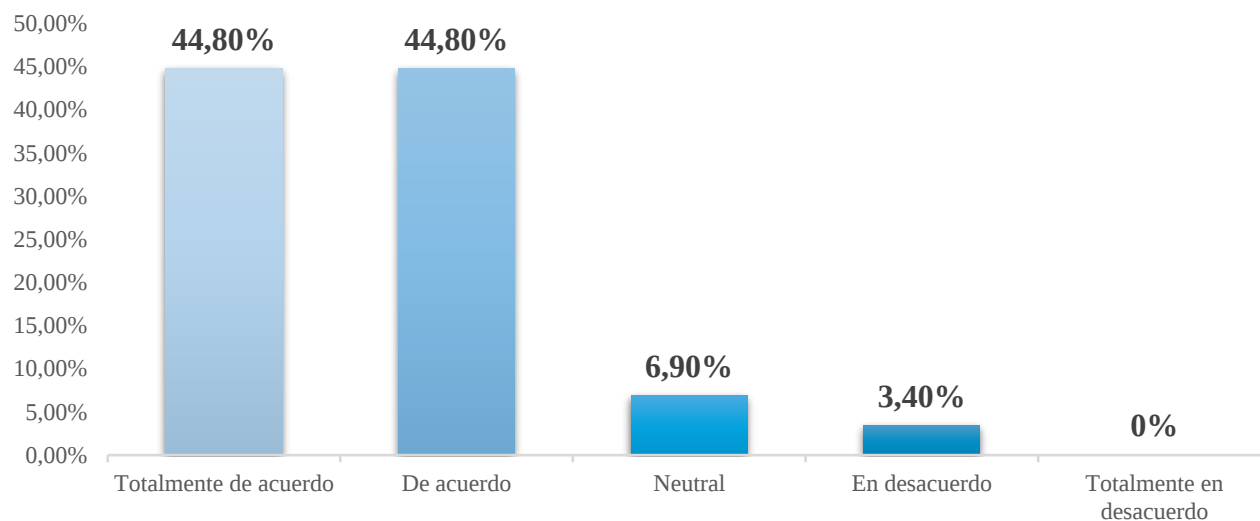
Uso de las Matemáticas

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	13	44,8%
De acuerdo	13	44,8%
Neutral	2	6,9%
En desacuerdo	1	3,4%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 7

Uso de las matemáticas



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

A partir del reconocimiento de la aplicabilidad de la Matemática en diversos campos, las respuestas evidencian un 89,6% de acuerdo general; este resultado se interpreta como una percepción altamente favorable sobre la relevancia de la disciplina, sin constituir una medición directa del nivel de dominio conceptual alcanzado. La elevada proporción de aceptación sugiere que el estudiantado identifica la utilidad de la Matemática en contextos reales y profesionales, lo que configura un escenario propicio para el desarrollo de propuestas didácticas orientadas a fortalecer el aprendizaje. En este sentido, se destaca la pertinencia de estructurar estrategias pedagógicas que articulen dicha valoración con procesos formativos más sistemáticos, de manera que esta percepción positiva se traduzca progresivamente en una comprensión más profunda y en el desarrollo de competencias matemáticas, manteniendo la coherencia con el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 8: Para usted es útil usar una herramienta tecnológica que le permita calcular, graficar y programar en línea.

Tabla 14

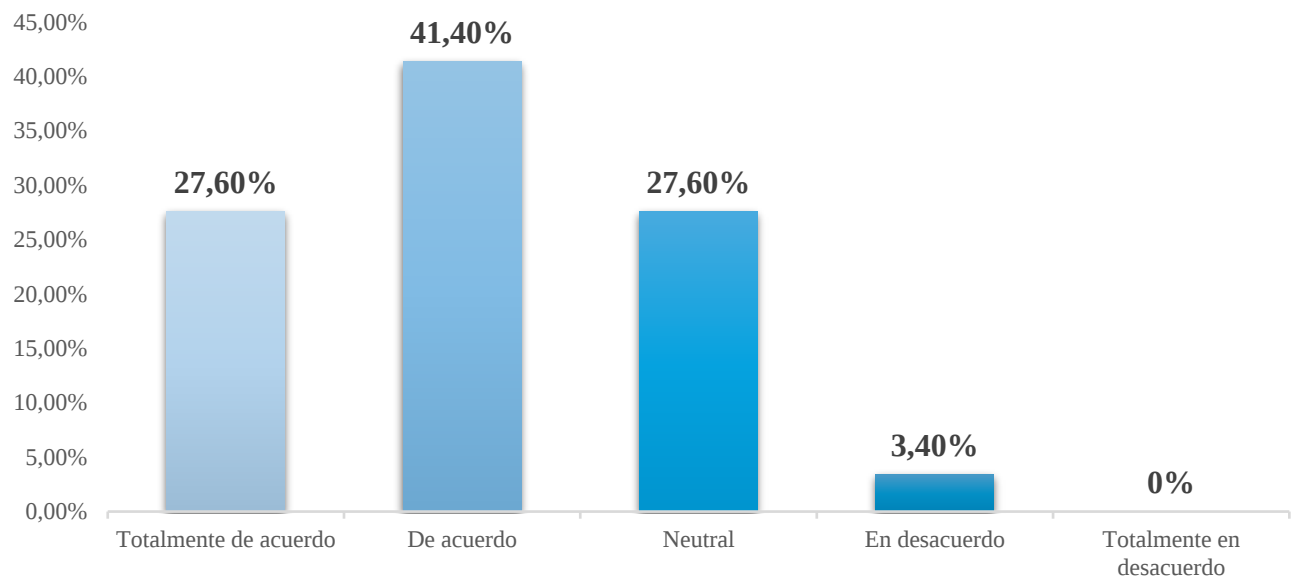
Herramienta tecnológica

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	8	27,60%
De acuerdo	12	41,40%
Neutral	8	27,60%
En desacuerdo	1	3,40%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 8

Herramienta tecnológica



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

En el marco de la valoración del uso de herramientas digitales en el aprendizaje matemático, las respuestas muestran que un 69% manifiesta acuerdo, mientras que un 27,6% se mantiene en una postura neutral; estos resultados deben interpretarse como una percepción sobre la utilidad de la tecnología en el proceso de aprendizaje y no como una medida directa del nivel de competencia alcanzado. La presencia de un porcentaje considerable de neutralidad sugiere que una parte del estudiantado no identifica con claridad el aporte de estas herramientas en su comprensión matemática, lo que podría estar relacionado con su integración limitada o poco articulada dentro de las estrategias didácticas. En este sentido, los datos orientan hacia la necesidad de fortalecer el uso pedagógico de la tecnología mediante enfoques que vinculen de manera explícita estas herramientas con los procesos de cálculo, representación y análisis, favoreciendo

así una percepción más positiva y significativa de su utilidad en el aprendizaje, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 9: Usar software matemático de uso libre le ayudaría a entender mejor los conceptos.

Tabla 15

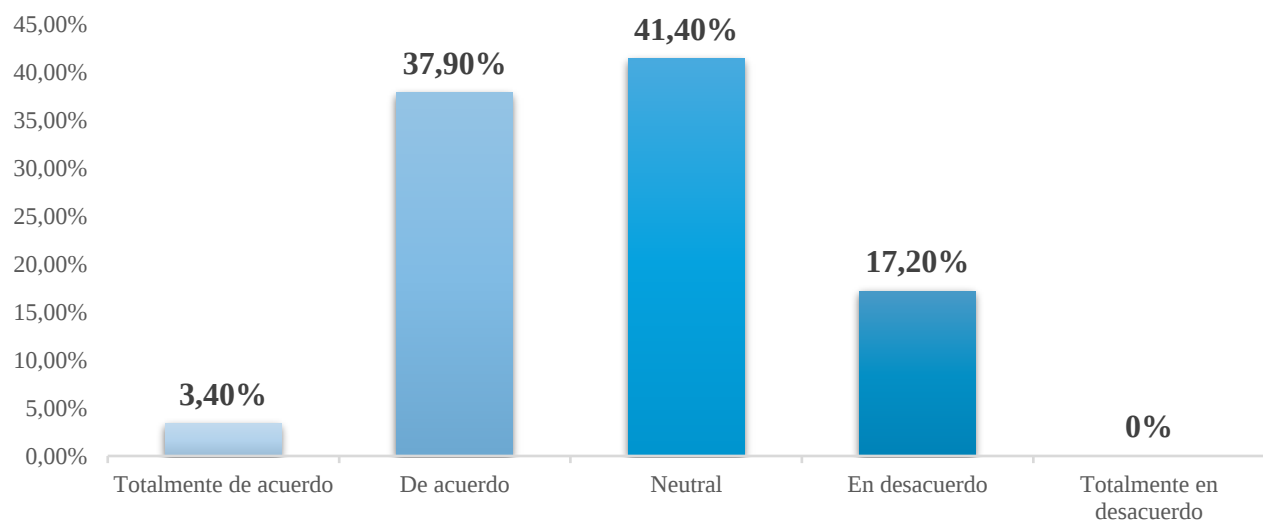
Software de uso libre

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	1	3,40%
De acuerdo	11	37,90%
Neutral	12	41,40%
En desacuerdo	5	17,20%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 9

Software uso libre



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

Desde la consideración del acceso y uso de software matemático de libre disponibilidad, las respuestas indican que un 41,4% se mantiene en una postura neutral, un 17,2% manifiesta desacuerdo y apenas un 3,4% expresa total acuerdo; estos resultados deben interpretarse como una percepción sobre la utilidad potencial de dichas herramientas y no como una medida directa del nivel de comprensión alcanzado. La elevada proporción de neutralidad, junto con los niveles de desacuerdo, sugiere que una parte importante del estudiantado no identifica con claridad el aporte del software libre en su aprendizaje, lo que podría estar asociado a limitaciones en su uso pedagógico o en la familiaridad con estas plataformas. En este sentido, los datos orientan hacia la necesidad de fortalecer las estrategias didácticas que integren el uso de software matemático de libre acceso, promoviendo una articulación más efectiva con los contenidos y procesos de aprendizaje, con el fin de favorecer una percepción más positiva de su utilidad sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 10: Recibir reportes personalizados acerca de sus avances y dificultades en matemáticas sería beneficioso para su aprendizaje.

Tabla 16

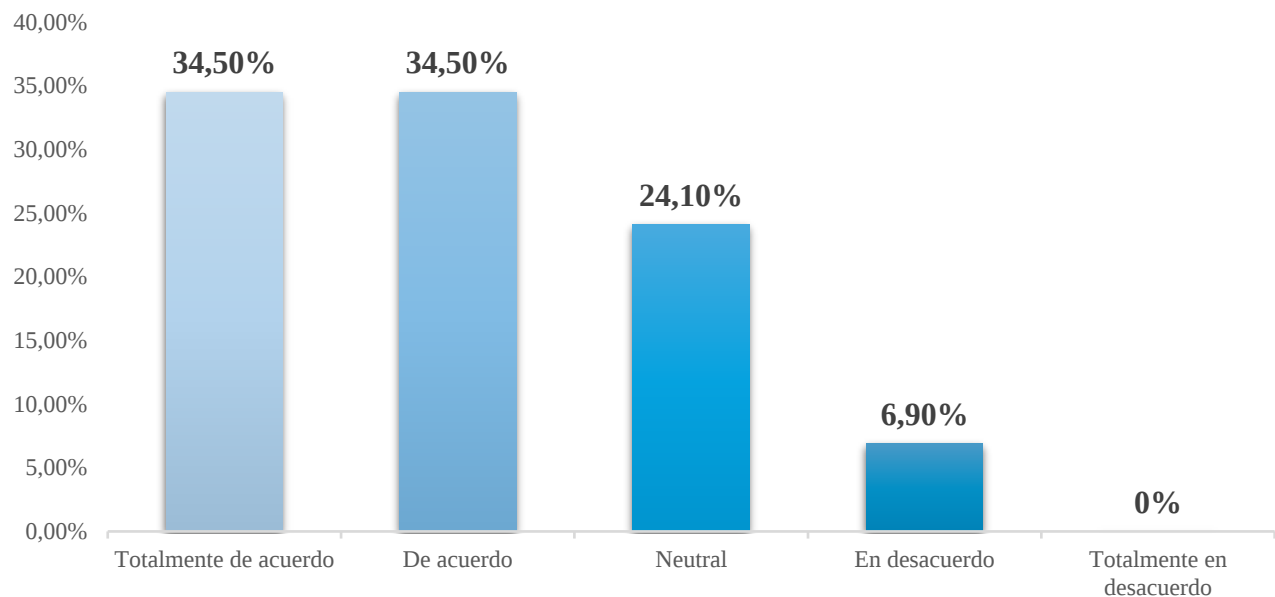
Avances y dificultades

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	10	34,50%
De acuerdo	10	34,50%
Neutral	7	24,10%
En desacuerdo	2	6,90%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 10

Avances y dificultades



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

En lo referente a la retroalimentación sobre el propio proceso de aprendizaje, las respuestas frente al ítem evidencian que un 69% manifiesta conformidad, mientras que un 31% se distribuye entre la neutralidad y el desacuerdo; estos resultados deben interpretarse como una percepción sobre la utilidad de la retroalimentación personalizada y no como una medida directa del nivel de desarrollo metacognitivo alcanzado. La proporción de respuestas no concluyentes sugiere que una parte del estudiantado no reconoce plenamente el valor de este tipo de seguimiento en su proceso formativo, lo que podría estar asociado a una limitada experiencia con estrategias sistemáticas de autoevaluación y monitoreo del aprendizaje. En este sentido, los datos orientan hacia la necesidad de fortalecer prácticas pedagógicas que incorporen mecanismos de retroalimentación estructurada, favoreciendo una mayor conciencia sobre los avances y dificultades, y promoviendo una

percepción más positiva de su utilidad en el aprendizaje matemático, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 11: El profesor de Matemática demuestra un buen manejo de Wolfram Cloud en clase.

Tabla 17

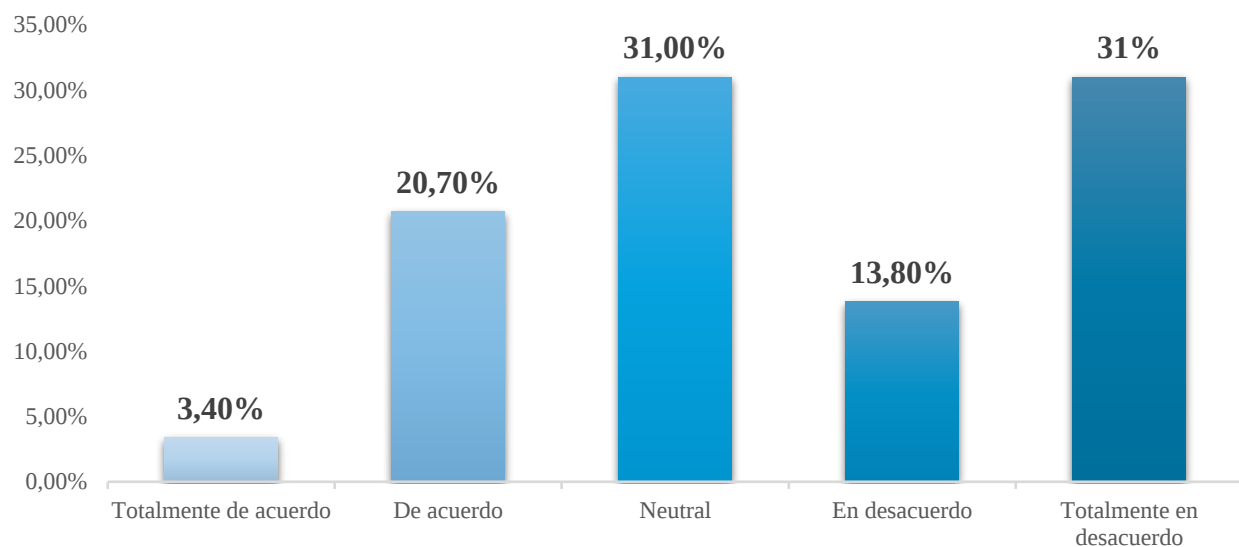
Wolfram Cloud

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	1	3,40%
De acuerdo	6	20,70%
Neutral	9	31,00%
En desacuerdo	4	13,80%
Totalmente en desacuerdo	9	31,00%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 11

Wolfram Cloud



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

En cuanto a la percepción del desempeño docente en el uso de herramientas tecnológicas, las respuestas muestran que un 44,8% manifiesta desacuerdo, mientras que un 31% se mantiene en una postura neutral; estos resultados deben interpretarse como una valoración del estudiantado sobre la competencia percibida del docente en el manejo de dicha plataforma y no como una medición objetiva de su dominio técnico. La elevada proporción de respuestas desfavorables y neutrales sugiere que una parte significativa del grupo no identifica un uso claro o efectivo de esta herramienta en el proceso de enseñanza, lo que podría estar asociado a limitaciones en su integración didáctica o en la visibilidad de su aplicación en el aula. En este sentido, los datos orientan hacia la necesidad de fortalecer las prácticas pedagógicas relacionadas con el uso de plataformas digitales avanzadas, promoviendo estrategias que evidencien su funcionalidad y aportes al aprendizaje del Cálculo Diferencial, con el fin de favorecer una percepción más positiva por parte del estudiantado, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 12: Se siente usted seguro para utilizar software matemático de forma independiente para resolver problemas.

Tabla 18

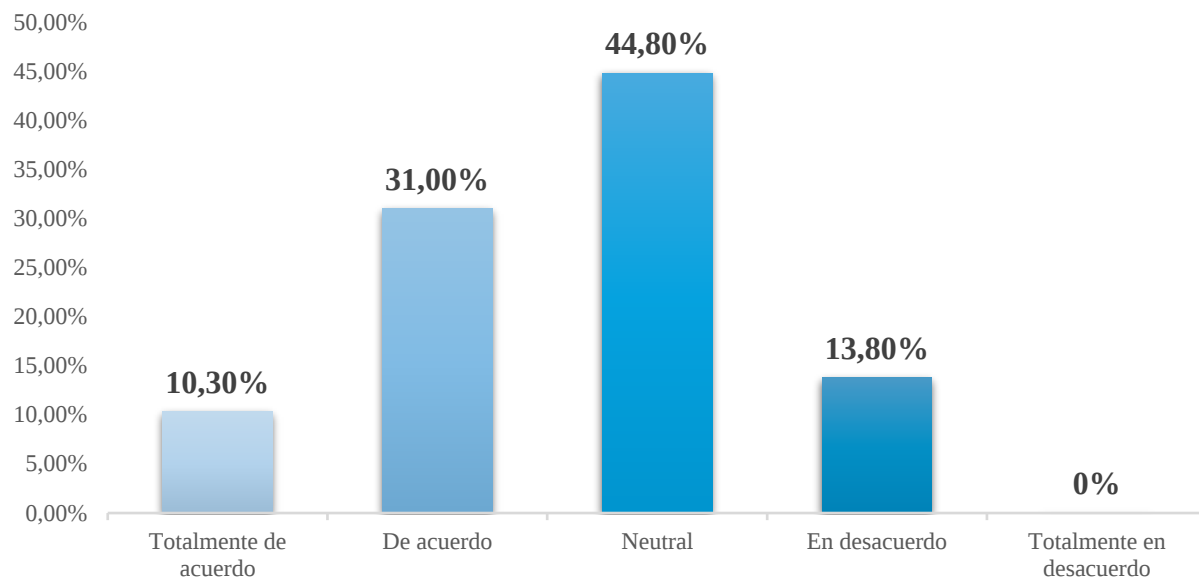
Uso independiente del software

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	3	10,30%
De acuerdo	9	31,00%
Neutral	13	44,80%
En desacuerdo	4	13,80%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 12

Uso independiente del software



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

En el ámbito de la autopercepción de competencia digital aplicada a la resolución de problemas matemáticos, las respuestas evidencian que un 44,8% adopta una postura neutral; este resultado debe interpretarse como una valoración subjetiva del nivel de confianza en el uso autónomo de herramientas tecnológicas y no como una medición directa de la competencia operativa real. La proporción significativa de neutralidad sugiere un nivel intermedio de seguridad percibida, lo que podría estar asociado a experiencias limitadas de uso independiente o a una integración pedagógica insuficiente que no promueve la transferencia de habilidades fuera del contexto guiado. En este sentido, los datos indican la necesidad de fortalecer estrategias didácticas orientadas al desarrollo de la autonomía tecnológica, promoviendo prácticas que favorezcan la resolución de problemas mediante el uso independiente de software matemático, con el fin de

consolidar tanto la confianza como la competencia del estudiantado, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 13: El uso de software libre facilita su aprendizaje al garantizar un acceso universal y equitativo

Tabla 19

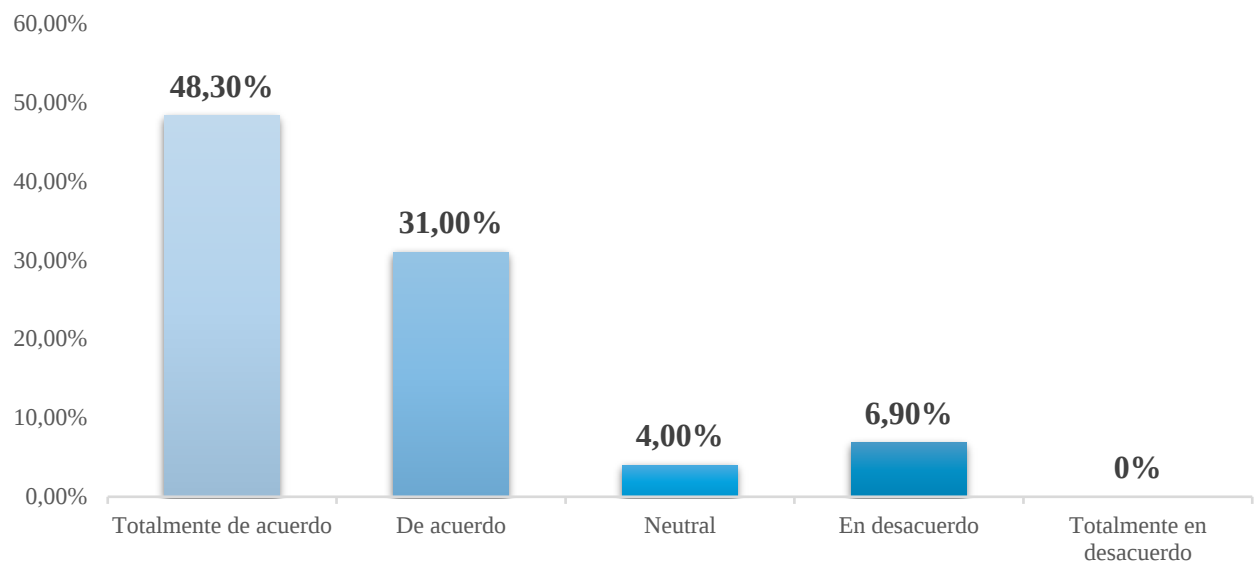
Acceso universal y equitativo

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	2	6,90%
De acuerdo	14	48,30%
Neutral	9	31,00%
En desacuerdo	4	13,80%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 13

Acceso universal y equitativo



Análisis e interpretación

Desde la perspectiva de la equidad en el acceso a recursos tecnológicos para el aprendizaje, las respuestas indican que un 44,8% se ubica entre la neutralidad y el desacuerdo; estos resultados deben interpretarse como una percepción sobre las condiciones de accesibilidad y no como una medición objetiva de la disponibilidad real de recursos. La proporción significativa de respuestas no favorables sugiere que una parte del estudiantado no percibe que el uso de software libre asegure efectivamente igualdad de oportunidades en su proceso formativo, lo que podría estar asociado a limitaciones contextuales, técnicas o de implementación pedagógica. En este sentido, los datos orientan hacia la necesidad de fortalecer estrategias educativas que garanticen una integración más inclusiva de herramientas tecnológicas, promoviendo condiciones que favorezcan el acceso equitativo y una percepción más positiva de su utilidad en el aprendizaje matemático, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 14: Usted confía en que sus profesores se capaciten en el uso de tecnologías con lenguaje de programación para brindar un mejor ambiente de aprendizaje.

Tabla 20

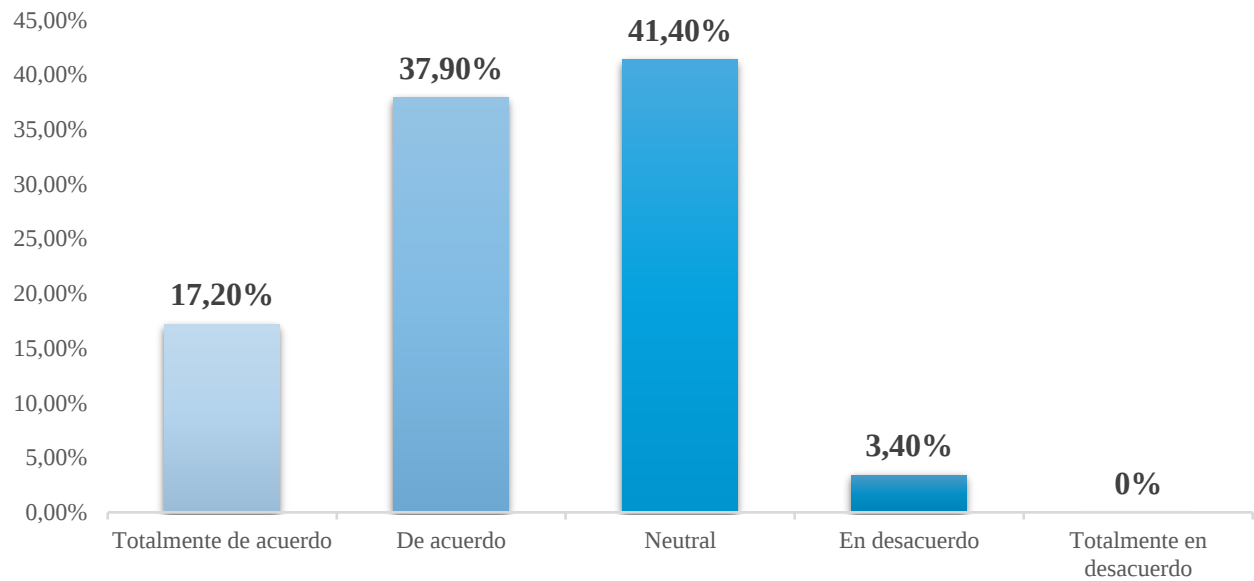
Capacitación uso de tecnologías

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	5	17,20%
De acuerdo	11	37,90%
Neutral	12	41,40%
En desacuerdo	1	3,40%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 14

Capacitación uso de tecnologías



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

En relación con la confianza depositada en la formación docente en competencias tecnológicas, las respuestas evidencian que un 41,4% se mantiene en una postura neutral; estos resultados deben interpretarse como una percepción sobre la expectativa de capacitación docente y no como una valoración objetiva del nivel real de preparación del profesorado. La presencia significativa de neutralidad sugiere que una parte del estudiantado no manifiesta una posición claramente definida respecto al impacto de dicha capacitación en la mejora del entorno de aprendizaje, lo que podría estar asociado a experiencias limitadas o poco visibles en la integración de tecnologías con enfoque programático en el aula. En este sentido, los datos orientan hacia la necesidad de fortalecer procesos de formación docente continua en el uso pedagógico de herramientas tecnológicas y lenguajes de programación, con el propósito de generar ambientes de

aprendizaje más dinámicos y pertinentes, favoreciendo así una percepción más positiva por parte del estudiantado, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Ítem 15: Usted considera que las herramientas digitales permiten adaptar la enseñanza a las distintas capacidades y estilos de aprendizaje presentes en el aula.

Tabla 21

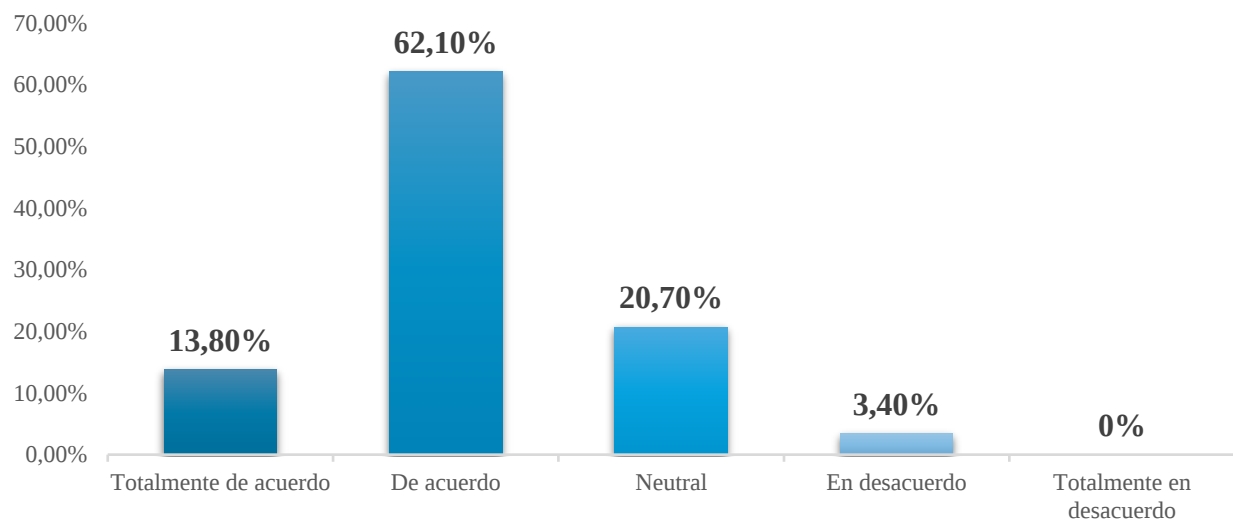
Distintas capacidades

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	4	13,80%
De acuerdo	18	62,10%
Neutral	6	20,70%
En desacuerdo	1	3,40%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	29	100%

Nota: Muestra los datos recogidos a través del instrumento de recolección de datos

Gráfico 15

Distintas capacidades



Nota: Muestra el porcentaje obtenido en el instrumento de recolección de datos

Análisis e interpretación

Finalmente, En correspondencia con la valoración de la atención a la diversidad en el aula, las respuestas indican que un 75,9% manifiesta acuerdo, mientras que un 24,1% se ubica entre la neutralidad y el desacuerdo; estos resultados deben interpretarse como una percepción sobre el potencial inclusivo de las herramientas digitales y no como una medición directa de su efectividad en la práctica educativa. La predominancia de valoraciones favorables sugiere que el estudiantado reconoce la capacidad de estas herramientas para diversificar las estrategias de enseñanza, aunque la proporción de respuestas no concluyentes indica que dicha adaptación no es percibida de manera homogénea. En este sentido, los datos orientan hacia la necesidad de consolidar enfoques pedagógicos que integren de manera intencionada recursos digitales bajo principios de inclusión y diferenciación, favoreciendo la atención a distintos ritmos y estilos de aprendizaje, sin exceder el alcance interpretativo de la variable analizada.

Análisis de resultados presentados

El análisis aplicado a estudiantes de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo, evidencia que, aunque existe una valoración positiva hacia la aplicabilidad de la Matemática y el uso general de la tecnología, persisten niveles significativos de neutralidad que reflejan limitaciones en la efectividad de las estrategias didácticas. Esta situación sugiere una débil articulación entre contenidos, metodología y recursos tecnológicos, lo que dificulta la consolidación de aprendizajes significativos en Cálculo Diferencial. Asimismo, se identifican vacíos en el desarrollo del pensamiento analítico, la autonomía en el uso de herramientas digitales y los procesos metacognitivos del estudiantado. Desde una perspectiva pedagógica, estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer la integración intencionada de la tecnología, la contextualización del aprendizaje y la implementación de estrategias de evaluación formativa bajo

enfoques como el constructivismo y el Diseño Universal para el Aprendizaje. En este contexto, el diseño de una guía interactiva se justifica como una propuesta pertinente para estructurar el aprendizaje, promover la experimentación, atender la diversidad y favorecer una comprensión más significativa y autónoma del Cálculo Diferencial.

CAPÍTULO V: Presentación de la propuesta.

Descripción de la propuesta.

El uso de las tecnologías dentro del desarrollo de las clases de matemáticas es fundamental para ayudar con la comprensión de los diferentes temas, esto por la facilidad de cálculo, representación y determinación de modelos. El software Wolfram Cloud, tiene las siguientes características: Maneja cálculo simbólico. Permite realizar programación bajo cualquier paradigma. Basado en el conocimiento: Wolfram Cloud y su extensión anexa Wolfram Alpha permite acceder a una extensa base de datos curados, actuales y computables. En pocas líneas de código y de forma sencilla e intuitiva permite la creación de aplicativos dinámicos que posibilitan la visualización del comportamiento de diversos modelos al manipular sus parámetros constitutivos. El presente texto es un manual que tiene como principal objetivo facilitar la interacción con el Programa Wolfram Cloud que de ahora en adelante se denominará Cloud. En esta sesión veremos las reglas básicas para una eficiente interacción con Wolfram Cloud.

Justificación de la propuesta

La implementación de esta guía interactiva se fundamenta en la necesidad de superar los métodos de enseñanza convencionales que han generado desinterés y una comprensión superficial del Cálculo Diferencial en la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo. Se sustenta en el constructivismo, donde el estudiante deja de ser un receptor pasivo para convertirse en el protagonista que reorganiza sus esquemas mentales mediante la interacción con el software libre. Al integrar principios de aprendizaje significativo, se busca que el alumno vincule la teoría con la práctica profesional futura mediante la visualización de conceptos abstractos. Así mismo adopta

el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), permitiendo que el conocimiento se adquiriera a través de la resolución de retos auténticos y contextualizados.

La guía utiliza estrategias de andamiaje y desvanecimiento, proporcionando apoyos iniciales que se retiran progresivamente para fomentar la autonomía intelectual del estudiante, de igual forma se centra en el uso de Wolfram Cloud, una plataforma que permite realizar cálculos simbólicos, programación y simulaciones dinámicas en tiempo real. Esta herramienta facilita la experimentación activa, permitiendo a los alumnos modelar fenómenos reales como tasas de cambio y límites de forma intuitiva.

Esta propuesta permitirá a los alumnos de 3° BGU reducir su incertidumbre cognitiva, transformar la neutralidad ante la materia en motivación y mejorar significativamente su rendimiento académico. Además, les dota de competencias en pensamiento computacional y autonomía técnica, preparándolos para desafíos académicos superiores.

Objetivos de la propuesta

Objetivo General

Implementar los procesos lógico-matemáticos dentro del análisis de límites y derivadas de funciones reales a través de Wolfram Cloud para su aplicación en situaciones cotidianas.

Objetivo específico

Desarrollar el uso de herramientas tecnológicas para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de Cálculo Diferencial.

Comparar cualquier expresión algebraica por medio de su representación gráfica a través del uso de lenguaje de programación.

Verificar ejercicios de Cálculo Diferencial por medio de estrategias metodológicas innovadoras.

Temporización de la propuesta

La temporización de la propuesta se estructuró para un período de un mes, distribuido en cuatro semanas de trabajo, considerando una carga horaria de cuatro horas pedagógicas semanales de cuarenta minutos cada una. La organización temporal responde a una secuencia progresiva de aprendizaje orientada al fortalecimiento de los conocimientos de Cálculo Diferencial en estudiantes de 3.º BGU de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo. Durante la primera semana se abordarán las definiciones e introducciones fundamentales del software Wolfram Cloud que servirán de base conceptual para el desarrollo posterior de los contenidos. En la segunda semana se trabajará el tema de límites de una función y su interpretación matemática. La tercera semana estará destinada al estudio de los principales métodos de resolución de límites mediante actividades guiadas y ejercicios de aplicación. Finalmente, en la cuarta semana se desarrollará el concepto de derivada y la resolución de ejercicios que permitan consolidar los aprendizajes alcanzados. Esta distribución temporal posibilita una implementación ordenada, viable y coherente con los objetivos planteados en la propuesta pedagógica.

Beneficiarios de la propuesta

La propuesta tiene como finalidad beneficiar al estudiantado de tercero de Bachillerato General Unificado en la asignatura de números complejos de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo. En este marco, se enfatiza la incorporación de procesos de retroalimentación continua en cada una de las actividades, con el propósito de fortalecer la comprensión de los

fundamentos teóricos y su adecuada aplicación mediante el uso de software matemático, favoreciendo así un aprendizaje más significativo y articulado.

Responsables del adecuado desarrollo de la propuesta.

Para garantizar la eficacia y sostenibilidad del proyecto en la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo, se identifican los siguientes responsables:

- **Investigador principal:** responsable del diseño, sistematización de resultados y configuración de la guía metodológica.
- **Docentes de Matemática (3º BGU):** Encargados de la mediación pedagógica, la facilitación de retos y la retroalimentación constante a los estudiantes.
- **Coordinación de TICs:** Responsable de asegurar la infraestructura tecnológica necesaria y el soporte técnico para el uso de Wolfram Cloud.
- **Autoridades Institucionales (Vicerrectorado y DECE):** Encargados de supervisar el cumplimiento ético, la inclusión educativa y la validación de los criterios de evaluación

Metodología de la propuesta

La metodología se define como un proceso de investigación proyectiva y de campo, desarrollado bajo un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) que se divide en las siguientes etapas:

1. **Fase Diagnóstica:** Aplicación de cuestionarios iniciales para identificar conocimientos previos y niveles de motivación hacia la matemática.
2. **Fase de Diseño:** Configuración de la guía interactiva y los *notebooks* en Wolfram Cloud, integrando multimedialidad y adaptaciones según el modelo DUA (Diseño Universal para el Aprendizaje).

3. **Fase de Aplicación (Ciclo ABP):** Presentación de problemas reales donde los estudiantes, en grupos colaborativos, utilizan el software para formular hipótesis, experimentar y validar soluciones.

4. **Fase de Mediación:** Intervención del docente como facilitador, orientando el uso del lenguaje matemático y el pensamiento computacional para la resolución de límites y derivadas

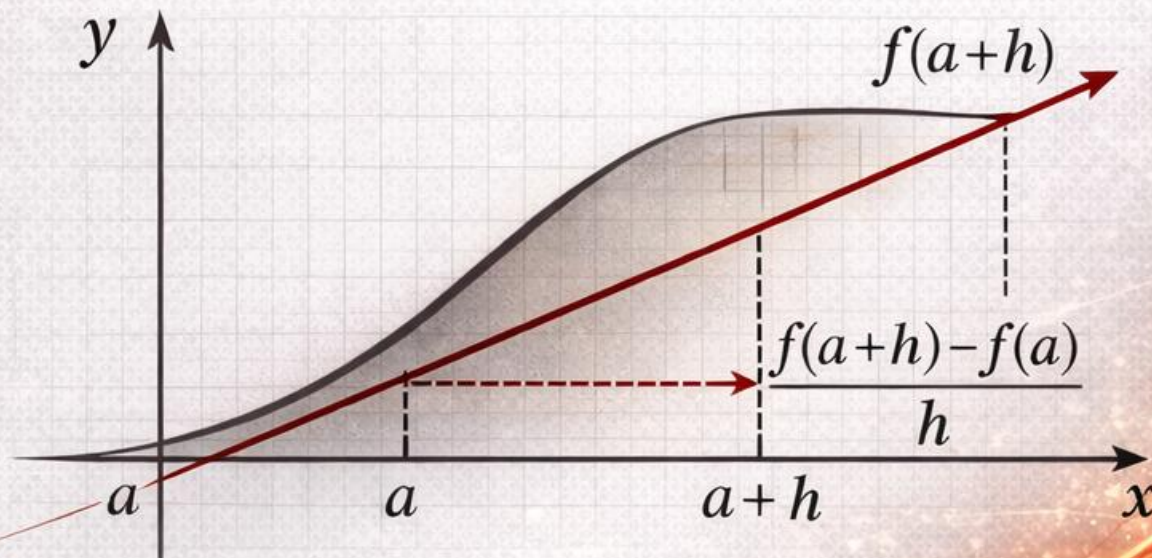
Instrumentos de evaluación de la propuesta

Para medir el impacto de la guía y el progreso de los estudiantes, se utilizarán los siguientes instrumentos:

- **Escala de Likert** Instrumento aplicado para recoger percepciones, actitudes y experiencias de los estudiantes respecto al uso de las herramientas tecnológicas.

- **Rúbricas de Evaluación Competencial** Diseñadas para valorar la correcta formulación de algoritmos en Wolfram Cloud, la lógica empleada y la capacidad de interpretar resultados numéricos frente a los analíticos.

GUÍA METODOLÓGICA DE CÁLCULO DIFERENCIAL



$$f'(a) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$$

Límites y derivadas mediante Wolfram Cloud



Autor: Anthony Bautista

Índice

Wolfram Cloud	84
Problema 1	88
Problema 2	89
Planificación de límites de una función	90
Límites de una función	92
Problema 3	94
Métodos de resolución de límites algebraicos	96
Problema 4	98
Planificación de derivadas de una función	100
Derivada	102
Problema 5	103
Instrumentos de evaluación actividades de ABP	104



Wolfram Cloud

Definición

Wolfram Cloud constituye un sistema computacional desarrollado en un entorno contemporáneo de computación en la nube, al cual se accede directamente a través de un navegador web, sin requerir procesos de instalación ni configuraciones locales por parte del usuario. Esta plataforma integra un amplio conjunto de funcionalidades, entre las que se incluyen bibliotecas de funciones matemáticas avanzadas; herramientas para la manipulación y análisis de matrices y conjuntos de datos; recursos para la visualización y animación de información, funciones matemáticas y datos geográficos en entornos bidimensionales y tridimensionales; solucionadores de sistemas de ecuaciones; capacidades para el análisis mediante el método de elementos finitos, incluyendo la generación de mallas adaptativas en 2D y 3D; así como el acceso a bases de datos con información matemática, científica y socioeconómica, y a los datos y procesos de cálculo provistos por Wolfram Alpha. Adicionalmente, incorpora herramientas para programación paralela y otras funcionalidades orientadas al análisis computacional avanzado.



Para acceder a Wolfram Cloud se lo puede realizar por medio del siguiente enlace <https://www.wolframcloud.com/> o por medio del siguiente código QR.



Lenguaje de Wolfram

Wolfram Alpha, Wolfram Mathematica y Wolfram Cloud se basan en un lenguaje de programación propio denominado Lenguaje Wolfram. En este lenguaje, toda expresión puede formularse mediante el uso de funciones, lo que constituye su principio estructural fundamental. Por ejemplo, una entrada inicial puede contener varias funciones simultáneamente, lo que evidencia que el aprendizaje del entorno se centra en el reconocimiento de las funciones disponibles y en la comprensión de las reglas que rigen su correcta implementación en el código.

Para utilizar una función o cualquier parámetro establecido es necesario escribir su nombre seguido de corchetes. En el núcleo del sistema Wolfram, los nombres de las funciones comienzan con letra mayúscula. Asimismo,



muchas funciones requieren uno o varios parámetros para producir un resultado, los cuales se introducen separados por comas. El lenguaje permite, además, la anidación de funciones, lo que posibilita la construcción de expresiones más complejas a partir de funciones elementales.



Núcleo Wolfram

El Núcleo Wolfram representa un sistema de cálculo y conocimiento al que todos los productos de Wolfram pueden realizar solicitudes para recibir respuestas

Creación de cuenta Wolfram Cloud

Para acceder de manera gratuita a los productos de Wolfram Cloud es necesario crear una cuenta en la plataforma. Adicionalmente, el sistema ofrece la posibilidad de suscripción a un acceso premium de carácter pago. El proceso de registro se realiza seleccionando la opción “Crear una cuenta”, disponible en el portal oficial de Wolfram Cloud.

WOLFRAM

Create a Wolfram ID

Email (this will be your Wolfram ID)

First name

Last name

Password (at least 8 characters)

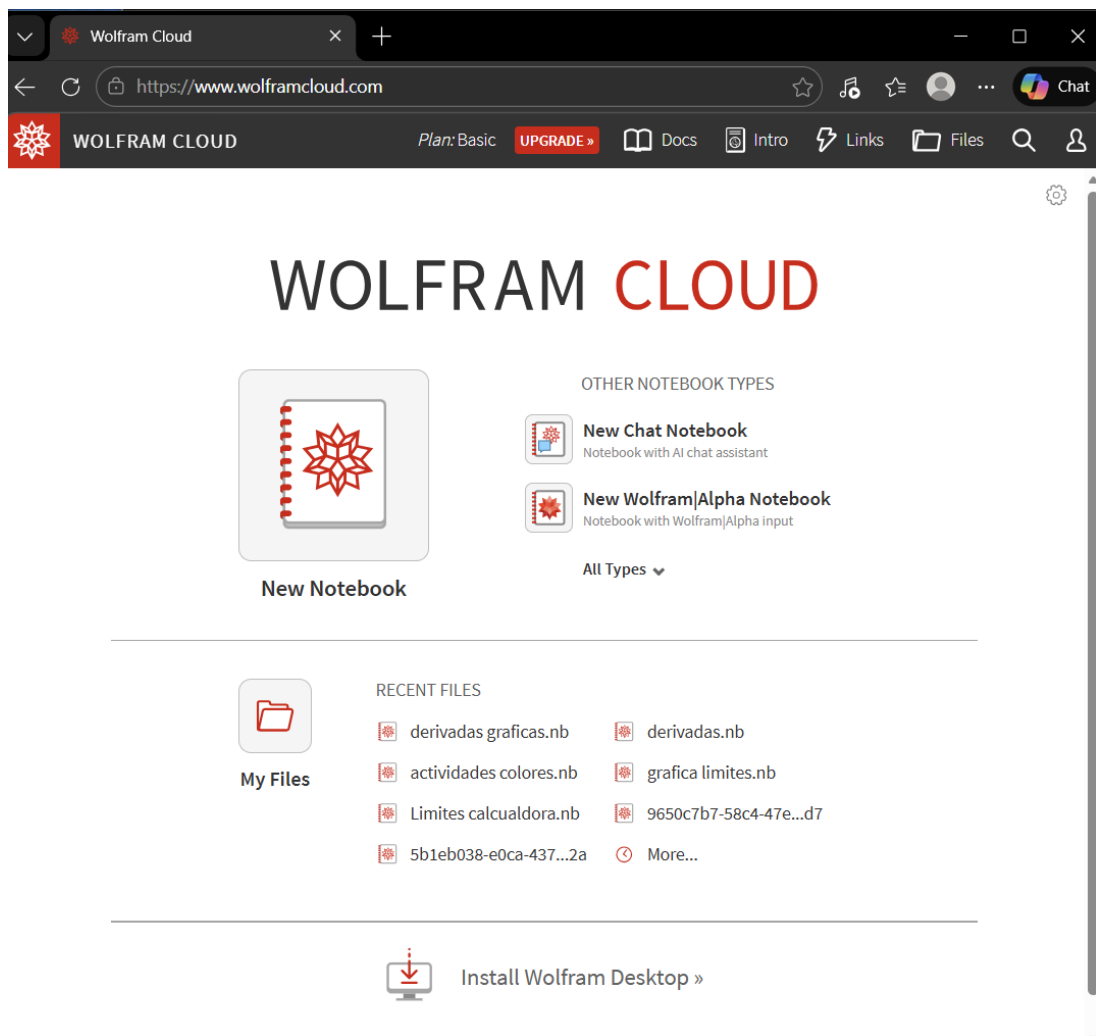
Confirm password

☐ I agree to the [Terms of Service](#) and the retention of my personal data as described in the [Privacy Policy](#).

Create Wolfram ID

Already have a Wolfram ID? [Sign In](#).

© 2026 Wolfram Research, Inc. | [Terms](#) | [Privacy](#) | [Support](#)



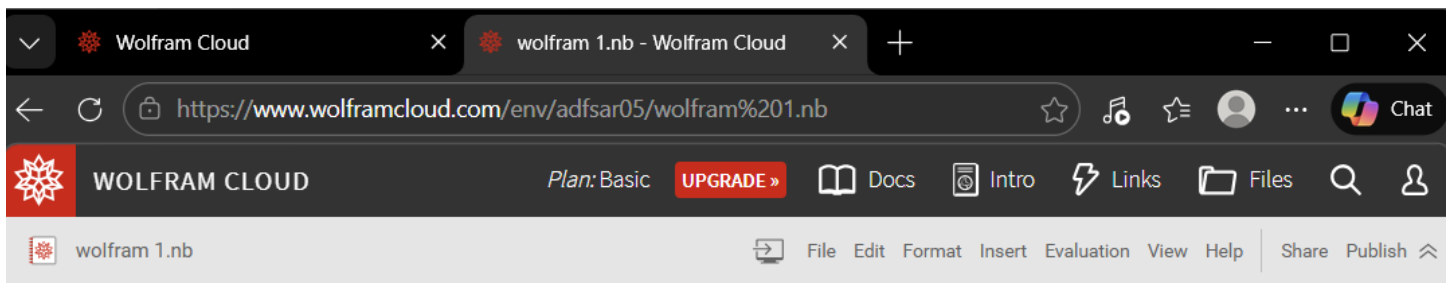
Mediante el uso del Lenguaje Wolfram Cloud para el proceso de aprendizaje de procesos matemáticos es posible elaborar documentos denominados Notebooks. Cada Notebook posee un nombre específico y utiliza la extensión *.nb*. Para iniciar la creación de uno nuevo, se debe seleccionar la opción “Crear un nuevo notebook”.

Interfaz notebook de Wolfram

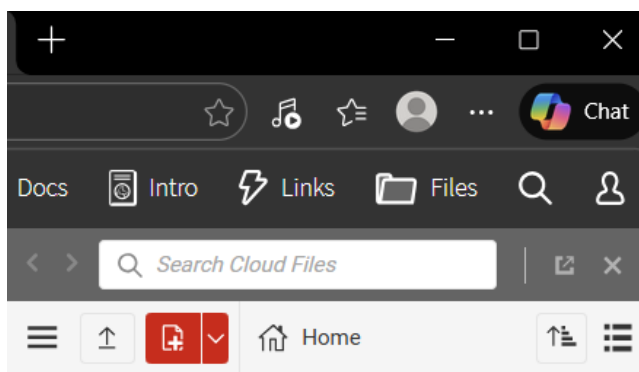
Cuando se requiere enviar instrucciones al kernel de Wolfram, estas se introducen en una celda de entrada dentro del entorno de trabajo. La orientación horizontal del cursor indica que el usuario puede escribir comandos en el Lenguaje Wolfram en dicha línea. Una vez finalizada la escritura del comando, la evaluación de la celda se realiza presionando la combinación de teclas Shift + Enter. En dispositivos móviles, esta acción se ejecuta mediante el botón identificado con el logotipo de Wolfram.

Las celdas de entrada y salida se organizan verticalmente en el área principal del *Notebook*, ubicadas hacia el margen derecho del entorno de edición. Estas celdas pueden contraerse o expandirse mediante un doble clic, lo que facilita la organización y lectura del contenido.





En la parte superior del *Notebook* se dispone de un menú principal que incluye opciones como File, Format, Insert, entre otras, desde las cuales es posible crear nuevos documentos, explorar archivos almacenados en la nube, descargar Notebooks al equipo local, dar formato al contenido e insertar hipervínculos, entre otras funciones.



Adicionalmente, en el lado derecho del editor se encuentra la pestaña Cloud Files, que permite la gestión de archivos en la nube. Esta sección incluye accesos a carpetas como Recent, que contiene los archivos abiertos recientemente; Home, que presenta la estructura jerárquica de los archivos del usuario en la nube; y All Files, donde se agrupan tanto los archivos principales como objetos no nombrados y otras carpetas del sistema.

En este contexto, el usuario se encuentra en condiciones de comenzar la creación de sus propios *Notebooks* mediante la escritura y ejecución de código en el Lenguaje Wolfram.

Problema 1



Analizar la imagen presentada a continuación con los principales códigos en lenguaje de Wolfram para iniciar el proceso de aprendizaje de este software para desarrollar el pensamiento lógico numérico. Plasmar cada uno de los códigos representados en un Notebook de Wolfram Cloud

Comando	Nombre
$2 + 3 - 5^2$	Operaciones aritméticas
<code>sqrt[x]</code>	Raíz cuadrada
<code>f[x_]:=x^2</code>	Definir función
<code>f[2]</code>	Evaluar función
<code>Plot</code>	Gráfica 2D
<code>Piecewise[{ {x^2,x<0},{x,x>=0} }]</code>	Funcion 2D por partes
<code>Limit[(x^2-1)/(x-1), x->1]</code>	Límite de una función
<code>Limit[1/x, x->0, Direction->"FromAbove"]</code>	Límite por derecho
<code>Limit[1/x, x->0, Direction->"FromBelow"]</code>	Límite por izquierda
<code>D[x^2,x]</code>	Derivada
<code>D[x^3,{x,2}]</code>	Segunda Derivada

en

[illegible]

A decorative graphic in the bottom right corner featuring vibrant orange and yellow wavy lines. Scattered around these lines are various icons: a yellow envelope, a red gear, a Wi-Fi symbol, a yellow cloud, and several small yellow stars and dots, suggesting a theme of technology and digital connectivity.

- Word Cloud

Para resolver el problema de la interacción del código se debe generar un texto de 100 palabras con los principales actores dentro del Cálculo Diferencial y sus definiciones

- Randomcolor
- Alphabet

Módulo 1: Límites de una función				
Objetivo: Generar interacciones para verificar procesos algebraicos en límites mediante el software de acceso libre Wolfram Cloud para el desarrollo del pensamiento lógico matemático.				
<i>Estándar</i>	<i>Criterio de Evaluación</i>	<i>Destreza con criterio de desempeño</i>	<i>Estrategias metodológicas activas</i>	<i>Recursos</i>
E.M.5.5. Encuentra la derivada e integral de una función polinomial de grado = 4 o racional, las interpreta de manera geométrica y física, gráfica funciones escalonadas y opera con ellas, resuelve problemas de optimización y aplica el segundo teorema del Cálculo Diferencial e Integral.	CE.M.5.5. Aplica el álgebra de límites como base para el Cálculo Diferencial e Integral, interpreta las derivadas de forma geométrica y física y resuelve ejercicios de áreas y problemas de optimización	M.5.1.61. Conocer y aplicar el álgebra de límites en la resolución de aplicaciones o problemas con sucesiones reales en matemática), e interpretar y juzgar la validez de las soluciones obtenidas. 	Presentación del problema Se presenta la situación sin dar fórmulas Muestra una gráfica incompleta o una función con un “hueco”. ¿La función “tiene valor” aunque no esté definida? Identificación de saberes previos Los estudiantes reconocen que necesitan: Analizar gráficas, sustituir valores cercanos, usar tecnología para comprobar Trabajo guiado Introducción a Wolfram Cloud El docente presenta herramientas de Wolfram Cloud como:	<i>Concretos</i> Cuaderno Pizarrón Marcadores <i>Semi – concretos</i> Wolfram Cloud Videos interactivos Gráficas de funciones Imágenes <i>Abstractos</i> Notación límites Teorema fundamental del limite Ejercicios Límites



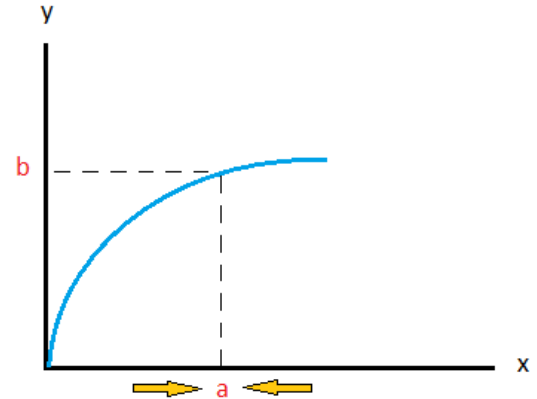
			Lenguaje básico de programación, Calculadora inteligente, herramienta gráfica Resolución del problema Los estudiantes resuelven el problema original demostrando que: Aunque la función no esté definida en el punto el límite sí existe y el sistema puede usar ese valor aproximado Wolfram Cloud se usa como verificador, no como sustituto del razonamiento. Evaluación Proceso (razonamiento) Interpretación gráfica Uso correcto de comandos Argumentación matemática	
--	--	--	--	--



Límites de una función

Definición

El límite de una función describe el comportamiento de los valores de la función cuando la variable se aproxima a un número, sin necesidad de que lo alcance. Desde una concepción dinámica, el límite se interpreta como un proceso de acercamiento progresivo, no como una sustitución inmediata, tomando en consideración casos de indeterminación como $0/0$, $a/0$

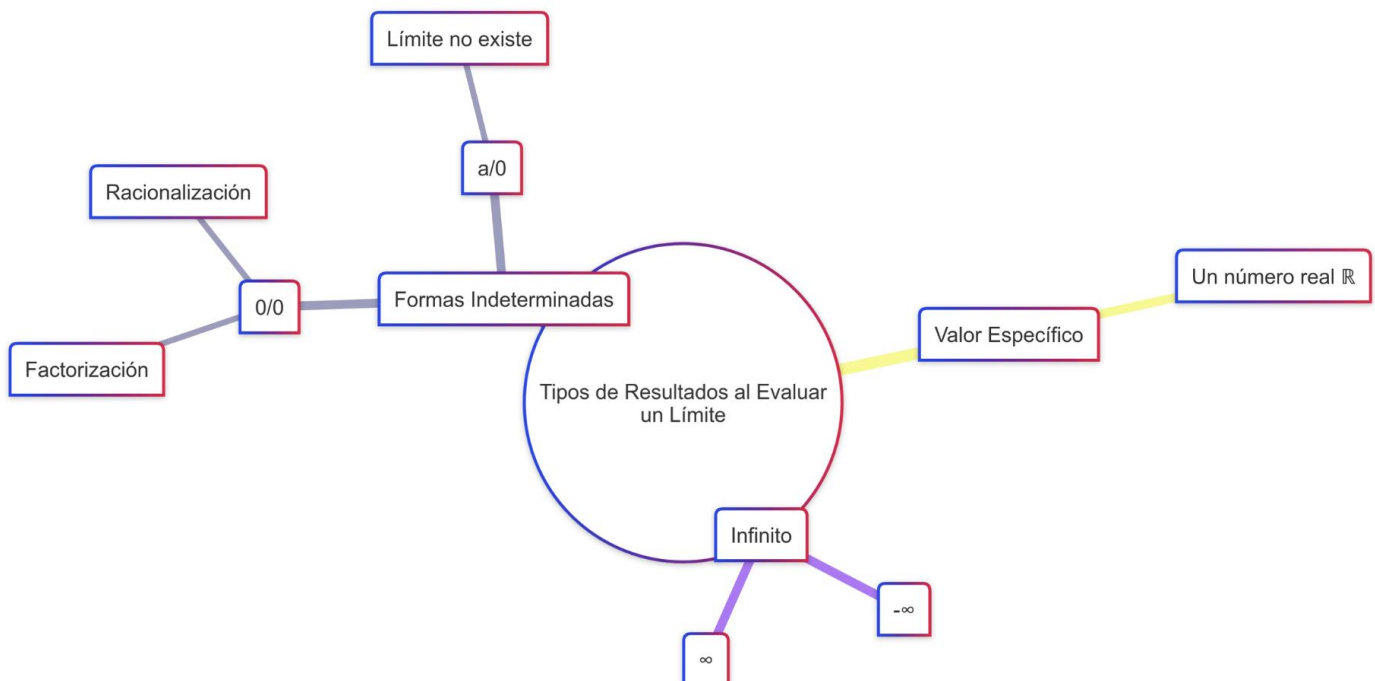


Límites Laterales y relación con el valor de límite

$$\text{Si } \lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L \text{ y } \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L \therefore \lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$$

Si los límites por la izquierda y por la derecha tienen el mismo valor entonces el límite cuando x tiende a a también existe y es igual a L .

Tipos de resultado al resolver un límite



Método para encontrar un límite por aproximación a un punto

El límite por aproximaciones consiste en analizar cómo se comportan los valores de una función cuando la variable se acerca a un número, tomando valores cada vez más próximos por la izquierda y por la derecha, tomando en consideración que no interesa el valor exacto de la función en el punto, sino la tendencia de sus valores.

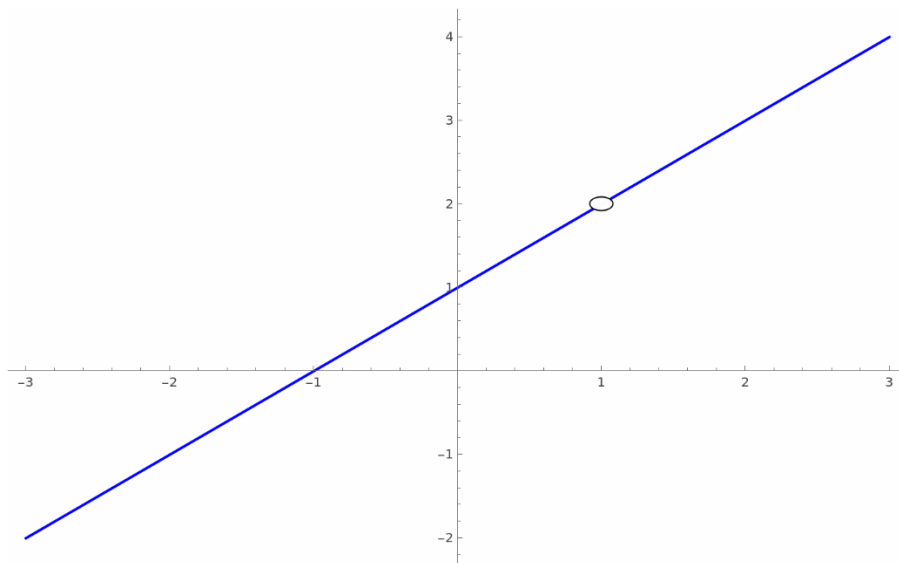


Punto Clave: Si al acercarnos a un número por ambos lados, los valores de la función se aproximan al mismo resultado, entonces ese valor es el límite.

Método gráfico en la resolución de límite.

El método gráfico consiste en observar la gráfica de una función y analizar qué valor toma la función cuando la variable se acerca a un punto, desde la izquierda y desde la derecha. Este método permite visualizar el comportamiento del límite, incluso cuando la función no está definida en el punto.

Es importante considerar el análisis de la siguiente gráfica representada en Wolfram Cloud y responder las siguientes preguntas.



¿Puedo encontrar una representación de continuación en la siguiente gráfica?
¿Puedo encontrar el límite dentro de la siguiente gráfica?

Límites infinitos

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$$

Se lee “El límite cuando x tiende a un valor en la función $f(x)$ es infinito”, y significa que los valores de $f(x)$ están creciendo sin límite cuando los valores de x se aproximan al número $x = a$ (tendencia) por la derecha o por la izquierda.

Límites al infinito

Se lee “El límite cuando x tiende a al infinito en la función $f(x)$ es un valor determinado”, y significa que los valores de $f(x)$ están creciendo sin límite cuando los valores de x se aproximan al infinito $x = \infty$ (tendencia) por la derecha o por la izquierda.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = L$$

Algoritmo de solución de límite mediante método gráfico.

1

Representar la función gráficamente

2

Identificar la función y el punto de estudio

3

Analizar el comportamiento por la izquierda

4

Analizar el comportamiento por la derecha

5

Comparar los límites laterales

6

Verificar el valor de la función en el punto

Importante:

El límite puede existir aunque $f(a)$ no exista o sea distinto de L .

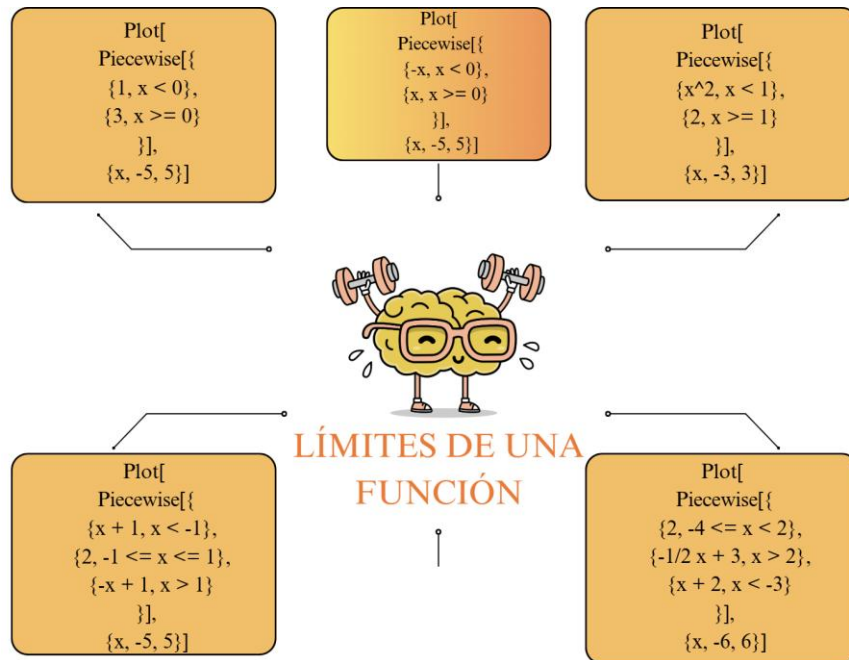


Problema 3

El sensor inteligente del puente



Un equipo de estudiantes diseña un sensor inteligente para medir la vibración de un puente peatonal. El dispositivo registra la intensidad de la vibración en función del tiempo, representado por la variable x (en segundos). Debido a un proceso de calibración específico, el comportamiento del sensor, en las cercanías de un instante crítico, puede modelarse mediante las siguientes funciones:



Cada uno de los estudiantes va a realizar la interpretación de cada modelo dentro de la aplicación Wolfram Cloud.

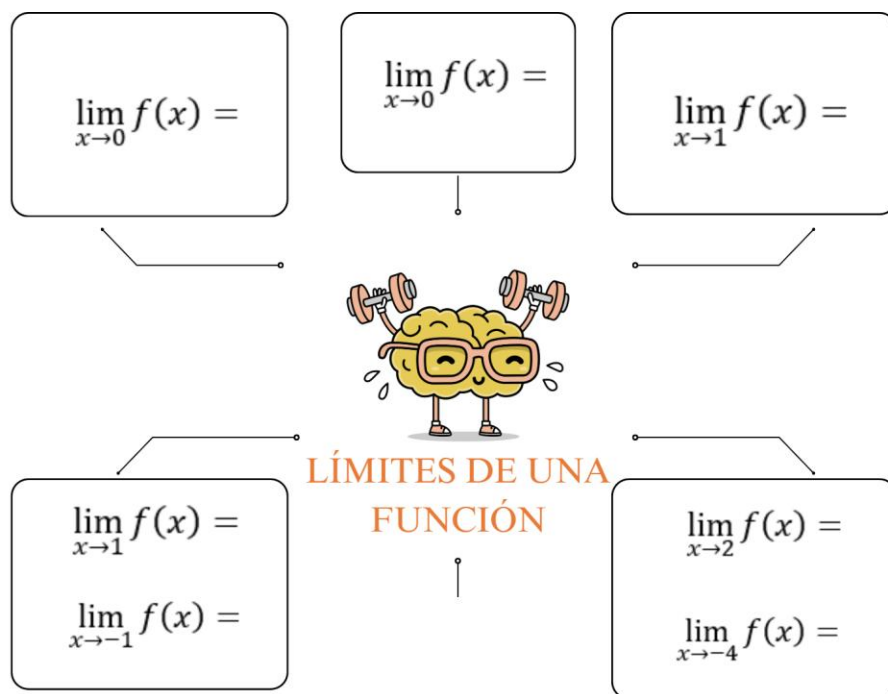
No olvidar el siguiente código de Lenguaje Wolfram



`Plot[ ]`

`Piecewise[ ]`

Sin embargo, el sistema no puede medir directamente la vibración en determinados puntos, ya que en ese instante el sensor se reinicia. Por esta razón, el equipo necesita analizar el comportamiento de la función alrededor de ese punto para decidir si el sensor es confiable. Analizar que sucede en los momentos críticos presentados a continuación.



Limit[]

Limit["FromAbove"]

Limit["FromBelow"]

No olvidar los siguientes códigos de Lenguaje Wolfram



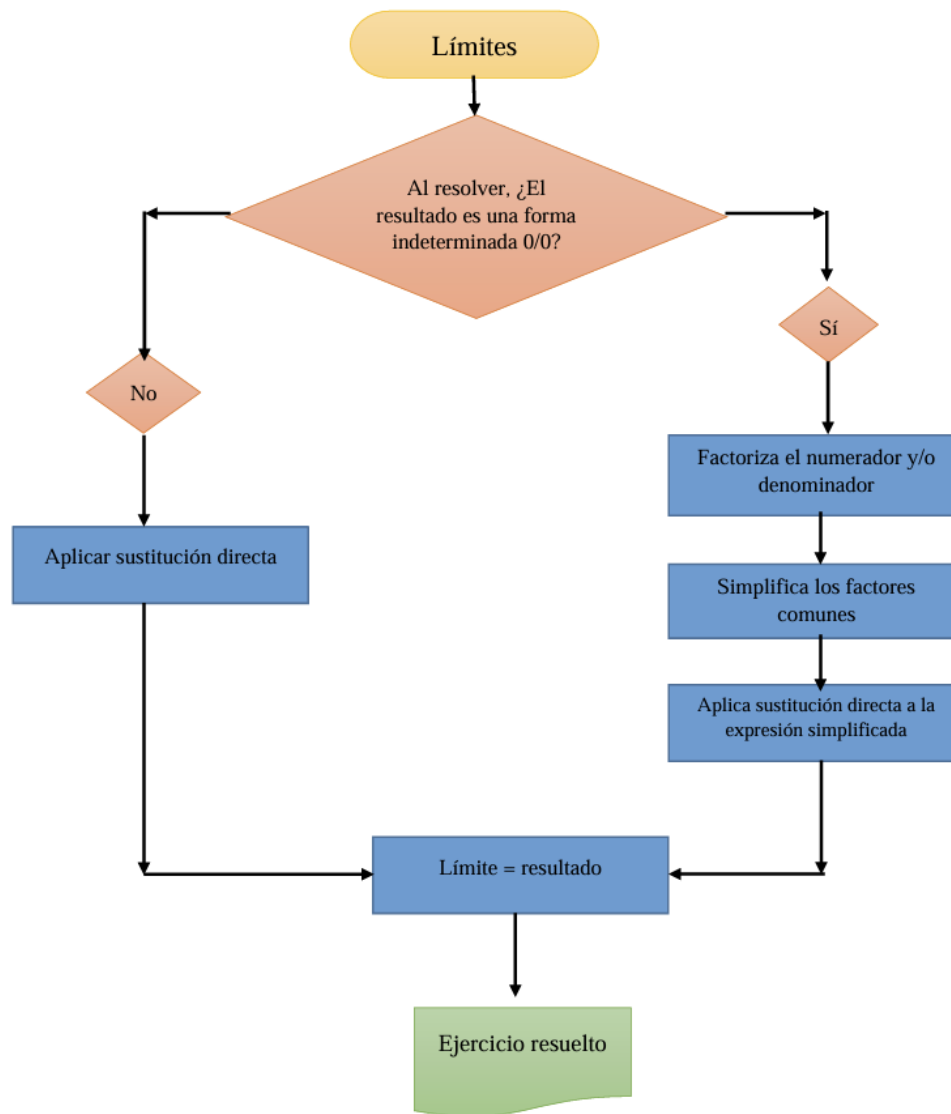
Ingresa en el siguiente enlace para verificar el resultado de las gráficas presentadas y sus respectivos límites en lenguaje de Wolfram

Métodos de resolución de límites algebraicos

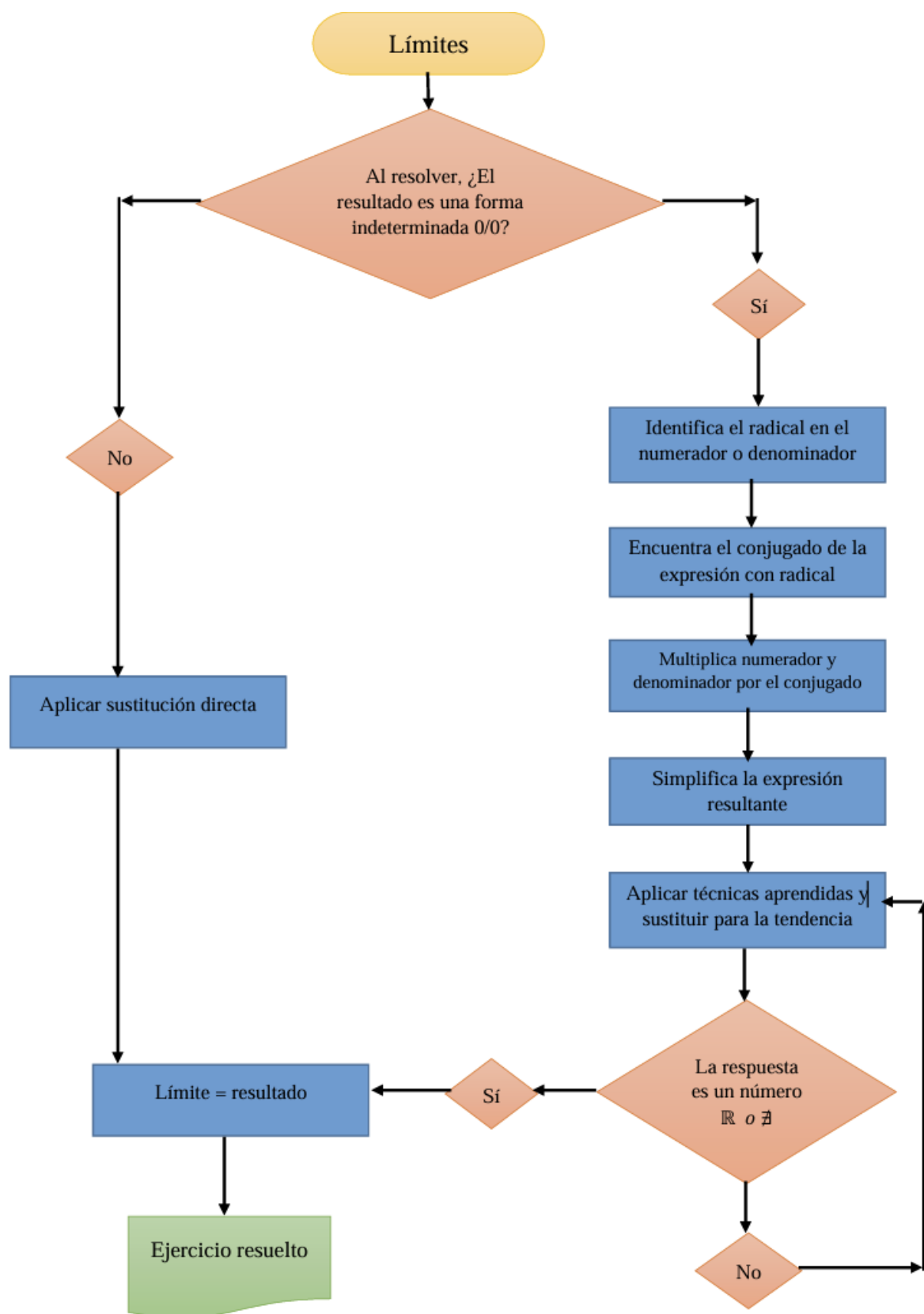
En el estudio del Cálculo Diferencial, el concepto de límite permite analizar el comportamiento de una función cuando la variable independiente se aproxima a un determinado valor. En muchos casos, al sustituir directamente el valor al que tiende la variable, se obtiene una indeterminación, como $0/0$. Para resolver este tipo de límites, es necesario aplicar procedimientos algebraicos que simplifican la expresión original sin alterar su comportamiento cercano al punto de interés. Dos de los métodos más utilizados son el factorización y la racionalización.



Algoritmo de solución de límite por factoreo



Algoritmo de solución de límite por racionalización



Problema 4

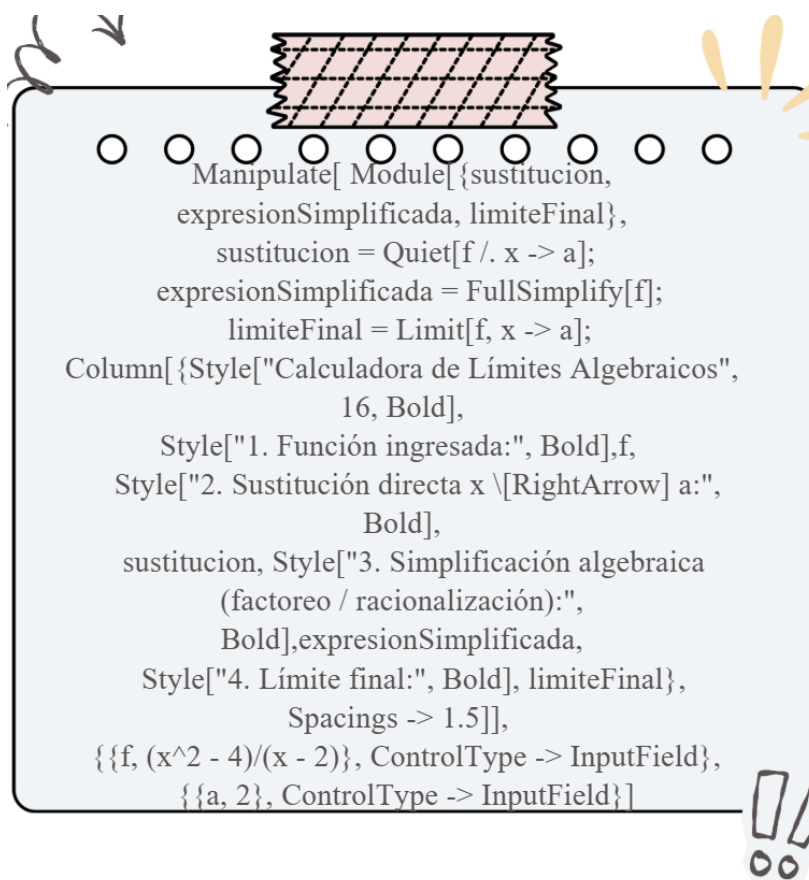
En una clase de números complejos, tres personajes digitales acompañan a los estudiantes:

Limi, el explorador matemático, resuelve límites paso a paso en su cuaderno. Factorix, el estratega, confía en el factorio y la racionalización. Wolfrín, un asistente tecnológico, verifica resultados usando una calculadora en Wolfram Cloud.



Durante un reto, Limi y Factorix obtienen respuestas distintas al resolver un mismo límite. Ambos creen haber aplicado correctamente el procedimiento, pero surge la duda clave: ¿Cómo comprobar que el resultado es correcto sin depender solo de la intuición?

Colocar el siguiente código dentro de Wolfram Cloud para generar la calculadora de límites:



La solución aparece cuando el grupo utiliza la calculadora de límites en Wolfram Cloud, que permite ingresar la función y el punto del límite para verificar el resultado final y la simplificación algebraica. Al comparar, los estudiantes identifican errores, confirman aciertos y comprenden que la tecnología no reemplaza el razonamiento, sino que valida y fortalece el aprendizaje.

Calculadora de límites en Wolfram Cloud

The screenshot displays the Wolfram Cloud interface. The top navigation bar includes the Wolfram Cloud logo, a plan status (Basic), an upgrade button, and links for Documentation, Language Intro, Quick Links, and Cloud Files. The main workspace shows a notebook titled "limites calculadora.nb" with the following code:

```
Style["4. Límite final:", Bold],  
limiteFinal  
  
, Spacings -> 1.5]  
],  
  
{f, (x^2 - 4)/(x - 2)}, ControlType -> InputField},  
{a, 2}, ControlType -> InputField}  
]
```

Below the code, the notebook's output is displayed. It features two input fields: one for the function $f = \frac{-2 + \sqrt{x}}{-4 + x}$ and another for the value $a = 4$. The output is a structured calculation:

Calculadora de Límites Algebraicos

1. Función ingresada:
$$\frac{-2 + \sqrt{x}}{-4 + x}$$
2. Sustitución directa $x \rightarrow a$:
Indeterminate
3. Simplificación algebraica (factorización / racionalización):
$$\frac{1}{2 + \sqrt{x}}$$
4. Límite final:
$$\frac{1}{4}$$

The right sidebar shows a file explorer with a search bar and a list of notebooks, including "Base", "actividades colores.nb", "derivadas graficas.nb", "derivadas.nb", "grafica limites.nb", "Inicial.nb", "limit.nb", "Limites calculadora.nb", "limites calculadora.nb", and "wolfram 1.nb".

Permite verificar resultados presentados en la resolución de límites y continuar con el uso de Lenguaje de Wolfram en el análisis de expresiones algebraicas.

Módulo 2: Derivadas de una función

Objetivo: Generar interacciones para verificar procesos algebraicos en derivadas mediante el software de acceso libre Wolfram Cloud para el desarrollo del pensamiento lógico matemático.

<i>Estándar</i>	<i>Criterio de Evaluación</i>	<i>Destreza con criterio de desempeño</i>	<i>Estrategias metodológicas activas</i>	<i>Recursos</i>
E.M.5.5. Encuentra la derivada e integral de una función polinomial de grado = 4 o racional, las interpreta de manera geométrica y física, gráfica funciones escalonadas y opera con ellas, resuelve problemas de optimización y aplica el segundo teorema del Cálculo Diferencial e Integral.	CE.M.5.5. Aplica el álgebra de límites como base para el Cálculo Diferencial e Integral, interpreta las derivadas de forma geométrica y física, y resuelve ejercicios de áreas y problemas de optimización.	M.5.1.35. Interpretar de manera geométrica y física la primera derivada (pendiente de la tangente, velocidad instantánea) de funciones cuadráticas, con TIC.  M.5.1.49. Interpretar de manera geométrica y física la primera derivada (pendiente de la tangente, velocidad instantánea) de funciones polinomiales de grado ≤ 4, con apoyo de las TIC. 	Presentación del problema ¿Cómo podemos resolver una derivada y comprobar su validez de manera confiable sin depender únicamente del cálculo manual? Analiza el problema Reconoce la necesidad de verificación Identificación de saberes previos ¿Cómo sabemos si una derivada está bien calculada? ¿Qué pasa si cometemos un error en un paso intermedio? Se evidencia la necesidad de una herramienta de comprobación. Trabajo guiado Los estudiantes: Resuelven manualmente la derivada de una función. Ingresan la función original en Wolfram Cloud. Calculan la derivada con un comando básico.	<i>Concretos</i> Cuaderno Pizarrón Marcadores <i>Semi concretos</i> Wolfram Cloud Videos interactivos Gráficas de funciones Imágenes <i>Abstractos</i> Notación límites Teorema fundamental del limite Ejercicios Límites

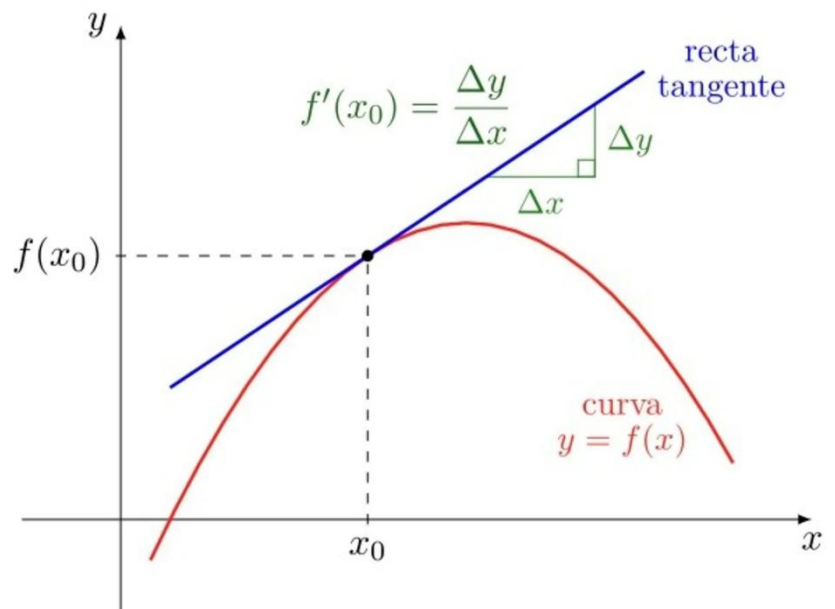
			Resolución del problema Los estudiantes: Grafican la función original y su derivada. Analizan la relación pendiente-derivada. ¿La gráfica de la derivada concuerda con el crecimiento y decrecimiento de la función original? Evaluación Cada grupo explica cómo resolvió y comprobó la derivada. Discuten el papel del software. ¿En qué momento Wolfram Cloud fue útil? ¿Por qué no debe usarse sin razonamiento previo?	
--	--	--	---	--



Derivada

Definición

La derivada de una función se define como la medida de la variación instantánea de una magnitud en relación con otra. Desde una perspectiva analítica, describe la forma en que una variable responde ante cambios infinitesimales de la variable independiente. Geométricamente, este concepto se asocia con la pendiente de la recta tangente a la gráfica de la función en un punto específico, lo que permite caracterizar su comportamiento local..



Principales derivadas

PRINCIPALES REGLAS PARA LA DERIVADA

1 DERIVADA DE UNA CONSTANTE $f(x) = k$ $f'(x) = 0$	2 DERIVADA POTENCIA $f(x) = u^n$ $f'(x) = n \cdot u^{n-1} \cdot u'$
3 DERIVADA RAÍZ CUADRADA $f(x) = \sqrt{u}$ $f'(x) = \frac{u'}{2\sqrt{u}}$	4 DERIVADA LOGARITMO $f(x) = \log_a u$ $f'(x) = \frac{u'}{2\ln(a)}$
5 DERIVADA LOGARÍTMO NATURAL $f(x) = \ln u$ $f'(x) = \frac{u'}{u}$	6 DERIVADA EXPONENCIAL $f(x) = a^u$ $f'(x) = a^u \cdot \ln a \cdot u'$



Problema 5



En el año 2045, en la ciudad inteligente LímiteX, todos los sistemas urbanos (energía, transporte y comunicaciones) funcionan gracias a modelos matemáticos basados en funciones y derivadas. Un equipo de jóvenes aprendices, conocidos como los Analistas Delta, ha sido convocado para resolver una falla crítica en el sistema central. El problema surge cuando el sistema de predicción detecta inconsistencias entre los cálculos manuales y los resultados digitales, lo que podría provocar un colapso energético en la ciudad.

El sistema central funciona con modelos matemáticos derivados, pero alguien ha cometido errores al calcular las derivadas. El equipo debe verificar cada resultado usando Wolfram Cloud antes de autorizar el funcionamiento del sistema.

Modelos Derivables

$$f_1(x) = 5$$

$$f_2(x) = x$$

$$f_3(x) = x^2$$

$$f_4(x) = \sqrt{x}$$

$$f_5(x) = e^x$$

$$f_6(x) = 3x^2 - 2x$$

$$f_7(x) = \sqrt{x} + x^2$$

$$f_8(x) = \ln(x)$$

$$f_9(x) = 2e^x$$

$$f_{10}(x) = x^3 + \ln(x)$$

$$f_{11}(x) = x^{5/2}$$

$$f_{12}(x) = \sqrt{x} + e^x$$

$$f_{13}(x) = x^2 \ln(x)$$

$$f_{14}(x) = e^x + \ln(x)$$

$$f_{15}(x) = x^3 + \sqrt{x} + e^x$$



Punto Clave: es importante recordar que debemos utilizar el siguiente lenguaje de Wolfram para solucionar el problema.

```
f1[x_]:= 5
f2[x_]:= x
f3[x_]:= x^2
f4[x_]:= Sqrt[x]
f5[x_] := Exp[x]
D[{f1[x], f2[x], f3[x], f4[x], f5[x]}, x]
```

Instrumentos de evaluación actividades de aprendizaje basada en problemas.

Rubrica de evaluación problema 1 y 2.

Nivel: 3ero BGU
 Tema: Comando básicos de uso de Wolfram Cloud
 Puntaje total: 10 puntos (cada criterio vale 2 puntos)

Criterio	Excelente (2 puntos)	Aceptable (1 punto)	Insuficiente (0 puntos)
<i>Interacción con Wolfram Cloud</i>	Utiliza Wolfram Cloud de forma autónoma, ejecuta correctamente los códigos y verifica resultados.	Utiliza Wolfram Cloud con ayuda y presenta errores menores en la ejecución.	No logra ejecutar los códigos ni usar adecuadamente el software.
<i>Uso correcto del lenguaje</i>	Se expresa con claridad, coherencia y respeto durante toda la actividad.	Presenta leves errores de expresión o falta de claridad.	Lenguaje inadecuado o poco comprensible.
<i>Lenguaje matemático correcto</i>	Emplea símbolos, notación y términos matemáticos de forma correcta y precisa.	Presenta algunos errores en la notación o el uso de conceptos.	Uso incorrecto o inexistente del lenguaje matemático.
<i>Disciplina</i>	Cumple las normas de trabajo, mantiene orden y concentración durante la actividad.	Cumple parcialmente las normas establecidas.	No respeta las normas ni el ambiente de trabajo.
<i>Puntualidad</i>	Entrega la actividad en el tiempo establecido.	Entrega con retraso mínimo.	No entrega o presenta retraso considerable.
Total			

Lista de cotejo problema 3 y 4

Nivel: 3ero BGU
 Tema: Definición y resolución de límites con apoyo de Wolfram Cloud
 Puntaje total: 10 puntos
 Instrucción: Cada criterio se califica únicamente como CUMPLE (2 puntos) o NO CUMPLE (0 puntos).

Criterio de evaluación	Indicador de logro	Cumple (2 puntos)	No cumple (0 puntos)
<i>Definición de límites</i>	Define correctamente el concepto de límite utilizando lenguaje matemático formal y preciso.		
<i>Resolución de límites</i>	Resuelve correctamente los límites planteados mediante procedimientos algebraicos adecuados.		
<i>Uso correcto de Wolfram Cloud</i>	Utiliza Wolfram Cloud de forma autónoma para verificar resultados sin errores de ejecución.		
<i>Uso correcto del lenguaje de Wolfram Cloud</i>	Emplea correctamente la sintaxis y comandos básicos del Wolfram Cloud.		
<i>Puntualidad</i>	Entrega la actividad dentro del tiempo establecido sin excepciones.		
Total			



Lista de cotejo problema 5

Nivel: 3ero BGU
 Tema: Definición y resolución de derivadas con apoyo de Wolfram Cloud
 Puntaje total: 10 puntos
 Instrucción: Cada criterio se califica únicamente como CUMPLE (2 puntos) o NO CUMPLE (0 puntos).

Criterio de evaluación	Indicador de logro	Cumple (2 puntos)	No cumple (0 puntos)
<i>Definición de derivadas</i>	Define correctamente el concepto de derivada utilizando lenguaje matemático formal y preciso.		
<i>Resolución de derivadas</i>	Resuelve correctamente las derivadas planteadas mediante procedimientos algebraicos adecuados.		
<i>Uso correcto de Wolfram Cloud</i>	Utiliza Wolfram Cloud de forma autónoma para verificar resultados sin errores de ejecución.		
<i>Uso correcto del lenguaje de Wolfram Cloud</i>	Emplea correctamente la sintaxis y comandos básicos del Wolfram Cloud.		
<i>Puntualidad</i>	Entrega la actividad dentro del tiempo establecido sin excepciones.		
Total			

CAPÍTULO VI: Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

El diagnóstico aplicado a los estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado, evidencia que solo el 31% manifiesta seguridad en la comprensión de los contenidos de Cálculo Diferencial, mientras que un 34,5% se ubica en una postura intermedia, lo que refleja incertidumbre conceptual. En relación con la metodología, el 88,1% de los estudiantes percibe los enfoques tradicionales como poco dinámicos, lo que incide en una baja participación y limitado involucramiento en el proceso de aprendizaje. Si bien estos resultados no determinan de manera absoluta el nivel de dominio conceptual, sí evidencian una relación entre la percepción metodológica y las dificultades de aprendizaje. En consecuencia, se justifica la implementación de una guía interactiva como estrategia didáctica orientada a fortalecer la comprensión mediante el uso de recursos tecnológicos y metodologías activas.

La identificación y valoración de herramientas interactivas de libre acceso para el aprendizaje del Cálculo Diferencial permitió constatar que recursos como GeoGebra, Desmos y Wolfram Cloud poseen un alto potencial didáctico para la representación dinámica de límites y derivadas. No obstante, su integración en el aula presenta debilidades operativas y metodológicas, evidenciadas en el 44,8% de respuestas que reflejan rechazo o neutralidad frente al uso de Wolfram Cloud. Aunque el 69% del estudiantado reconoce la utilidad de los entornos tecnológicos en línea, la ausencia de acompañamiento pedagógico sistemático genera inseguridad en su manejo, lo que restringe el tránsito desde la ejecución mecánica de algoritmos hacia la comprensión aplicada y contextualizada de los fenómenos matemáticos. Este hallazgo subraya la necesidad de una mediación docente estructurada que articule tecnología y razonamiento matemático.

La estructuración de una guía metodológica fundamentada en el Aprendizaje Basado en Problemas se configura como una respuesta pertinente a las dificultades detectadas en la resolución de situaciones complejas, particularmente en el 34,5% de estudiantes que presenta limitaciones para descomponer y analizar problemas matemáticos de mayor nivel cognitivo. Los datos empíricos revelan, además, que el 65,5% de la muestra manifiesta mayor motivación cuando los contenidos se contextualizan en escenarios reales, lo que respalda la incorporación de simulaciones y desafíos auténticos como ejes articuladores de la propuesta. En este sentido, la guía metodológica debe concebirse como un dispositivo de andamiaje pedagógico que disminuya la sobrecarga cognitiva mediante el uso estratégico de software de acceso libre, promoviendo simultáneamente autonomía, equidad y profundización conceptual en el aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Recomendaciones:

Se recomienda Fundamentar la instrucción en el constructivismo social, donde el aprendizaje sea un proceso activo de reorganización de esquemas mentales y no una mera recepción pasiva de información. Implementar metodologías activas que transformen la indiferencia del alumnado mediante el diseño de escenarios significativos que vinculen la teoría con la práctica. Y aplicar cuestionarios diagnósticos antes de cada unidad para establecer trayectorias de aprendizaje personalizadas que atiendan los vacíos conceptuales detectados en el 34.5% de la población neutral.

Se sugiere adoptar el modelo de pensamiento computacional, enfocándose en la descomposición de problemas y el reconocimiento de patrones para facilitar el uso de software especializado. Aplicar la técnica del "fading" o retiro progresivo de apoyos, donde el docente guíe inicialmente el uso del software para luego fomentar la resolución independiente de problemas. Para desarrollar

un manual de usuario detallado y micro talleres específicos sobre Wolfram Cloud para docentes y alumnos, con el fin de revertir el alto porcentaje de desacuerdo sobre su manejo en clase.

Finalmente se recomienda integrar los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), asegurando que los notebooks y recursos multimedia sean accesibles para todos los estilos de aprendizaje y capacidades. Así mismo se recomienda diseñar actividades de colaboración en línea (GeoGebra Classroom o Desmos Activity Builder) con roles asignados, para evitar que la tecnología sea un factor de exclusión social o distracción, he incorporar analítica de aprendizaje dentro de la guía para monitorear tiempos de respuesta y errores frecuentes, permitiendo una retroalimentación inmediata que consolide el rendimiento académico

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausubel, D. P. (1983). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Babativa, C. (2017). *Investigación cuantitativa*. Bogotá D.C., Fundación Universitaria del Área Andina.
- Becerra, D., & Herrera , F. (2024). La Creatividad del Investigador y su Expresión en la Investigación Proyectiva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* , 7(6), 5067-5089. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9062
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer.
- Bazurto, A., Pérez, M., & Ramírez, L. (2023). *El aprendizaje constructivista en la educación contemporánea*. Editorial Académica.
- Bolaño Muñoz, O. E. (2020). El constructivismo: modelo pedagógico para la enseñanza de las matemáticas. *Revista Educare*, 24(3). <https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1413>
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. ASCD.
- Cabezas, E., Andrade , D., & Torres , J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Cabero-Almenara, J., & Marín-Díaz, V. (2020). *La competencia digital docente en la era tecnológica*. Ediciones Universitarias.
- CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*. CAST.
- Chacón, L. (2022). Enseñanza de las matemáticas mediadas por las TIC. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 123–135.

- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (4th ed.). Wiley.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by “collaborative learning”? In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1–19). Elsevier.
- Fernández, A. (2023). Integración de Desmos para la visualización de derivadas en Bachillerato. Ponencia presentada en el *Congreso Internacional de Tecnología Educativa*, Ciudad de México.
- González, M., & Pérez, R. (2022). *Aprendizaje basado en problemas para el desarrollo de habilidades en cálculo diferencial* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, P., Ramírez, M., & Hernández, L. (2021). Aplicaciones móviles educativas en el aprendizaje del cálculo diferencial: Photomath y Khan Academy. *Revista de Innovación Educativa*, 10(3), 45–60.
- Guevara, F., López, R., & Salazar, J. (2021). Brecha digital en el contexto educativo: desafíos y oportunidades. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(3), 207–225.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández, P., Morales, S., & Torres, J. (2019). Evaluación del impacto de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas. *Educación Matemática*, 31(1), 120–140.
- Jiménez, M., Sánchez, M., y Rodríguez, J. (2023). Wolfram y sus aplicaciones en el aprendizaje de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Revista de Climatología*, 23, 4100-4108. <https://doi.org/10.59427/rcli/2023/v23cs.4100-4108>

- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- López, R., & Martínez, S. (2020). El uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas y su impacto en el rendimiento académico. *Revista de Investigación Educativa*, 38(1), 67–82.
- López, E., Álvarez, C., & Estrada, O. (2022). Actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de bachillerato. *Revista Varela*, 22(63), 248-257.
<https://doi.org/https://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/1436>
- Mejía, V. L., Robles, M. M., & Solís, D. M. (2022). Propuesta didáctica para promover el desarrollo de las competencias de ciencias religiosas en estudiantes de primer año de educación secundaria de una institución educativa pública de Cañete. Repositorio Digital UMCH.
- Morales, P., & Santos, E. (2024). Laboratorios virtuales como estrategia para la enseñanza del cálculo diferencial. *Revista Española de Pedagogía*, 79(4), 553–572.
- Pérez, J., & Gómez, L. (2021). Las TIC como mediadoras didácticas en los procesos de aprendizaje de las matemáticas. *Revista Docentes 2.0*, 11(3), 89–102.
- Pérez, J., & Gómez, L. (2021). Las TIC como mediadoras didácticas en los procesos de aprendizaje de las matemáticas. *Revista Docentes 2.0*, 11(3), 89–102.
- Pineda, P., Hernández, C., y Avendaño, W. (2020). Propuesta didáctica para el aprendizaje de la derivada con Derive. *Praxis & Saber*, 11(26).
<https://doi.org/https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9845>
- Piaget, J. (1971). *Psychology and pedagogy*. Viking Press.

- Ramírez, J., & Zúñiga, L. (2021). Eficacia de GeoGebra en la enseñanza del cálculo diferencial en educación secundaria. *Revista Iberoamericana de Estadística y Educación Matemática*, 8(2), 45–60.
- Rodríguez, A., & Sánchez, P. (2023). Integración de las TIC en estrategias didácticas para la enseñanza de las matemáticas. *Revista Invecom*, 15(2), 200–218.
- Rico, A. (2024). El Aprendizaje y La Enseñanza del Cálculo Diferencial: Perspectivas desde las Teorías APOE y Ontosemiótica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 5949-5970. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9939
- Santander Open Academy. (2022, 25 de noviembre). ¿Qué es el aprendizaje constructivista y cómo funciona? *Becas Santander*. <https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/aprendizaje-constructivista.html>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- West, R. E. (2019). Data privacy and security in educational technology. *Journal of Educational Technology Systems*, 48(1), 110–125.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100.
- Woolf, B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.
- Yuquie, R. M. (2024). Vista do Ausubel e a aprendizagem significativa. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 5(9), 2700–2710.
- Khan Academy. (2021). *Khan Academy* [Aplicación móvil]. <https://www.khanacademy.org>

Matific Ltd. (2022). *Matific* [Aplicación móvil]. <https://www.matific.com>

Photomath. (2021). *Photomath* [Aplicación móvil]. <https://photomath.app>

Prodigy Education Inc. (2022). *Prodigy Math Game* [Aplicación móvil].
<https://www.prodigygame.com>

Anexos

Plan de Estudio

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES MENCIÓN EN MATEMÁTICA Y FÍSICA

No	Meses y Semanas Actividades	Diciembre			Enero					Febrero		
		3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3
1	Presentación Propuesta Capítulo V Presentación propuesta	X	X	X								
2	Corrección de errores de la propuesta o capítulo V		X	X	X							
3	Tabla de operacionalización de variables e instrumento de recolección de datos				X	X						
4	Creación de esquema de contenidos				X	X						
5	Presentación Instrumento de Recolección de datos					X	X					
6	Validación y Confiabilidad del instrumento						X					
7	Presentación de taller a muestra de 1ero BG						X	X	X			
8	Recolección de datos							X	X			
9	Capítulo I Planteamiento del Problema							X	X			
10	Capítulo II fundamentación teórica							X	X	X		
11	Capítulo III y IV Metodología y análisis									X	X	
12	Capítulo V Propuesta									X	X	
13	Conclusiones y recomendaciones										X	X
14	Hojas Preliminares y finales de documento											X



Anthony Bautista
172602776-4

Instrumento de recolección de datos



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA

Instrumento de recolección de datos para investigación

El presente cuestionario forma parte del estudio Diseño de una Guía Interactiva para aprendizaje del Cálculo Diferencial en la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo en el año 2025 – 2026.

Su objetivo es conocer opiniones y experiencias en el área de la Matemática en estudiantes de 3er año de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo con el fin de proponer una guía metodológica para el aprendizaje del cálculo diferencial.

Instrucciones:

- La información proporcionada será de carácter privado y con fines educativos.
- Le solicitamos responder con la mayor sinceridad.
- Si existe alguna duda sobre la encuesta le solicitamos pedir ayuda a la persona responsable
- Debe seleccionar una sola respuesta en cada uno de los ítems, por lo cual se solicita leer detenidamente la pregunta antes de contestar.
- Señale con una X en el casillero con base a la siguiente escala de Likert presentada:

1: Totalmente en desacuerdo	2: En desacuerdo	3: Neutral	4: De acuerdo	5: Totalmente de acuerdo.
-----------------------------	------------------	------------	---------------	---------------------------

Ítem	1	2	3	4	5
1. Usted considera que aprende mejor cuando experimenta activamente los conceptos matemáticos con software, que cuando solo recibe clases teóricas.					
2. Consideras que el profesor de Matemática demuestra un buen manejo de herramientas digitales en clase.					
3. Se siente usted seguro para utilizar software matemático de forma independiente para resolver problemas.					
4. Cree usted que conectar las Matemáticas a situaciones reales o problemas le motiva más que realizar solo ejercicios.					
5. Tiene conocimiento que la Matemática se utiliza en campos como la ingeniería, la agricultura o la economía.					
6. Consideras que la Matemática sería más fácil de entender si se usaran recursos tecnológicos.					
7. Consideras que sería útil para tus estudios usar una herramienta tecnológica que me permita calcular, graficar y programar en línea.					
8. Considera que el software libre facilita el aprendizaje al garantizar un acceso universal y equitativo					
9. Usar software matemático de uso libre le ayudaría a entender mejor los conceptos.					
10. Cree que descomponer un problema en pasos (como en programación) le ayudaría a comprender de mejor manera las Matemáticas.					



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCION MATEMÁTICA Y FÍSICA.

11. Me gustaría recibir reportes personalizados que muestren mis avances y dificultades en matemáticas.					
12. Usar software matemático para experimentar con conceptos y procedimientos mejoraría mi aprendizaje.					
13. Considera que manipular gráficos en simulaciones interactivas me ayudarían más que un discurso o uso del pizarrón.					
14. Confío en que mis profesores se capaciten en el uso de tecnologías para brindar un mejor ambiente de aprendizaje.					
15. Considera que las herramientas digitales permiten adaptar la enseñanza a las distintas capacidades y estilos de aprendizaje presentes en el aula.					

¡Muchas Gracias!

Agradezco su colaboración

Anthony Bautista – Docente Números Complejos.

Validación de Expertos



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.

Validación por juicio de expertos de Instrumento de recolección de datos de investigación

Nombre: Carlos Ramiro Reyes Cueva

Número de Cédula: 1707980338

Correo Electrónico: carramerey@hotmail.com

Título: Magister en Proyectos Educativos

Campo: Educación

Teléfono: 0984319150

Institución en la que labora: Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo

Función: Docente

Años de experiencia: 33

Fecha de validación: 2025 – 10 - 20

Instrucciones:

- Para realizar la validación del siguiente instrumento debe leer cuidadosamente cada ítem y, debe evaluarlos según se indica en la siguiente escala:

1: Deficiente	2: Aceptable	3: Excelente
---------------	--------------	--------------

Ítem	1	2	3
1. Usted aprende mejor cuando experimenta activamente los conceptos matemáticos con software, que cuando solo recibe clases teóricas.			X
2. Usted comprende con mayor facilidad la Matemática cuando se utiliza recursos tecnológicos.			X
3. Usar software matemático para experimentar con conceptos y procedimientos mejoraría su aprendizaje.			X
4. Descomponer un problema en pasos (programación) le ayuda a comprender mejor las Matemáticas.			X
5. Manipular gráficos en simulaciones interactivas le ayudara más que un discurso o uso del pizarrón.			X
6. Conectar las Matemáticas a situaciones reales o problemas le motiva más que realizar solo ejercicios.			X
7. Usted reconoce que la Matemática se utiliza en campos como la ingeniería, la agricultura o la economía.			X
8. Para usted es útil usar una herramienta tecnológica que le permita calcular, graficar y programar en línea.			X
9. Usar software matemático de uso libre le ayudaría a entender mejor los conceptos.			X
10. Recibir reportes personalizados acerca de sus avances y dificultades en matemáticas sería beneficioso para su aprendizaje.			X
11. El profesor de Matemática demuestra un buen manejo de Wolfram Cloud en clase.		X	



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.**

12. Se siente usted seguro para utilizar software matemático de forma independiente para resolver problemas.		X	
13. El uso de software libre facilita su aprendizaje al garantizar un acceso universal y equitativo			X
14. Usted confía en que sus profesores se capaciten en el uso de tecnologías con lenguaje de programación para brindar un mejor ambiente de aprendizaje.		X	
15. Usted considera que las herramientas digitales permiten adaptar la enseñanza a las distintas capacidades y estilos de aprendizaje presentes en el aula.		X	

Observaciones Generales:

Elaborado por: Lic. Anthony Bautista  Anthony Sebastian Bautista Guingalombo  Fecha: 24/09/2025	Revisado por:  Firmado electrónicamente por: CARLOS RAMIRO REYES CUEVA Validar electrónicamente con Firmadot Fecha: 20/10/2025
---	--



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.

**Validación por juicio de expertos de
Instrumento de recolección de datos de investigación**

Nombre: Hernán Vinicio Aguirre Andrade

Número de Cédula: 1711386563

Correo Electrónico: haguirre1711a@gmail.com

Título: Magister en docencia universitaria y administración educativa

Campo: Educación

Teléfono: 0997892269

Institución en la que labora: Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo

Función: Docente

Años de experiencia: 30

Fecha de validación: 2025 – 10 - 01

Instrucciones:

- Para realizar la validación del siguiente instrumento debe leer cuidadosamente cada ítem y, debe evaluarlos según se indica en la siguiente escala:

1: Deficiente

2: Aceptable

3: Excelente

Ítem	1	2	3
1. Usted aprende mejor cuando experimenta activamente los conceptos matemáticos con software, que cuando solo recibe clases teóricas.			X
2. Usted comprende con mayor facilidad la Matemática cuando se utiliza recursos tecnológicos.			X
3. Usar software matemático para experimentar con conceptos y procedimientos mejoraría su aprendizaje.			X
4. Descomponer un problema en pasos (programación) le ayuda a comprender mejor las Matemáticas.			X
5. Manipular gráficos en simulaciones interactivas le ayudara más que un discurso o uso del pizarrón.			X
6. Conectar las Matemáticas a situaciones reales o problemas le motiva más que realizar solo ejercicios.			X
7. Usted reconoce que la Matemática se utiliza en campos como la ingeniería, la agricultura o la economía.			X
8. Para usted es útil usar una herramienta tecnológica que le permita calcular, graficar y programar en línea.			X
9. Usar software matemático de uso libre le ayudaría a entender mejor los conceptos.			X
10. Recibir reportes personalizados acerca de sus avances y dificultades en matemáticas sería beneficioso para su aprendizaje.			X
11. El profesor de Matemática demuestra un buen manejo de Wolfram Cloud en clase.			X



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.**

12. Se siente usted seguro para utilizar software matemático de forma independiente para resolver problemas.			X
13. El uso de software libre facilita su aprendizaje al garantizar un acceso universal y equitativo			X
14. Usted confía en que sus profesores se capaciten en el uso de tecnologías con lenguaje de programación para brindar un mejor ambiente de aprendizaje.			X
15. Usted considera que las herramientas digitales permiten adaptar la enseñanza a las distintas capacidades y estilos de aprendizaje presentes en el aula.			X

Observaciones Generales:

Elaborado por: Lic. Anthony Bautista  Anthony Sebastian Bautista Guingalombo  Fecha: 24/09/2025	Revisado por: Ing. Hernán Aguirre  Hernan VINCICIO AGUIRRE ANDRADE Fecha: 01/10/2025
---	---



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.

**Validación por juicio de expertos de
Instrumento de recolección de datos de investigación**

Nombre: Mirian Gabriel Borja Ramos

Número de Cédula: 1711687523

Correo Electrónico: miriangabriela2@yahoo.es

Título: Magister en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales

Campo: Educación

Teléfono: 0995977934

Institución en la que labora: Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo

Función: Docente

Años de experiencia: 30

Fecha de validación: 2025 – 09 - 29

Instrucciones:

- Para realizar la validación del siguiente instrumento debe leer cuidadosamente cada ítem y, debe evaluarlos según se indica en la siguiente escala:

1: Deficiente	2: Aceptable	3: Excelente
----------------------	---------------------	---------------------

Ítem	1	2	3
1. Usted aprende mejor cuando experimenta activamente los conceptos matemáticos con software, que cuando solo recibe clases teóricas.			X
2. Usted comprende con mayor facilidad la Matemática cuando se utiliza recursos tecnológicos.			X
3. Usar software matemático para experimentar con conceptos y procedimientos mejoraría su aprendizaje.			X
4. Descomponer un problema en pasos (programación) le ayuda a comprender mejor las Matemáticas.			X
5. Manipular gráficos en simulaciones interactivas le ayudara más que un discurso o uso del pizarrón.			X
6. Conectar las Matemáticas a situaciones reales o problemas le motiva más que realizar solo ejercicios.			X
7. Usted reconoce que la Matemática se utiliza en campos como la ingeniería, la agricultura o la economía.			X
8. Para usted es útil usar una herramienta tecnológica que le permita calcular, graficar y programar en línea.			X
9. Usar software matemático de uso libre le ayudaría a entender mejor los conceptos.			X
10. Recibir reportes personalizados acerca de sus avances y dificultades en matemáticas sería beneficioso para su aprendizaje.			X
11. El profesor de Matemática demuestra un buen manejo de Wolfram Cloud en clase.			X



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.**

12. Se siente usted seguro para utilizar software matemático de forma independiente para resolver problemas.			X
13. El uso de software libre facilita su aprendizaje al garantizar un acceso universal y equitativo			X
14. Usted confía en que sus profesores se capaciten en el uso de tecnologías con lenguaje de programación para brindar un mejor ambiente de aprendizaje.			X
15. Usted considera que las herramientas digitales permiten adaptar la enseñanza a las distintas capacidades y estilos de aprendizaje presentes en el aula.			X

Observaciones Generales:

Elaborado por: Lic. Anthony Bautista  Anthony Sebastian Bautista Quingalombo  Fecha: 24/09/2025	Revisado por:  MIRIAN GABRIELA BORJA RAMOS Detalles documentales en Firmadoc Fecha: 29/09/2025
---	---



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.

**Validación por juicio de expertos de
Instrumento de recolección de datos de investigación**

Nombre: Roberto Chazo
Número de Cédula: 1715414734
Correo Electrónico: robertochazomon@gmail.com
Título: Magister en Pedagogía de la Matemática para bachillerato
Campo: Educación
Teléfono: 0999003392
Institución en la que labora: Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo
Función: Docente de matemática
Años de experiencia: 20
Fecha de validación: miércoles 24 de septiembre de 2025

Instrucciones:

- Para realizar la validación del siguiente instrumento debe leer cuidadosamente cada ítem y, debe evaluarlos según se indica en la siguiente escala:

1: Deficiente	2: Aceptable	3: Excelente
----------------------	---------------------	---------------------

Ítem	1	2	3
1. Usted considera que aprende mejor cuando experimenta activamente los conceptos matemáticos con software, que cuando solo recibe clases teóricas.			
2. Consideras que el profesor de Matemática demuestra un buen manejo de herramientas digitales en clase.			
3. Se siente usted seguro para utilizar software matemático de forma independiente para resolver problemas.			
4. Cree usted que conectar las Matemáticas a situaciones reales o problemas le motiva más que realizar solo ejercicios.			
5. Tiene conocimiento que la Matemática se utiliza en campos como la ingeniería, la agricultura o la economía.			
6. Consideras que la Matemática sería más fácil de entender si se usaran recursos tecnológicos.			
7. Consideras que sería útil para tus estudios usar una herramienta tecnológica que me permita calcular, graficar y programar en línea.			
8. Considera que el software libre facilita el aprendizaje al garantizar un acceso universal y equitativo			
9. Usar software matemático de uso libre le ayudaría a entender mejor los conceptos.			
10. Cree que descomponer un problema en pasos (como en programación) le ayudaría a comprender de mejor manera las Matemáticas.			



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.**

11. Me gustaría recibir reportes personalizados que muestren mis avances y dificultades en matemáticas.			
12. Usar software matemático para experimentar con conceptos y procedimientos mejoraría mi aprendizaje.			
13. Considera que manipular gráficos en simulaciones interactivas me ayudarían más que un discurso o uso del pizarrón.			
14. Confío en que mis profesores se capaciten en el uso de tecnologías para brindar un mejor ambiente de aprendizaje.			
15. Considera que las herramientas digitales permiten adaptar la enseñanza a las distintas capacidades y estilos de aprendizaje presentes en el aula.			

Observaciones Generales:

1. Debe existir un formulario para expertos con propósito, instrucciones y escala propia.
2. Debe existir una rúbrica para expertos que contenga 4 o 5 criterios como por ejemplo: claridad, pertinencia, relevancia, coherencia, etc.
3. Unifique el trato (tu o usted).

Elaborado por: Lic. Anthony Bautista  Anthony Sebastian Bautista Quingalombo Time Stamping Security Data Fecha: 24/09/2025	Revisado por: MSc. Roberto Chazo  Escaneo y validación por: ROBERTO PAUL CHAZO MONTESDEOCA Validar documento con PasaID Fecha: 24/09/2025
---	---