



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

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

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

**EL USO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA ENSEÑANZA
DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

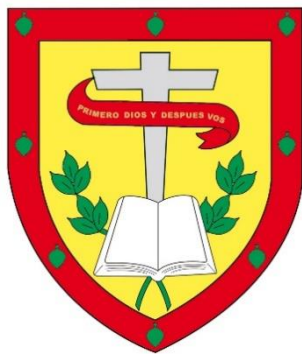
AUTOR: SEGUNDO MANUEL PALCHIZACA CHIMBORAZO

DIRECTOR: ING. ELIO RODRIGUEZ ALMACHE

CAÑAR - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

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

CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

**EL USO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA
ENSEÑANZA DEL CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: UNA
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

AUTOR: SEGUNDO MANUEL PALCHIZACA CHIMBORAZO

DIRECTOR: ING. ELIO RODRIGUEZ ALMACHE

CAÑAR - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARACIÓN Y AUTORÍA

Segundo Manuel Palchizaca Chimborazo portador de la cédula de ciudadanía N° 0302655071. Declaro ser el autor de la obra: **“El uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral: una revisión sistemática de la literatura”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto.

Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 15 de agosto de 2024




Segundo Palchizaca
C.I. 0302655071.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

El presente trabajo de titulación denominado **El uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral: una revisión sistemática de la literatura**, elaborado por **Segundo Manuel Palchizaca Chimborazo**, previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas de Información, ha sido asesorado, revisado y supervisado durante su ejecución bajo mi tutoría, por lo que certifico que el presente documento fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación, por lo que esta expedito para su presentación y sustentación ante el respectivo tribunal.

Cañar, 18 de noviembre de 2024


Ing. Elio Rodríguez Almache
Tutor del trabajo investigativo

www.ucacue.edu.ec

Cuenca: Av. de las Américas y Tarqui. ☎ Telf: 2830751, 2824365, 2826563 Azogues: Campus Universitario "Luis Cordero El Grande", (Frente al Terminal Terrestre).
☎ Telf: 593 (7) 2241 - 613, 2243-444, 2245-205, 2241-587 Cañar: Calle Antonio Ávila Clavijo. ☎ Telf: 072235268, 072235870 San Pablo de la Troncal: Cda. Universitaria
km.72 Quinceava Este y Primera Sur ☎ Telf: 2424110 Macas: Av. Cap. José Villanueva s/n ☎ Telf: 2700393, 2700392

km.72 Quinceava Este y Primera Sur ☎ Telf: 2424110 Macas: Av. Cap. José Villanueva s/n ☎ Telf: 2700393, 2700392

DEDICATORIA

Con amor y gratitud dedico este logro a quienes han sido mi fuente inagotable de apoyo e inspiración:

A mis queridos padres, Manuel Palchizaca e Ignacia Chimborazo, por su ejemplo, sacrificio y amor incondicional, quienes me enseñaron la importancia del esfuerzo y la perseverancia.

A mis abuelos, María Pinguil y Raymundo Chimborazo, por su sabiduría y cariño, y por ser pilares en mi vida.

A mi esposa, María Duchi, por su paciencia, comprensión y apoyo constante en cada paso de este camino.

A mis hijos, Liam Palchizaca y Anahí Palchizaca, quienes son mi mayor motivación para superarme cada día.

A mis hermanos, Janeth Palchizaca, Cristian Palchizaca y Francisco Palchizaca, por su compañía y aliento en los momentos difíciles.

Gracias a todos ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco Al culminar esta etapa tan significativa en mi vida, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra forma, han contribuido a este logro.

En primer lugar, agradezco a mis padres, Manuel Palchizaca e Ignacia Chimborazo, quienes, con su amor incondicional, apoyo constante y sabias enseñanzas, han sido la fuerza motriz que me impulsó a alcanzar esta meta.

A mis hermanos, Janeth, Cristian y Francisco Palchizaca, por su constante aliento y comprensión. Gracias por estar a mi lado en cada momento, brindándome su apoyo en los días más desafiantes. Su compañía ha sido invaluable a lo largo de este viaje.

A mi esposa, María Duchi, y a mis hijos, Liam y Anahí Palchizaca, quienes han sido mi inspiración y razón para superarme cada día. Gracias por su paciencia y amor durante este tiempo de dedicación y esfuerzo.

A mis amigos, por ser mi red de apoyo y por motivarme en cada paso del camino. Agradezco sus palabras de aliento y por compartir conmigo risas, desvelos y sueños.

A mis profesores, mentores y asesores académicos, quienes, con su conocimiento, paciencia y orientación, han sido pilares fundamentales en mi formación profesional. Gracias por inspirarme a ser mejor cada día y por guiarme en este proceso de aprendizaje.

RESUMEN

El cálculo diferencial e integral es una herramienta fundamental en la enseñanza de las disciplinas STEM, pero su enseñanza presenta desafíos significativos debido a la abstracción de los conceptos y la dificultad para visualizarlos. Los métodos tradicionales de enseñanza han demostrado ser insuficientes para superar estas barreras, lo que afecta negativamente la comprensión y el rendimiento de los estudiantes. Esta investigación se centra en explorar cómo las herramientas informáticas pueden mejorar la enseñanza del cálculo diferencial e integral, proponiendo una revisión sistemática de la literatura sobre su efectividad en el aula. El estudio busca responder cómo la integración de herramientas tecnológicas como GeoGebra, MATLAB, y otras aplicaciones móviles puede facilitar una comprensión más profunda, mejorar el rendimiento académico y desarrollar habilidades de resolución de problemas en los estudiantes. Además, se examinará cómo estas tecnologías pueden enfrentar los desafíos inherentes a su implementación, como la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación docente y la equidad en el acceso a la tecnología. La metodología utilizada incluye un enfoque cualitativo y descriptivo para analizar la literatura existente y evaluar críticamente los estudios previos. Esta investigación tiene como objetivo ofrecer una visión integral de las tendencias actuales y futuras en la enseñanza del cálculo, proporcionando recomendaciones para educadores y formuladores de políticas para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos educativos diversos.

Palabras Clave: cálculo diferencial e integral, herramientas informáticas, GeoGebra, Matlab, tecnología educativa.

ABSTRACT

Differential and integral calculation is a fundamental tool in teaching STEM disciplines. However, its teaching presents significant challenges due to the abstraction of the concepts and the difficulty in visualizing them. Traditional teaching methods have proven insufficient to overcome these barriers, which negatively affect student understanding and performance. This research explores how computer tools can improve the teaching of differential and integral calculus, proposing a systematic review of the literature on its effectiveness in the classroom. The study seeks to answer how the integration of technological tools such as GeoGebra, MATLAB, and other mobile applications can facilitate a deeper understanding, improve academic performance, and develop problem-solving skills in students. In addition, it will examine how these technologies can face the challenges inherent in their implementation, such as the need for adequate technological infrastructure, teacher training, and equity in access to technology. The methodology includes a qualitative and descriptive approach to analyze the existing literature and critically evaluate previous studies. This research aims to offer a comprehensive view of current and future trends in the teaching of calculus, providing recommendations for educators and policy makers to optimize the teaching-learning process in various educational contexts.

Keywords: differential and integral calculation, computer tools, GeoGebra, MALTAB, educational technology.

ÍNDICE

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
ABSTRACT	8
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	12
ÍNDICE DE TABLAS	13
Introducción	14
CAPITULO I	15
1. Marco Referencial	15
1.1 Planteamiento del Problema	15
1.2 Formulación del Problema	16
1.3 Antecedentes de la Investigación	16
1.4 Justificación de la Investigación	17
1.5 Objetivos	19
1.5.1 Objetivo General	19
1.5.2 Objetivos Específicos	19
1.6 Limitaciones	19
1.7 Delimitaciones	20
CAPITULO II	21
2. MARCO TEORICO	21
2.1 Revisión Sistemática	21
2.2 Herramientas para una revisión sistemática	21
2.3 Metodologías, guías y herramientas para una revisión sistemática	22
2.4 Surgimiento del cálculo diferencial e integral	23
2.5 Importancia del Calculo en la Ciencia y la Ingeniería	24
2.6 Teorías de Aprendizaje	25
2.6.1 Constructivismo	25
2.6.2 Cognitivismo	26
2.6.3 Conductivismo	26
2.6.4 Aprendizaje Social	26
2.7 Modelos Pedagógicos para la enseñanza del Calculo	27
2.7.1 Aprendizaje Invertido (Flipped Classroom)	27
2.7.2 Introducción Basada en problemas (PBL)	28
2.7.3 Gamificación	28
2.7.4 Tecnología Educativa	29
2.8 Herramientas Informáticas en la Educación	29

2.8.1	Software Educativo	30
2.8.2	Plataformas de Aprendizaje en Línea	30
2.8.3	Recursos Multimedia	31
2.9	Herramientas de Colaboración	31
2.10	Herramientas informáticas en la Educación Matemática	31
2.11	Sistemas de Algebra Computacional.....	32
2.12	Aplicaciones Móviles para Aprender Matemáticas	33
2.13	Herramientas de Colaboración en Línea	34
2.14	Sistemas de Geometría Dinámica	34
2.15	Simulaciones y Modelo Matemáticas	35
2.16	Efectividad de las Herramientas Informáticas en el Aprendizaje del Calculo.....	36
2.17	Desafíos y Limitaciones en el Uso de Herramientas Informáticas	38
2.17.1	Barreras Tecnológicas	39
2.17.2	Capacitación Docente	39
2.17.3	Acceso y Equidad en la Educación	39
2.17.4	Resistencia al Cambio en Métodos de Enseñanza	40
2.18	Futuras Tendencias en la Enseñanza de Calculo con Herramientas Informáticas	40
2.19	Avances Tecnológicos	41
2.19.1	Inteligencia Artificial y Aprendizaje Adaptivo	41
2.19.2	Realidad Aumentada y Virtual.....	41
2.19.3	Plataformas de Aprendizaje en línea	42
2.19.4	Integración de Nuevas Tecnologías	42
2.19.5	Investigación y Desarrollo en Tecnología Educativa	43
2.19.6	Perspectiva Globales y Adaptación a Diversos Contextos Educativos	43
CAPITULO III.....		45
3. MARCO METODOLÓGICO		45
3.1	Enfoque de la Investigación	45
3.2	Nivel de Investigación.....	45
3.3	Tipo de Investigación	45
3.4	Población y muestra	46
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección	47
3.6	Tratamiento de la información.....	47
3.6.1	Criterios de Elegibilidad	47
3.6.2	Criterios de Exclusión para la Revisión Sistemática.....	48
3.7	Fuentes de información	49

3.8	Estrategia de búsqueda	50
3.9	Selección de estudios a nivel general	51
3.10	Lista de datos	52
3.11	Diagrama de búsqueda.....	54
	54
CAPÍTULO IV		56
4	RESULTADOS.....	56
4.1	DISCUSIÓN.....	83
4.1.1	GeoGebra.....	83
4.1.1.1	Efectividad y beneficios:	83
4.1.1.2	Impacto en el rendimiento académico:	84
4.1.1.3	Desafíos y limitaciones:	84
4.1.2	MATLAB	84
4.1.2.1	Efectividad y beneficios:	84
4.1.2.2	Impacto en el rendimiento académico:	85
4.1.2.3	Desafíos y limitaciones:	85
4.1.3	Mathematica	85
4.1.3.1	Efectividad y beneficios:	85
4.1.3.2	Impacto en el rendimiento académico:	86
4.1.3.3	Desafíos y limitaciones:	86
4.1.4	Desmos	86
4.1.4.1	Efectividad y beneficios:	86
4.1.4.2	Impacto en el rendimiento académico:	87
4.1.4.3	Desafíos y limitaciones:	87
5	CONCLUSIONES	89
6	RECOMENDACIONES	91
7	REFERENCIAS	93
Anexos.....		97
Anexo 1. Protocolo de Investigación		97
Anexo 2. Certificado de Ingles.....		110

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Secuencia en el aprendizaje invertido. Fuente:(Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2014)	28
Ilustración 2 Gamificación y aprendizaje basado en el juego. Fuente:(Net-Learning, 2015)	29
Ilustración 3 Logo MATLAB. Fuente:(mathworks, 2024)	32
Ilustración 4 Logo Maple. Fuente:(maplesoft, 2024).....	33
Ilustración 5 Logo Wolfram Mathematica. Fuente:(wolfram, 2024)	33
Ilustración 6 Logo GEOGEBRA. Fuente:(geogebra, 2024)	35
Ilustración 7 Logo de Desmos. Fuente:(desmos, 2024)	35
Ilustración 8 Inteligencia Artificial futuro de la educación y no una moda pasajera. Fuente:(scienceandmarketing, 2023).....	41
Ilustración 9 Realidad virtual vs. Realidad aumentada. Fuente:(usastreams, 2022)	42
Ilustración 10: Flujoograma de selección de estudios	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de variables. Fuente: Autoría propia	52
Tabla 2: Características de los estudios seleccionados.....	56

Introducción

En el apasionante mundo de las matemáticas, el cálculo diferencial e integral (CDI) se erige como una herramienta fundamental para comprender y modelar el cambio y el movimiento. Sin embargo, la enseñanza de este complejo campo ha sido un desafío constante para educadores, debido a la abstracción de los conceptos y la dificultad para visualizar los procesos matemáticos.

En este contexto, las herramientas informáticas han surgido como un faro de esperanza, ofreciendo un sinfín de posibilidades para mejorar la comprensión y el aprendizaje del CDI por parte de los estudiantes. Desde software educativo interactivo hasta simulaciones y visualizaciones dinámicas, estas herramientas tienen el potencial de transformar la enseñanza del CDI, haciéndola más atractiva, efectiva y significativa.

Motivados por este potencial, este proyecto de investigación se embarca en una revisión sistemática de la literatura sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del CDI. Nuestro objetivo es explorar a fondo este panorama, identificando los tipos de herramientas disponibles, analizando sus beneficios y desafíos, y evaluando las metodologías de enseñanza más efectivas para su implementación.

Capítulo 1: Estableciendo las bases en este capítulo inicial, definiremos claramente el problema de investigación, exploraremos los antecedentes que motivan la revisión, estableceremos los objetivos y alcances del estudio, y delimitaremos el marco teórico que guiará nuestra investigación.

Capítulo 2: Revisión del marco teórico este capítulo detallará la metodología rigurosa empleada para realizar la revisión sistemática, incluyendo la definición de criterios de búsqueda, la selección de estudios, la extracción de datos y el análisis de la información.

CAPITULO I

1. Marco Referencial

1.1 Planteamiento del Problema

La enseñanza del cálculo diferencial e integral es fundamental en la formación de estudiantes en disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Sin embargo, la complejidad inherente de estos conceptos matemáticos puede presentar desafíos significativos para muchos estudiantes. En este contexto, el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo ha surgido como un enfoque potencialmente prometedor para mejorar la comprensión y el aprendizaje de estos temas.

A pesar del creciente interés en el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo, existe una falta de consenso sobre su efectividad y las mejores prácticas para su implementación. Además, la literatura existente en este ámbito puede ser dispersa y fragmentada, lo que dificulta la identificación de tendencias, enfoques comunes y lagunas en la investigación.

Por lo tanto, surge la necesidad de realizar una revisión sistemática de la literatura para analizar de manera integral el estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Esta revisión permitirá identificar los enfoques metodológicos utilizados, evaluar críticamente la efectividad de estas herramientas en el aprendizaje del cálculo, y destacar posibles áreas para futuras investigaciones.

1.2 Formulación del Problema

- 2 ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan los estudiantes en la comprensión y aplicación de conceptos de cálculo diferencial e integral mediante los métodos tradicionales de enseñanza?
- 3 ¿De qué manera las herramientas informáticas pueden mejorar la enseñanza del cálculo diferencial e integral en comparación con los métodos tradicionales?
- 4 ¿Qué evidencia existe sobre la efectividad de herramientas informáticas como GeoGebra, MATLAB, y otras aplicaciones en la mejora del rendimiento académico y la comprensión conceptual de los estudiantes en cálculo diferencial e integral?
- 5 ¿Cuáles son los desafíos y limitaciones que enfrentan los educadores y las instituciones al integrar herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo?

1.3 Antecedentes de la Investigación

A continuación, se muestran investigaciones relevantes para el tema de estudio propuesto:

Un estudio realizado por Arteaga Marin de la Universidad de Murcia que lleva por título “Uso de Herramientas Tecnológicas y Metodologías Innovadoras como Recurso Didáctico Dinamizador para la Enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales”, la presente tesis doctoral se centra en el proceso de adopción de herramientas tecnológicas y metodologías activas como recursos didácticos dinamizadores para la enseñanza de materias STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en el bachillerato. Para abordar este complejo proceso desde una perspectiva multifactorial, el documento se estructura en tres cuerpos metodológicos, seguidos de la presentación y discusión crítica de los resultados obtenidos. En primer lugar, se lleva a cabo una revisión sistemática y un análisis documental de un corpus

teórico relevante para la temática tratada. Posteriormente, se describe el diseño y la validación de un cuestionario sobre el uso de herramientas tecnológicas en la innovación de asignaturas STEM. Finalmente, se analizan y modelan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de este cuestionario a una muestra de 556 docentes de bachillerato en Ecuador. (Arteaga Marín, 2022)

Por lo tanto, este documento proporciona una base sólida para la construcción del marco teórico, como las metodologías, herramientas de enseñanza para el cálculo al mismo tiempo permite conceptualizar el presente tema de investigación dentro de las tendencias actuales en educación y tecnología.

Otro trabajo investigativo realizado por Salazar & Temistocles de la Universidad de las Fuerzas Armadas titulada “Las tecnologías de información y comunicación aplicadas al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial e integral”, en este proyecto, se empleó el marco de trabajo ágil SCRUM para la gestión del desarrollo del aplicativo, lo que permitió una estructura organizada y la iteración continua en la implementación del software. El aplicativo fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación Python, aprovechando las librerías de PyQt5 para la interfaz de usuario y SymPy para la lógica matemática. El estudio incluyó pruebas de funcionalidad y satisfacción con el usuario, que demostraron que el aplicativo cumplía con los requerimientos establecidos inicialmente y fue bien recibido por la mayoría de los usuarios que lo utilizaron. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora relacionadas con aspectos técnicos y de usabilidad. (Salazar & Temistocles, 2022)

1.4 Justificación de la Investigación

La enseñanza del cálculo diferencial e integral es crucial en la formación de estudiantes en áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), ya que

proporciona las bases fundamentales para comprender y resolver problemas en una amplia gama de disciplinas. Sin embargo, muchos estudiantes encuentran dificultades para comprender estos conceptos abstractos y complejos.

En este contexto, el uso de herramientas informáticas se ha propuesto como una estrategia prometedora para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo. Estas herramientas ofrecen la posibilidad de visualizar conceptos, realizar simulaciones, resolver problemas de manera interactiva y proporcionar retroalimentación inmediata, lo que puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda y significativa de los temas.

A pesar del interés creciente en el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo, existe una falta de consenso sobre su efectividad y las mejores prácticas para su implementación. Además, la investigación en este campo puede estar dispersa y fragmentada, lo que dificulta la identificación de tendencias y la síntesis de evidencia relevante.

Por lo tanto, esta revisión sistemática de la literatura se justifica como un medio para abordar estas preocupaciones y proporcionar una visión integral del estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Los hallazgos de esta revisión pueden informar a educadores, investigadores y diseñadores de políticas sobre las prácticas más efectivas en el uso de herramientas informáticas para mejorar el aprendizaje del cálculo, así como identificar áreas para futuras investigaciones y desarrollo en este campo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Analizar de manera integral el estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, mediante una revisión sistemática de la literatura, mediante la identificación de tendencias, enfoques metodológicos y resultados encontrados en los estudios previos, evaluando críticamente la efectividad de las herramientas informáticas en el aprendizaje del cálculo y destacando posibles áreas para futuras investigaciones en este campo.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar una revisión del marco teórico relacionado con el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, abordando conceptos clave como las teorías de aprendizaje, modelos pedagógicos y las características de las herramientas informáticas utilizadas en este contexto.
- Analizar de manera crítica los estudios seleccionados, extrayendo información relevante sobre los enfoques metodológicos utilizados, las herramientas informáticas empleadas, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas en relación con la enseñanza del cálculo.
- Diseñar Sintetizar los hallazgos de la revisión sistemática, destacando las tendencias identificadas, evaluando la calidad de la evidencia presentada en los estudios revisados y proponiendo posibles áreas para futuras investigaciones en el campo del uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral.

1.6 Limitaciones

- Algunos estudios relevantes pueden no estar disponibles en acceso abierto, limitando la capacidad para incluir todas las investigaciones pertinentes.

- Los estudios seleccionados pueden utilizar diferentes criterios y medidas para evaluar los resultados del aprendizaje, como pruebas estandarizadas, evaluaciones formativas, autoevaluaciones de estudiantes, etc.

1.7 Delimitaciones

- La revisión se centrará exclusivamente en estudios relacionados con la enseñanza del cálculo diferencial e integral en el nivel universitario, excluyendo otros niveles educativos como la educación secundaria o cursos no formales.
- La revisión incluirá estudios publicados en los últimos 5 años para garantizar que los datos y tendencias sean relevantes y actuales, excluyendo investigaciones anteriores que puedan no reflejar las prácticas y tecnologías modernas en la educación.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 Revisión Sistemática

Una revisión sistemática es un enfoque metodológico utilizado para recopilar, evaluar y sintetizar la evidencia existente sobre un tema específico, siguiendo un proceso estructurado y riguroso. Su objetivo es identificar todos los estudios relevantes, tanto publicados como no publicados, que cumplan con ciertos criterios de inclusión predefinidos, para luego analizar su calidad y extraer conclusiones basadas en la totalidad de la evidencia disponible. Este tipo de revisión se distingue por la transparencia en la definición de su metodología, lo que incluye la formulación de una pregunta de investigación clara, la búsqueda exhaustiva de estudios en múltiples bases de datos, y el uso de criterios de inclusión y exclusión explícitos, Molero Jurado et al. (2021).

Además, una revisión sistemática se enfoca en minimizar el sesgo mediante la aplicación de herramientas específicas para evaluar la calidad de los estudios y la consistencia de los resultados. Estas revisiones son ampliamente utilizadas en diversas disciplinas, como la medicina, la educación y las ciencias sociales, ya que proporcionan una visión integral y objetiva sobre el estado del conocimiento en un área determinada. A menudo, los resultados de una revisión sistemática se sintetizan mediante un meta-análisis, si los datos cuantitativos lo permiten, lo que facilita la interpretación de la magnitud y la dirección de los efectos encontrados, Moreno et al. (2018).

2.2 Herramientas para una revisión sistemática

Las herramientas útiles para una revisión sistemática son recursos y software diseñados para facilitar y estructurar el proceso de recopilación, análisis y síntesis de

información de investigaciones existentes sobre un tema específico. Estas herramientas pueden incluir gestores de referencias, bases de datos académicas, software de análisis estadístico, plantillas para la extracción de datos, y guías de metodología, que ayudan a los investigadores a llevar a cabo revisiones de manera eficiente, sistemática y rigurosa. Su uso permite mejorar la calidad, la reproducibilidad y la transparencia de la revisión, asegurando que se aborden adecuadamente los sesgos y se utilice la evidencia disponible de forma integral, Grijalva et al. (2019).

2.3 Metodologías, guías y herramientas para una revisión sistemática

Existen diversas metodologías, guías y herramientas que aseguran la calidad y el rigor en la realización de revisiones sistemáticas y meta-análisis, entre las cuales encontramos:

- **PRISMA** (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), proporciona una serie de directrices claras para garantizar la transparencia y exhaustividad en las revisiones sistemáticas. PRISMA incluye una lista de verificación y un diagrama de flujo que guían al investigador desde la formulación de la pregunta de investigación hasta la presentación de los resultados, asegurando que se cumplan criterios de calidad en todo el proceso (PRISMA , 2024).
- **MOOSE** (Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology), por otro lado, está dirigida específicamente a los meta-análisis de estudios observacionales en el ámbito de la epidemiología. Esta guía proporciona lineamientos detallados para sintetizar resultados de estudios observacionales, que a menudo son más complejos debido a la naturaleza no experimental de los datos (Stroup, y otros, 2000).

- **QUOROM** (Quality of Reporting of Meta-analyses) fue una de las primeras guías desarrolladas para mejorar la calidad de los informes de revisiones sistemáticas y meta-análisis. Aunque su enfoque original estaba en los meta-análisis, sus pautas generales se pueden aplicar también a revisiones sistemáticas, y ha sido una base importante para el desarrollo de PRISMA, proporcionando estándares de reporte que garantizan claridad y precisión en los estudios (Moraga & Cartes Velásquez, 2015).
- **AMSTAR** (A MeaSurement Tool to Assess Systematic Reviews) es una herramienta de evaluación diseñada específicamente para medir la calidad de las revisiones sistemáticas. Esta herramienta permite a los investigadores y revisores evaluar de manera crítica el rigor metodológico de las revisiones ya publicadas, proporcionando un sistema estructurado de puntuación que evalúa aspectos como la exhaustividad de la búsqueda de estudios y la transparencia en la selección de datos Perry et al. (2021).
- **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions** es una guía completa y actualizada elaborada por la Colaboración Cochrane, un referente global en revisiones sistemáticas de intervenciones médicas. Esta guía establece una metodología rigurosa para la revisión de intervenciones de salud, que incluye desde la búsqueda y selección de estudios hasta la síntesis de resultados y la interpretación de la evidencia Cumpston (2022).

2.4 Surgimiento del cálculo diferencial e integral

El cálculo diferencial e integral, componentes fundamentales de la matemática moderna, tiene sus raíces en el trabajo de varios matemáticos europeos del siglo XVII. Isaac Newton en Inglaterra y Gottfried Wilhelm Leibniz en Alemania desarrollaron conceptos de cálculo de manera independiente, aunque sus notaciones y enfoques

diferían sustancialmente. Newton se concentró en los aspectos físicos y las aplicaciones de su "método de fluxiones", mientras que Leibniz elaboró un sistema más formalizado y matemático que es la base de la notación utilizada hoy en día. (Rojas Taño A. , 2022)

El surgimiento del cálculo estuvo motivado por problemas prácticos de la física y la astronomía, especialmente aquellos relacionados con el movimiento de los cuerpos en el espacio y los cambios en la velocidad y la dirección. Este nuevo campo de estudio proporcionó herramientas esenciales para describir y predecir el comportamiento dinámico de objetos físicos, lo que llevó a avances revolucionarios en la ciencia y la ingeniería. (Mora Casasola M. F., 2023)

La adopción y el desarrollo del cálculo impulsaron un periodo de rápida evolución en el pensamiento matemático, permitiendo a los científicos y matemáticos abordar problemas que eran inaccesibles con las técnicas matemáticas anteriores. La capacidad para calcular áreas bajo curvas, determinar máximos y mínimos de funciones y modelar la tasa de cambio de fenómenos físicos, abrió nuevas avenidas en múltiples disciplinas, estableciendo así una base para la física clásica y otras ciencias que se desarrollarían en los siglos siguientes. (Rojas Taño A. , 2022)

2.5 Importancia del Calculo en la Ciencia y la Ingeniería

El cálculo diferencial e integral es esencial en la ciencia, proporcionando métodos para modelar y analizar fenómenos naturales y procesos físicos; en la física resulta indispensable para describir las leyes del movimiento de Newton y resolver las ecuaciones de Maxwell en el electromagnetismo; en la química se utiliza para estudiar la cinética de las reacciones y aplicar la mecánica cuántica; en la biología, permite modelar el crecimiento poblacional y la propagación de enfermedades, facilitando una comprensión más profunda de los sistemas biológicos complejos; estas aplicaciones

demuestran la importancia del cálculo para avanzar en el conocimiento científico y resolver problemas prácticos. (Orrala Figueroa & Coronel Suarez, 2022)

En la ingeniería, el cálculo es crucial en el diseño, análisis y optimización de sistemas y estructuras; los ingenieros mecánicos lo utilizan para modelar y controlar el movimiento de mecanismos y robots, mientras que los ingenieros civiles lo aplican para analizar cargas y tensiones en puentes y edificios, garantizando su estabilidad y seguridad, mientras que en la ingeniería eléctrica, resulta vital para el análisis de circuitos y el diseño de sistemas de control, y en la aeroespacial, es esencial para determinar las trayectorias de vuelo y la dinámica de las aeronaves; la capacidad del cálculo para proporcionar soluciones precisas y eficientes a problemas complejos lo convierte en una herramienta indispensable en la ingeniería moderna, facilitando innovaciones y mejoras continuas en diversas industrias. (Ilgan Caizaguano, 2023)

2.6 Teorías de Aprendizaje

Son marcos conceptuales que explican cómo las personas adquieren conocimientos, habilidades y actitudes a lo largo de su vida, estas teorías buscan comprender los procesos mentales, emocionales y sociales que intervienen en el aprendizaje, así como identificar los factores que influyen en la efectividad de la enseñanza; algunas de las teorías del aprendizaje más conocidas incluyen el conductismo, el cognitivismo, el constructivismo y el colectivismo. (Barradas Arenas, 2023)

2.6.1 Constructivismo

Sostiene que el aprendizaje es un proceso activo y personal en el que los individuos construyen su propio conocimiento a través de la interacción con el entorno y la reflexión sobre sus experiencias. En esta teoría, se enfatiza el papel del estudiante como constructor de su propio aprendizaje, y se promueven enfoques educativos

centrados en la resolución de problemas, la exploración y la colaboración. (Mora Casasola M. F., 2023)

2.6.2 **Cognitivismo**

Se centra en los procesos mentales internos que están involucrados en el aprendizaje, como la atención, la memoria, la comprensión y la resolución de problemas. Según el cognitivismo, el aprendizaje se produce a través de la asimilación de nueva información con conocimientos previos y la elaboración de significados a partir de esta interacción. (Barradas Arenas, 2023)

2.6.3 **Conductivismo**

Esta teoría se enfoca en el estudio de las respuestas observables y medibles del individuo ante estímulos del entorno. Según el conductismo, el aprendizaje es el resultado de asociaciones entre estímulos y respuestas, y se promueve mediante el refuerzo positivo y la repetición de comportamientos deseados. (Mora Casasola M. F., 2023)

2.6.4 **Aprendizaje Social**

Fue desarrollada por Albert Bandura, propone que las personas aprenden dentro de un contexto social a través de procesos como la observación, la imitación y el modelado. Bandura destacó la importancia de los procesos cognitivos en el aprendizaje, sugiriendo que las personas no solo replican comportamientos observados, sino que también los seleccionan y adaptan basándose en sus propios pensamientos y expectativas. (Caiza Guachi & Puco Almeida, 2022)

Un aspecto clave de esta teoría es el concepto de autoeficacia, que se refiere a la creencia en la propia capacidad para realizar acciones que logren resultados deseados. Esta creencia influye significativamente en la motivación de los individuos para

enfrentar desafíos y aprender nuevas habilidades. La teoría del aprendizaje social ha sido aplicada en múltiples áreas, incluyendo la educación y la psicología clínica, y ha informado estrategias que utilizan el modelado y la observación como herramientas efectivas para el aprendizaje y la modificación de comportamientos, resaltando la influencia del entorno social y los modelos a seguir. (Martínez Rojas, 2022)

2.7 Modelos Pedagógicos para la enseñanza del Calculo

2.7.1 Aprendizaje Invertido (Flipped Classroom)

Es un modelo pedagógico que invierte el orden tradicional de la enseñanza al trasladar la instrucción directa fuera del ambiente del aula en este modelo, los estudiantes acceden a los contenidos de aprendizaje, como videos, lecturas o ejercicios interactivos, en su propio tiempo antes de la clase; luego, el tiempo en el aula se utiliza para actividades de aprendizaje más dinámicas como debates, proyectos, o ejercicios prácticos, donde el profesor actúa como un facilitador, apoyando a los estudiantes en la aplicación de los conceptos aprendidos y en la resolución de problemas, este enfoque permite una mayor interacción entre alumnos y docente, y ofrece oportunidades para un aprendizaje personalizado y colaborativo. (Guamán Azas, 2019)



Ilustración 1 Secuencia en el aprendizaje invertido. Fuente:(Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2014)

2.7.2 Introducción Basada en problemas (PBL)

Es un enfoque educativo que centra el proceso de enseñanza y aprendizaje en la resolución de problemas complejos y reales. Los estudiantes trabajan en equipo para investigar y resolver estos problemas, lo que fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, colaboración y autoaprendizaje. En este modelo, el profesor actúa como un facilitador y guía, proporcionando orientación y recursos según sea necesario, en lugar de impartir directamente el conocimiento. La PBL motiva a los estudiantes a aplicar conceptos teóricos a situaciones prácticas, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo.

2.7.3 Gamificación

Es la aplicación de elementos y principios de diseño de juegos en contextos educativos para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes; al incorporar componentes como puntos, niveles, logros, y recompensas, la gamificación transforma las actividades de aprendizaje en experiencias más dinámicas y atractivas; este enfoque busca aprovechar el atractivo inherente de los juegos para incentivar la

participación activa y el esfuerzo continuo de los estudiantes, mejorando su rendimiento y actitud hacia el aprendizaje la gamificación también puede fomentar la competencia amistosa y la colaboración, creando un entorno de aprendizaje más interactivo y lúdico.



Ilustración 2 Gamificación y aprendizaje basado en el juego. Fuente:(Net-Learning, 2015)

2.7.4 Tecnología Educativa

La tecnología educativa se refiere al uso de herramientas y tecnologías digitales para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, evolucionando desde el uso de medios simples como la televisión y videos hasta la integración de plataformas en línea avanzadas, software de aprendizaje adaptativo y tecnologías de realidad virtual y aumentada estas herramientas modernas permiten no solo la distribución de contenido, sino también la interacción y colaboración en tiempo real, la personalización del aprendizaje según las necesidades individuales de los estudiantes y el análisis en tiempo real del desempeño estudiantil, facilitando ajustes pedagógicos precisos y mejorando la accesibilidad a la educación, democratizando el aprendizaje para estudiantes en diversas regiones, incluyendo aquellas remotas o desfavorecidas. (Yupa Zumba & Jaramillo Gonzaga, 2022)

2.8 Herramientas Informáticas en la Educación

Las Tecnologías de la Información (TI) en la Educación se refieren al conjunto de herramientas, recursos y aplicaciones tecnológicas utilizadas para facilitar y mejorar

los procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles educativos. Estas tecnologías abarcan una amplia gama de dispositivos y software, desde computadoras y tabletas hasta aplicaciones educativas y plataformas de aprendizaje en línea. (Yupa Zumba & Jaramillo Gonzaga, 2022)

El uso de las TI en la educación ha transformado la forma en que se enseña y se aprende, ofreciendo nuevas oportunidades para personalizar la enseñanza, fomentar la colaboración entre estudiantes y facilitar el acceso a recursos educativos (Yupa Zumba & Jaramillo Gonzaga, 2022)

2.8.1 Software Educativo

Es una herramienta diseñada para facilitar y enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante actividades interactivas, simulaciones y ejercicios que se ajustan a diferentes estilos y ritmos de aprendizaje, permitiendo a los usuarios, tanto estudiantes como educadores, acceder a recursos didácticos digitales que complementan los métodos tradicionales; su aplicación abarca desde niveles básicos hasta educación superior e incluye disciplinas que van desde las matemáticas hasta las artes, adaptándose así a una amplia variedad de necesidades y contextos educativos. (Rico Segura, 2024)

2.8.2 Plataformas de Aprendizaje en Línea

Son sistemas digitales que proporcionan un entorno virtual para la educación, ofreciendo cursos y materiales didácticos accesibles desde cualquier lugar con conexión a internet, donde estudiantes de todas las edades pueden interactuar con contenidos, realizar actividades y evaluar su progreso a través de herramientas integradas; estas plataformas facilitan la gestión del aprendizaje y permiten a los educadores monitorear el avance de los alumnos, lo que resulta en una experiencia educativa personalizada y

flexible que se adapta a diversos estilos de aprendizaje y necesidades específicas. (Oña Pérez, 2023)

2.8.3 Recursos Multimedia

Combinan texto, audio, imágenes, animación y video para presentar información de manera más rica e interactiva, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje al facilitar la comprensión y retención de información a través de múltiples canales sensoriales; su uso se extiende a diversos campos como la educación, el marketing y el entretenimiento, permitiendo presentaciones más dinámicas y atractivas que capturan y mantienen la atención del público, y son especialmente valiosos en entornos digitales donde la integración de estos medios puede ser personalizada y ajustada según las necesidades específicas del usuario. (Rico Segura, 2024)

2.9 Herramientas de Colaboración

Son aplicaciones y plataformas diseñadas para facilitar la comunicación y la cooperación entre equipos y grupos de trabajo, independientemente de su ubicación geográfica, permitiendo compartir documentos, gestionar proyectos y organizar tareas de manera sincrónica o asincrónica; su uso es fundamental en entornos laborales modernos donde la flexibilidad y la eficiencia en la coordinación de actividades son clave, integrando funcionalidades como videoconferencias, mensajería instantánea y tableros de gestión de proyectos que mejoran la productividad y fomentan un ambiente de trabajo colaborativo y dinámico. (Arteaga Marín, 2022)

2.10 Herramientas informáticas en la Educación Matemática

La tecnología ha transformado significativamente la educación matemática, proporcionando nuevas herramientas que facilitan la enseñanza y el aprendizaje de conceptos complejos, estas herramientas informáticas, como los sistemas de álgebra computacional, las plataformas de aprendizaje en línea, y el software de geometría

dinámica, han ampliado las posibilidades pedagógicas al permitir una mayor interactividad y visualización de problemas matemáticos. (Guamán Azas, 2019)

2.11 Sistemas de Algebra Computacional

2.11.1 **MATLAB:** Es un entorno de programación y un lenguaje específico para el cálculo numérico y la visualización de datos ampliamente utilizado en la educación matemática e ingeniería, la cual permite a los usuarios realizar cálculos complejos, desarrollar algoritmos, crear modelos y simulaciones, así como visualizar datos de manera interactiva. (Arteaga Marín, 2022)

También es conocido por su capacidad para manejar matrices y vectores, lo que lo hace especialmente útil en áreas como el álgebra lineal, la estadística, la optimización y el análisis de sistemas dinámicos; además, su amplia gama de herramientas y funciones integradas facilita la resolución de problemas matemáticos y la implementación de aplicaciones científicas y de ingeniería. (Alcántara & Pérez González, 2024)



Ilustración 3 Logo MATLAB. Fuente:(mathworks, 2024)

2.11.2 **Maple:** Es un software de cálculo simbólico y numérico utilizado en la educación matemática y en diversas áreas de la ingeniería y las ciencias proporciona una plataforma poderosa para resolver ecuaciones algebraicas y diferenciales, realizar cálculos avanzados y analizar datos, también permite a los usuarios trabajar con expresiones matemáticas de manera simbólica, lo que facilita la manipulación y simplificación de ecuaciones complejas. (Caiza Guachi & Puco Almeida, 2022)



Ilustración 4 Logo Maple. Fuente:(maplesoft, 2024)

2.11.3 **Mathematica:** Es un software de cálculo computacional y un entorno de programación utilizado en la educación matemática, las ciencias y la ingeniería. Es conocido por su capacidad para realizar cálculos simbólicos y numéricos con gran precisión y eficiencia, también permite a los usuarios manipular expresiones matemáticas, resolver ecuaciones complejas y realizar análisis detallados de datos, además ofrece potentes herramientas de visualización para crear gráficos y representaciones en 2D y 3D, facilitando una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. (Martínez Rojas, 2022)



Ilustración 5 Logo Wolfram Mathematica. Fuente:(wolfram, 2024)

2.12 Aplicaciones Móviles para Aprender Matemáticas

2.12.1 **Photomath:** Es una aplicación móvil que escanea y resuelve problemas matemáticos al capturar una imagen de una ecuación proporcionando soluciones detalladas paso a paso ayudando a los estudiantes a comprender el proceso de resolución incluyendo gráficos interactivos y opciones para explorar distintas metodologías de solución facilitando el aprendizaje y la práctica de conceptos matemáticos. (Alcántara & Pérez González, 2024)

2.12.2 **Mathway:** Es una aplicación y plataforma en línea que resuelve una amplia gama de problemas matemáticos desde aritmética básica hasta cálculo avanzado ofreciendo soluciones detalladas y explicaciones paso a paso permitiendo a los

usuarios ingresar problemas matemáticos manualmente o mediante captura de imagen ayudando a los estudiantes a entender y aprender los conceptos matemáticos de manera efectiva y práctica. (Guamán Azas, 2019)

2.13 Herramientas de Colaboración en Línea

2.13.1 **Google Classroom:** Es una plataforma de gestión de aprendizaje en línea que permite a los profesores crear, distribuir y evaluar tareas de manera digital facilitando la comunicación y colaboración entre estudiantes y profesores proporcionando herramientas para la organización de clases, el seguimiento del progreso académico y la gestión de calificaciones integrando otras aplicaciones de Google para una experiencia educativa unificada y eficiente. (Rico Segura, 2024)

2.13.2 **Microsoft Teams:** Es una plataforma de colaboración y comunicación en línea que permite a los equipos trabajar juntos de manera eficiente facilitando chats, videoconferencias, intercambio de archivos y colaboración en documentos en tiempo real diseñada para integrar aplicaciones y servicios de Microsoft 365 proporcionando un entorno unificado para la gestión de proyectos, reuniones y actividades educativas mejorando la coordinación y productividad en entornos de trabajo y aprendizaje remotos. (Oña Pérez, 2023)

2.14 Sistemas de Geometría Dinámica

2.14.1 **GeoGebra:** Es un software de matemáticas dinámicas que combina geometría, álgebra, cálculo y estadística en una sola plataforma interactiva permitiendo a los estudiantes y educadores explorar y visualizar conceptos matemáticos de manera intuitiva ofreciendo herramientas para construir gráficos, realizar cálculos simbólicos y numéricos y crear simulaciones interactivas ampliamente utilizado en la educación para mejorar la comprensión de temas matemáticos a

través de representaciones visuales y manipulaciones directas. (Yupa Zumba & Jaramillo Gonzaga, 2022)

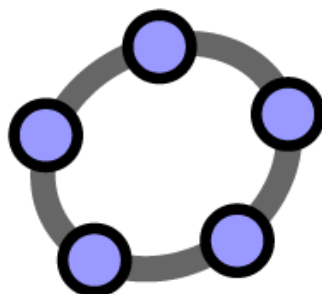


Ilustración 6 Logo GEOGEBRA. Fuente:(geogebra, 2024)

2.14.2 **Desmos:** Es una calculadora gráfica en línea que permite a los usuarios crear y explorar gráficos de funciones matemáticas de manera interactiva ofreciendo herramientas intuitivas para visualizar y analizar ecuaciones algebraicas y funciones permitiendo la manipulación en tiempo real de parámetros y variables ampliamente utilizado en la educación para ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos matemáticos a través de gráficos dinámicos y visualizaciones claras facilitando un aprendizaje más profundo y visual de las matemáticas (Oña Pérez, 2023)



Ilustración 7 Logo de Desmos. Fuente:(desmos, 2024)

2.15 Simulaciones y Modelo Matemáticas

Las simulaciones y los modelos matemáticos constituyen herramientas didácticas de gran relevancia en la educación matemática, especialmente en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, ya que permiten a los estudiantes visualizar y explorar conceptos abstractos de manera interactiva y dinámica, facilitando una

comprensión más profunda y aplicada de los principios matemáticos. (Rojas Taño A. , 2022)

A diferencia de los métodos tradicionales, que se basan en explicaciones teóricas y ejercicios estáticos, estas técnicas innovadoras permiten a los estudiantes interactuar directamente con los conceptos, manipulándolos y observando su comportamiento en diferentes escenarios, promoviendo así un aprendizaje más activo y efectivo. (Herrera, Moreno Beltrán , & Cuesta Borges, 2024)

2.16 Efectividad de las Herramientas Informáticas en el Aprendizaje del Calculo

La integración de herramientas informáticas en la educación matemática, particularmente en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar el aprendizaje y la comprensión de conceptos complejos; estas herramientas abarcan desde software educativo y aplicaciones móviles hasta plataformas de aprendizaje en línea y simulaciones interactivas. (Córdova Rodas & Espinoza Delgado, 2023)

2.16.1 Impacto en la Comprensión Conceptual

Las herramientas informáticas facilitan una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos al permitir la visualización y manipulación de funciones y gráficos, permitiendo a los estudiantes interactuar con representaciones dinámicas de derivadas e integrales y observar cómo cambian en tiempo real con diferentes variables; esto ayuda a aclarar conceptos abstractos y refuerza la comprensión intuitiva de los principios fundamentales del cálculo. (Benitez Mesa & Bueno Largo, 2022)

2.16.2 Mejora en el rendimiento Académico

Diversos estudios han demostrado que el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo puede mejorar significativamente el

rendimiento académico de los estudiantes, ya que los recursos digitales ofrecen prácticas adicionales, evaluaciones instantáneas y retroalimentación inmediata, lo que ayuda a los estudiantes a identificar y corregir errores rápidamente, además el acceso a tutoriales y ejercicios interactivos facilita el aprendizaje autónomo y continuo fuera del aula. (Herrera, Moreno Beltrán, & Cuesta Borges, 2024)

2.16.3 Desarrollo de Habilidades de Resolución de Problemas

Fomenta el desarrollo de habilidades críticas de resolución de problemas, ya que los estudiantes pueden experimentar con diferentes métodos y enfoques para resolver problemas de cálculo, utilizando simulaciones y modelos matemáticos para probar y validar sus soluciones, lo cual no solo mejora su capacidad para resolver problemas matemáticos, sino que también les prepara mejor para aplicar estas habilidades en contextos reales y profesionales. (Córdova Rodas & Espinoza Delgado, 2023)

2.16.4 Motivación y Actitud de los Estudiantes

Tienen un impacto positivo en la motivación y actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje del cálculo, ya que la interactividad y el carácter lúdico de muchas aplicaciones educativas hacen que el aprendizaje sea más atractivo y menos intimidante, y los estudiantes que utilizan estas herramientas tienden a mostrar una mayor participación y entusiasmo, lo que se traduce en un compromiso más profundo con el material de estudio. (Alcántara & Pérez González, 2024)

2.16.5 Beneficios Adicionales

Además de los beneficios directos en el aprendizaje del cálculo, las herramientas informáticas ofrecen ventajas adicionales como el desarrollo de

competencias tecnológicas y digitales, que son esenciales en el mundo moderno, ya que los estudiantes aprenden a utilizar software especializado, plataformas en línea y otros recursos digitales, lo que enriquece su conjunto de habilidades y mejora su preparación para carreras tecnológicas y científicas. (Benitez Mesa & Bueno Largo, 2022)

2.16.6 **Desafíos Consideraciones**

Ofrecen numerosos beneficios, también presentan ciertos desafíos, ya que la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación de docentes y el acceso equitativo a estos recursos son factores críticos que deben abordarse para maximizar su efectividad, además, es importante asegurarse de que el uso de herramientas informáticas complemente, y no reemplace, las metodologías de enseñanza tradicionales, proporcionando un equilibrio que potencie el aprendizaje. (Córdova Rodas & Espinoza Delgado, 2023)

2.17 **Desafíos y Limitaciones en el Uso de Herramientas Informáticas**

El uso de herramientas informáticas en la educación matemática, especialmente en la enseñanza del cálculo, presenta una serie de desafíos y limitaciones que deben ser considerados cuidadosamente para garantizar su efectividad, ya que estos desafíos incluyen la necesidad de una infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación continua de los docentes y el acceso equitativo para todos los estudiantes, además, es esencial asegurar que estas herramientas complementen las metodologías tradicionales de enseñanza en lugar de reemplazarlas, proporcionando así un equilibrio que enriquezca y potencie el aprendizaje. (Herrera, Moreno Beltrán, & Cuesta Borges, 2024)

2.17.1 Barreras Tecnológicas

Enfrenta varias barreras tecnológicas que pueden limitar su efectividad, ya que la falta de infraestructura adecuada, como computadoras y conexiones a internet de alta velocidad, puede impedir el acceso eficiente a estas tecnologías, además, la compatibilidad de software y hardware puede ser un problema porque algunas herramientas educativas requieren sistemas operativos o especificaciones técnicas específicas que no están disponibles en todas las instituciones, y la obsolescencia tecnológica representa un desafío porque las instituciones deben actualizar continuamente sus equipos y software para mantenerse al día con los avances tecnológicos, lo cual puede ser costoso y logísticamente complicado. (Benitez Mesa & Bueno Largo, 2022)

2.17.2 Capacitación Docente

La capacitación docente es fundamental para la implementación efectiva de herramientas informáticas en la educación, ya que los docentes deben estar familiarizados con las nuevas tecnologías y saber cómo integrarlas en su enseñanza para maximizar su impacto, sin embargo, muchos carecen de la formación necesaria, lo que limita su capacidad para utilizarlas de manera eficiente y efectiva. (Guamán Azas, 2019)

2.17.3 Acceso y Equidad en la Educación

Son desafíos críticos en la implementación de herramientas informáticas, ya que no todos los estudiantes tienen igual acceso a la tecnología necesaria, como computadoras y conexión a internet de alta velocidad, lo que puede crear una brecha digital entre aquellos que tienen recursos y aquellos que no, además, esta desigualdad puede exacerbar las diferencias en el rendimiento académico y

limitar las oportunidades de aprendizaje para los estudiantes de bajos ingresos o de áreas rurales. (Orrala Figueroa & Coronel Suarez, 2022)

2.17.4 Resistencia al Cambio en Métodos de Enseñanza

La resistencia al cambio en métodos de enseñanza es un desafío significativo, ya que muchos docentes y administradores prefieren los métodos tradicionales y tienen preocupaciones sobre la eficacia y el esfuerzo necesarios para adoptar nuevas tecnologías, lo que puede ralentizar o impedir la integración de innovaciones tecnológicas en el aula, limitando el potencial de mejora en el aprendizaje de los estudiantes.

2.18 Futuras Tendencias en la Enseñanza de Cálculo con Herramientas

Informáticas

La enseñanza del cálculo con herramientas informáticas está evolucionando rápidamente impulsada por avances tecnológicos y nuevas metodologías educativas, estas tendencias futuras prometen transformar la forma en que los estudiantes aprenden y comprenden el cálculo integrando tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y las plataformas de aprendizaje adaptativo. (Alcántara & Pérez González, 2024)

Al explorar estas innovaciones, se busca mejorar la personalización del aprendizaje aumentar la interactividad y facilitar una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos matemáticos, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos académicos y profesionales del siglo XXI. (Rojas Taño A. , 2022)

2.19 Avances Tecnológicos

2.19.1 Inteligencia Artificial y Aprendizaje Adaptivo

La IA está jugando un papel crucial en la educación, especialmente en el aprendizaje adaptativo, ya que las plataformas impulsadas por IA pueden analizar el rendimiento de los estudiantes en tiempo real, identificar áreas de dificultad y adaptar el contenido y las estrategias de enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante; esto permite una personalización del aprendizaje que no era posible con los métodos tradicionales, ayudando a los estudiantes a avanzar a su propio ritmo y superar obstáculos específicos en su comprensión del cálculo. (Arteaga Marín, 2022)



Ilustración 8 Inteligencia Artificial futuro de la educación y no una moda pasajera. Fuente: (scienceandmarketing, 2023)

2.19.2 Realidad Aumentada y Virtual

La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) están transformando la manera en que los estudiantes interactúan con el contenido matemático, ya que estas tecnologías permiten crear entornos de aprendizaje donde los estudiantes pueden visualizar y manipular objetos matemáticos en tres dimensiones. (Barradas Arenas, 2023)

La RA superpone gráficos y funciones en el mundo real, mostrando cómo se aplican las ecuaciones matemáticas a situaciones concretas, mientras que la RV sumerge a los estudiantes en mundos virtuales donde pueden explorar conceptos matemáticos de manera envolvente. (Caiza Guachi & Puco Almeida, 2022) (Guamán Azas, 2019)



Ilustración 9 Realidad virtual vs. Realidad aumentada. Fuente:(usastreams, 2022)

2.19.3 Plataformas de Aprendizaje en línea

Las plataformas de aprendizaje en línea están haciendo que la educación en cálculo sea más accesible para todos, ya que ofrecen una amplia gama de recursos como videos tutoriales, ejercicios interactivos, foros de discusión y sesiones de tutoría en línea. (Vilca Pacco, 2019)

Los estudiantes pueden acceder a estos recursos desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que facilita el aprendizaje auto dirigido y continuo, además, los cursos masivos abiertos en línea (MOOCs) proporcionan acceso a contenidos impartidos por expertos de renombre mundial, democratizando la educación y permitiendo que más personas adquieran conocimientos avanzados en cálculo. (Córdova Rodas & Espinoza Delgado, 2023)

2.19.4 Integración de Nuevas Tecnologías

El uso de tecnologías avanzadas está revolucionando la enseñanza del cálculo, permitiendo la incorporación de herramientas como la inteligencia

artificial, la realidad aumentada, la realidad virtual y las plataformas de aprendizaje en línea, facilitando una educación más interactiva y personalizada, mejorando la comprensión de los conceptos matemáticos y haciendo el aprendizaje más accesible y atractivo para los estudiantes. (Caiza Guachi & Puco Almeida, 2022)

La implementación de estas tecnologías fomenta un entorno de aprendizaje dinámico donde los estudiantes pueden experimentar con modelos y simulaciones, obtener retroalimentación inmediata y avanzar a su propio ritmo, preparándolos mejor para los desafíos académicos y profesionales del futuro (Vilca Pacco, 2019)

2.19.5 Investigación y Desarrollo en Tecnología Educativa

En la tecnología educativa están impulsando la evolución de la enseñanza del cálculo al crear y perfeccionar herramientas y metodologías que hacen el aprendizaje más efectivo y accesible, ya que los investigadores exploran nuevas formas de integrar tecnologías como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y las plataformas de aprendizaje en línea en el aula con el objetivo de mejorar la personalización del aprendizaje y la interactividad, este enfoque innovador no solo mejora la comprensión de los conceptos matemáticos sino que también prepara a los estudiantes para los desafíos del mundo moderno proporcionando un entorno educativo más dinámico y adaptativo. (Arteaga Marín, 2022)

2.19.6 Perspectiva Globales y Adaptación a Diversos Contextos Educativos

La integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza del cálculo debe considerar las diferencias culturales, económicas y tecnológicas de cada región y sistema educativo para asegurar que sean efectivas y accesibles para

todos los estudiantes, siendo esencial adaptar estas innovaciones a distintos entornos educativos, promoviendo una educación más inclusiva y equitativa a nivel global. (Vilca Pacco, 2019)

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la Investigación

La siguiente investigación adopta un enfoque cualitativo de revisión sistemática, empleando la metodología PRISMA para consolidar y evaluar la literatura sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Este enfoque permite comprender tendencias, métodos y resultados actuales. La revisión incluye definir criterios de inclusión y exclusión, realizar una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas, seleccionar estudios pertinentes y evaluar críticamente su calidad. Este enfoque proporciona una visión completa del impacto de estas herramientas, ofreciendo recomendaciones útiles para educadores, investigadores y formuladores de políticas educativas.

3.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación de este estudio es descriptivo y explicativo. Su objetivo es describir y categorizar las diversas herramientas informáticas empleadas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral y explicar su influencia en la comprensión y aprendizaje de los estudiantes. El análisis descriptivo identificará las características y elementos de las herramientas utilizadas, mientras que el análisis explicativo se enfocará en entender las relaciones causales entre el uso de estas herramientas y los resultados educativos observados en los estudios analizados.

3.3 Tipo de Investigación

La revisión sistemática es un enfoque metodológico riguroso y estructurado que busca recopilar, evaluar y sintetizar toda la evidencia disponible sobre un tema específico de investigación. Este proceso sistemático permite minimizar sesgos,

garantizar la transparencia en la selección de estudios y proporcionar una base sólida para la interpretación de los hallazgos. Las revisiones sistemáticas son especialmente útiles en campos donde la acumulación de evidencia es crucial, como en la medicina, la educación y las ciencias sociales, Molero Jurado et al. (2021).

En el contexto de esta investigación sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, la revisión sistemática es particularmente adecuada porque permite consolidar y evaluar de manera integral la literatura existente. Al identificar y analizar estudios recientes y relevantes, se puede obtener una visión completa de las tendencias actuales, metodologías utilizadas y resultados obtenidos en la implementación de estas herramientas educativas. Además, este enfoque ayudará a destacar áreas de mejora y a formular recomendaciones informadas para educadores y responsables de políticas, asegurando que las prácticas educativas se basen en la evidencia y se alineen con las necesidades y desafíos actuales en el ámbito de la enseñanza matemática.

3.4 Población y muestra

La población de esta investigación abarca todos los estudios publicados en los últimos cinco años que tratan sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral a nivel universitario.

La muestra estará compuesta por los estudios seleccionados conforme a criterios de inclusión y exclusión bien definidos. Estos criterios incluyen la relevancia del estudio para el tema de investigación, la calidad metodológica, la disponibilidad de datos empíricos y su pertinencia para el nivel educativo universitario.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos en esta investigación se basarán en la revisión sistemática de la literatura. Las principales técnicas incluirán la búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas como Scopus, IEEE Xplore, Google Scholar y otros repositorios relevantes. Los instrumentos de recolección de datos consistirán en herramientas de gestión de referencias como EndNote o Mendeley para organizar y clasificar los estudios seleccionados. Se utilizarán matrices de extracción de datos para sistematizar la información relevante de cada estudio, incluyendo el autor, año de publicación, las herramientas informáticas utilizadas, y los resultados obtenidos.

3.6 Tratamiento de la información

3.6.1 Criterios de Elegibilidad

Para asegurar la pertinencia y calidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática, se han definido los siguientes criterios de elegibilidad:

- **Tipo de estudios:** Se incluirán estudios empíricos, revisiones de literatura, artículos de investigación, estudios de caso, revisiones sistemáticas, y tesis doctorales que aborden el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral.
- **Fechas de publicación:** Se considerarán estudios publicados en los últimos cinco años para garantizar la actualidad de la información.
- **Idiomas:** Se incluirán estudios publicados en inglés y español.
- **Temática:** Los estudios deben enfocarse en la integración de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, y su impacto en la comprensión y aprendizaje de los estudiantes.

- **Ámbitos:** Se considerarán estudios realizados a nivel universitario, excluyendo otros niveles educativos para mantener la coherencia en el contexto de la investigación.
- **Relevancia:** Los estudios seleccionados deben aportar información significativa y relevante que contribuya a los objetivos de la investigación, evaluando la efectividad de las herramientas informáticas en el aprendizaje del cálculo.

3.6.2 Criterios de Exclusión para la Revisión Sistemática

En contraste con los criterios de inclusión, que buscan identificar estudios relevantes y de calidad, estos criterios están diseñados para descartar investigaciones que no cumplan con las especificaciones necesarias para garantizar la validez y pertinencia de los hallazgos en el contexto del uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral:

- **Tipo de Estudio:** Se excluirán estudios que no sean empíricos o que no proporcionen datos relevantes sobre la efectividad de las herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Esto incluye opiniones personales, reseñas no sistemáticas y artículos de divulgación que no estén basados en una investigación rigurosa.
- **Ámbito Educativo:** Se descartarán estudios que no se centren en la educación universitaria. Dado que esta investigación se enfoca en el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo en contextos universitarios, cualquier estudio que aborde otros niveles educativos, como la educación secundaria o primaria, será excluido.
- **Antigüedad de los Estudios:** No se incluirán estudios publicados antes de los últimos cinco años. Esto se hace para garantizar que la revisión

refleje las tendencias y tecnologías actuales en la enseñanza del cálculo, excluyendo investigaciones más antiguas que puedan no ser relevantes para el contexto educativo actual.

- **Idioma:** Se excluirán estudios que no estén disponibles en inglés o español. La revisión se limitará a estos idiomas para facilitar la comprensión y el análisis de los textos seleccionados, asegurando que se pueda interpretar adecuadamente los resultados y metodologías presentados.
- **Relevancia Temática:** Se descartarán estudios que no se centren específicamente en la integración de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Esto significa que los estudios que aborden la enseñanza de matemáticas en general, pero que no traten directamente sobre el cálculo o las herramientas informáticas específicas utilizadas en su enseñanza, serán excluidos.
- **Falta de Datos Empíricos:** Se excluirán estudios que no proporcionen datos cuantitativos o cualitativos sobre el rendimiento académico o la comprensión conceptual de los estudiantes en relación con el uso de herramientas informáticas. Esto asegura que la revisión se base en evidencia sólida y medible que pueda ser analizada críticamente.

3.7 Fuentes de información

Las fuentes de información fundamentales para esta revisión sistemática comprenden bases de datos académicas y repositorios de investigación de alto prestigio, que aseguran la calidad y relevancia de los estudios seleccionados. Entre estas fuentes se incluyen Scopus, una de las mayores bases de datos de resúmenes y citas de literatura revisada por pares; IEEE Xplore, que proporciona acceso a documentos científicos y

técnicos en ingeniería y tecnología; Google Scholar, una plataforma ampliamente utilizada que permite la búsqueda de artículos académicos de diversas disciplinas; PubMed, un recurso esencial para la literatura biomédica y de ciencias de la vida; Scielo, una base de datos multidisciplinaria que abarca una amplia gama de áreas científicas y sociales; y ERIC (Education Resources Information Center), que se especializa en la literatura educativa y proporciona acceso a investigaciones cruciales en este campo.

3.8 Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda se diseñó para ser exhaustiva y específica, utilizando las siguientes tácticas:

- **Palabras claves:**

Se empleó palabras clave relacionadas con el tema de investigación, tales como:

- a) "herramientas informáticas"
- b) "enseñanza del cálculo diferencial e integral"
- c) "educación matemática"
- d) "tecnología educativa"
- e) "software educativo"

- **Operadores lógicos:**

Se utilizaron operadores lógicos (AND, OR, NOT) para combinar las palabras clave y refinar los resultados de búsqueda, combinaciones tales como:

1. "herramientas informáticas AND enseñanza del cálculo"
2. "software educativo OR plataformas de aprendizaje en línea"
3. "tecnología educativa NOT educación secundaria"

4. "aplicaciones móviles AND aprendizaje del cálculo OR geometría dinámica"
5. "realidad aumentada AND cálculo diferencial NOT juegos educativos"
6. "simulaciones matemáticas OR modelos computacionales AND rendimiento académico"

3.9 Selección de estudios a nivel general

- **Fase 1:**

Identificación: Se busco y recolecto todos los estudios potencialmente relevantes utilizando las palabras clave y operadores lógicos, en las bases de datos seleccionadas. El proceso incluye la descarga de los resultados de búsqueda y la eliminación de duplicados para asegurar que cada estudio se considere una sola vez en la revisión.

- **Fase 2:**

Elegibilidad: Se revisaron los títulos y resúmenes de los estudios identificados para determinar su relevancia según los criterios de elegibilidad. El proceso implicó excluir estudios que no cumplan con los criterios definidos, tales como el tipo de estudio, la fecha de publicación, el idioma, la temática y el ámbito de investigación. Esta fase aseguro que solo los estudios pertinentes pasen a la siguiente etapa.

- **Fase 3:**

Revisión Completa: Se realizo una evaluación exhaustiva del texto completo de los estudios elegibles para evaluar su calidad y pertinencia. El proceso incluyó la evaluación de cada estudio basado en su metodología, resultados y conclusiones.

Esta evaluación crítica permitió asegurar que los estudios seleccionados aporten información confiable y relevante a la investigación.

- **Fase 4:**

Inclusión: Se incorporaron los estudios que cumplen con todos los criterios de elegibilidad y que aportan información relevante y significativa a la investigación. El proceso incluyó registrar y catalogar los estudios seleccionados utilizando herramientas de gestión de referencias y matrices de extracción de datos.

3.10 Lista de datos

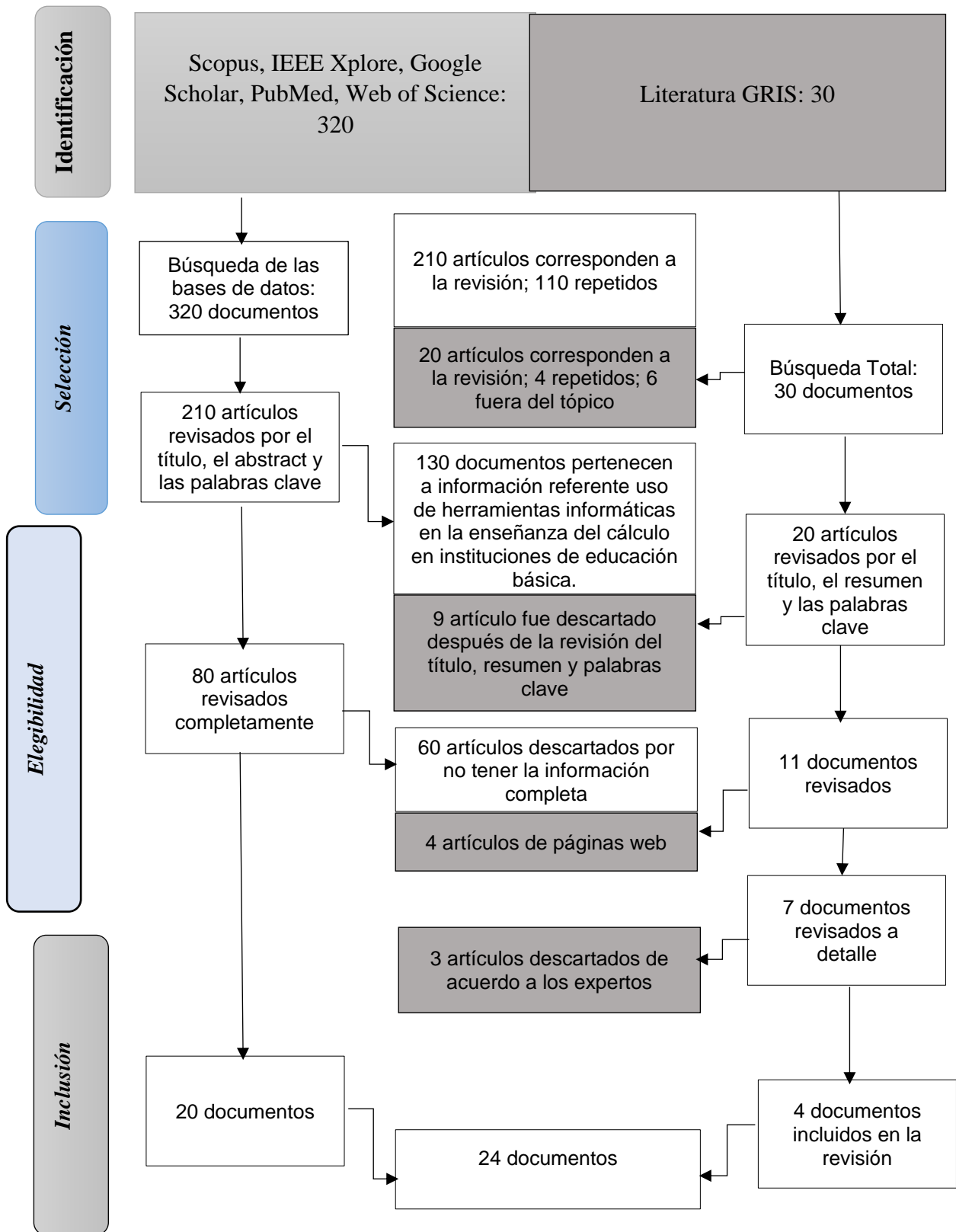
Tabla 1. Lista de variables. Fuente: Autoría propia

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Tipo de herramienta informática	Especifica las herramientas informáticas utilizadas en la enseñanza del cálculo, como software educativo, aplicaciones móviles, y plataformas de aprendizaje en línea.
Metodologías de enseñanza	Métodos pedagógicos aplicados en conjunto con herramientas informáticas, incluyendo aprendizaje invertido, aprendizaje basado en problemas y gamificación.
Resultados de aprendizaje	Resultados observados en términos de comprensión conceptual, rendimiento académico y

	habilidades de resolución de problemas de los estudiantes.
Desafíos y limitaciones	Problemas técnicos, logísticos y pedagógicos enfrentados al integrar herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral.
Eficacia de las herramientas	Evaluación de la efectividad de las herramientas informáticas en mejorar la enseñanza y el aprendizaje del cálculo diferencial e integral.
Perspectivas futuras	Tendencias emergentes y futuras direcciones en el uso de herramientas informáticas para la enseñanza del cálculo diferencial e integral.
Ámbito educativo	Contexto y nivel educativo en el que se implementan las herramientas informáticas, con un enfoque particular en la educación universitaria.
Calidad de los estudios	Evaluación de la metodología, validez y fiabilidad de los estudios revisados para asegurar la integridad de la revisión sistemática.

3.11 Diagrama de búsqueda

Ilustración 10: Flujograma de selección de estudios



Fuente: Elaboración propia (2024)

El diagrama muestra un proceso de selección de artículos, comenzando con la identificación de 320 documentos de diversas bases de datos, de los cuales 210 fueron seleccionados tras eliminar duplicados. Luego, se excluyeron 130 artículos irrelevantes y se analizaron los textos completos de 80, descartando 64 por no cumplir con los criterios de inclusión. Finalmente, se incluyeron 20 artículos en la revisión junto con 4 documentos de literatura gris, resultando en un total de 24 documentos considerados para el análisis final.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS

En este apartado se detalla el método empleado para seleccionar la muestra de estudio, que incluye 24 artículos científicos recolectados de distintas fuentes y bases de datos, los cuales se emplearon en la presente investigación.

Tabla 2: Características de los estudios seleccionados

N°	Base de Datos	Revista	Autor/es y año de publicación	Título de la investigación	Tipo de Estudio	Herramientas informáticas utilizadas	Resultados obtenidos
1	Google Académico	Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies	Marco Vinicio Navarrete Villavicencio; Patricio Alejandro Merino	GeoGebra como herramienta tecnológica- didáctica en el aprendizaje del cálculo integral	Enfoque Cualitativo Estudio documental de carácter descriptivo	GeoGebra	El uso de GeoGebra ayuda sustancialmente en la resolución de problemas y es una herramienta efectiva como estrategia en el aprendizaje del cálculo integral, brindando apoyo dinámico en el estudio de cálculo de áreas bajo curvas, sólidos de revolución y longitudes de arcos, concluyendo que

Córdoba;
Byron
Fabricio
Estupiñán
Cox; Javier
Antonio
Caicedo
Márquez;
2022

GeoGebra mejora significativamente el aprendizaje del cálculo integral al permitir a los estudiantes desarrollar nuevos conceptos y conocimientos a través de gráficos en dos y tres dimensiones y cálculo analítico.

2	Google Académico	PURISUM. Revista de Investigación en Ciencias Sociales	Serapio Cecilio Calcina Cuevas; Álvaro Vilca Miranda; Fray	Influencia del software Matlab en el rendimiento académico de los estudiantes	Enfoque Cuantitativo Diseño cuasiexperimental	Matlab	La diferencia de puntuaciones medias es de 2.05 puntos a favor del grupo experimental, y la diferencia de puntuación entre la prueba pre y post en el grupo experimental es de 2.85 puntos, lo que indica una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes
---	------------------	--	--	---	---	--------	---

Li Pandia universitarios,
 Villanueva; 2023
 Wilson
 Machaca
 Huancollo;
 2024

en el aprendizaje del cálculo integral,
 concluyendo que el uso de Matlab influye
 positivamente en dicho aprendizaje.

3	Google Académico	G-NER@NDO revista de investigación multidisciplinaria	Ricardo Javier Celi Párraga; Juan Carlos Sarmiento Saavedra; Miguel Fabricio Boné Andrade;	Programación con Matlab En La Enseñanza Del Cálculo Diferencial	Enfoque Cualitativo Revisión bibliográfica	Matlab	El uso del software Matlab en la enseñanza del cálculo diferencial demuestra que facilita la resolución de problemas matemáticos y la comprensión de conceptos complejos, mejorando el rendimiento académico de los estudiantes. El estudio documenta cómo Matlab permite calcular derivadas de funciones de manera eficiente y confirma que los estudiantes que utilizan esta herramienta
---	------------------	---	--	---	--	--------	--

			Jorge Luis Puyol Cortez; 2022				mejoran notablemente en sus calificaciones, logrando una comprensión más profunda del cálculo diferencial.
4	Google Académico	EJTAS. European Journal of Theoretical and Applied Sciences	Neil Bryan B. Boo c; Ervin James D. Ringcunada; Angel Mae Q. Justiniani; Julia Mae N. Arévalo; Jephuneh P. Chao Nui; Rica C. Mora; Aiza P.	Computational Skills in Solving Application Problems Involving Basic Differentiation Rules in Differential Calculus: An Explanatory Sequential Study	Enfoque Mixto Diseño secuencial explicativo	No se mencionan herramientas informáticas específicas	El estudio muestra un alto nivel general de habilidades computacionales en reglas básicas de diferenciación, aunque se observan dificultades significativas en la aplicación de la regla de la cadena. Las principales dificultades incluyen la complejidad de la regla de la cadena, la falta de práctica y exposición, y la incertidumbre sobre su aplicación. Se sugiere que estrategias de enseñanza efectivas son esenciales para descomponer conceptos complejos y mejorar

Semblante;

Elmarc T.

Subingsubing;

2024

las habilidades computacionales de los estudiantes en cálculo diferencial.

5	Scielo	Formación Universitaria	Mihály A. Martínez Miraval; Daysi J. García Cuéllar; William E. Poveda; 2024	Explorando estrategias de resolución de problemas en Cálculo Integral con GeoGebra: un enfoque colaborativo	Enfoque Cualitativo Descriptivo	GeoGebra	El estudio identificó que el uso de GeoGebra en la resolución de problemas de cálculo integral permitió a los estudiantes representar gráficamente las velocidades de dos ciclistas, comparar dichas velocidades y calcular las distancias recorridas mediante la integral definida. Las discusiones colaborativas entre pares ayudaron a identificar y corregir errores, mejorando el entendimiento de conceptos como antiderivadas, áreas e integral definida. Los resultados mostraron que GeoGebra
---	--------	----------------------------	--	---	---------------------------------------	----------	--

potencia diversas formas de razonamiento, transformándose en estrategias efectivas de resolución de problemas en el aprendizaje del cálculo integral.

6	Scielo	Ride. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo	Ulises Daniel Barradas Arenas; 2021	Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo	Enfoque Mixto y Correlacional	GeoGebra, Mathematica, Moodle, ExeLearning	La implementación de recursos digitales como videos, tutoriales y plataformas de aprendizaje como Moodle y ExeLearning facilita la comprensión y el aprendizaje significativo de los estudiantes en cálculo, aunque solo el 26% de los estudiantes acreditó el curso. Los contenidos y el diseño del curso fueron bien recibidos por los estudiantes, con un 66% considerando adecuado el trabajo del facilitador. Las herramientas tecnológicas utilizadas fueron efectivas para mejorar la
---	--------	--	-------------------------------------	---	-------------------------------	--	--

interacción y el aprendizaje, pero se requiere un análisis pedagógico más detallado de las necesidades de los estudiantes.

7	SciELO	Revista Cubana de Informática Médica	Adys Hortensia Salgado Friol; Miriam Ibáñez Fernández; Sandy Manuel Rigual Delgado; Rodolfo Ramírez Vale; Geoffrey	Estrategia metodológica para el Cálculo Diferencial e Integral en la carrera “Sistemas de Información en Salud”	Enfoque Cuantitativo Estudio experimental	GeoGebra	La introducción del asistente GeoGebra permitió a los estudiantes realizar movimientos, transformaciones y cambios en funciones matemáticas, facilitando la asimilación de nuevos contenidos. Los resultados mostraron que el grupo experimental, que utilizó GeoGebra, tuvo un mayor porcentaje de aprobados (93.8%) en comparación con el grupo control (56.3%). Además, los estudiantes del grupo experimental mostraron mejores resultados en habilidades específicas del cálculo diferencial
---	--------	--------------------------------------	--	---	---	----------	---

Padrón
Monzón;
Edilberto
López
Escalona;
2020

e integral, lo que sugiere que el uso de GeoGebra optimiza el tiempo de realización de ejercicios y mejora la comprensión y el interés de los estudiantes en el tema.

8	Scielo	Varona. Revista Científico Metodológica	Amílcar Rojas Taño; José Benito Rodríguez Sosa; 2021	La significatividad del aprendizaje del cálculo diferencial e integral	Enfoque Cualitativo Estudio descriptivo	GeoGebra, Plataforma Educativa Moodle	El estudio reflexiona sobre cómo el empleo de TIC puede influir en el aprendizaje significativo de los estudiantes en cálculo diferencial e integral. Se destacó la importancia del uso de asistentes matemáticos y plataformas educativas para mejorar la comprensión de conceptos y la motivación de los estudiantes. Las TIC permiten a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y
---	--------	---	--	--	---	---------------------------------------	--

personalizar su aprendizaje, contribuyendo al desarrollo de habilidades cognitivas y afectivas, y mejorando los resultados académicos y el interés por la materia.

9	Scielo	RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo	Erick Radaí Rojas Maldonado; 2020	La comprensión de conceptos fundamentales del cálculo mediante Desmos. Una intervención	Enfoque Mixto Investigación-acción	Desmos, Kahoot!	La implementación de la calculadora gráfica Desmos y el programa "trae tu propio dispositivo" (BYOD) en un curso de cálculo diferencial mejoró significativamente la comprensión del concepto de derivada entre los estudiantes. El uso de Desmos permitió a los estudiantes visualizar y animar funciones, lo que facilitó la comprensión de conceptos abstractos. Los quizzes realizados a través de Kahoot! demostraron que la mayoría de los estudiantes lograron entender los conceptos
---	--------	--	-----------------------------------	---	------------------------------------	-----------------	--

							fundamentales del cálculo, aunque hubo desafíos en la programación inicial y en la comprensión del límite de una función.
10	Dialnet	Praxis & Saber	Vladimir Alfonso Ballesteros; Sébastien Lozano Forero; Óscar Iván Rodríguez Cardoso; 2021	Noción de aproximación del área bajo la curva utilizando la aplicación Calculadora Gráfica de GeoGebra	Enfoque Cuantitativo Diseño experimental de cuatro grupos de Solomon	GeoGebra	Los resultados del estudio mostraron que los grupos que recibieron la intervención mediada por la aplicación GeoGebra obtuvieron un mejor rendimiento en el pos-test en comparación con los grupos que utilizaron una calculadora científica tradicional. El pretest tuvo una influencia directa en los resultados del pos-test, y la aplicación GeoGebra demostró ser eficaz para mejorar la comprensión de la noción de área bajo la curva en un curso de cálculo integral.

11	Google Académico	EIEI ACOFI	José Roncancio; 2023	Uso del Toolbox Simulink de Matlab en la enseñanza del cálculo de la disponibilidad programada en un sistema de producción	Enfoque Cuantitativo Diseño experimental	Matlab, Simulink	El estudio mostró que el uso de Simulink de Matlab permitió a los estudiantes modelar y simular procesos de producción de manera efectiva. Los estudiantes pudieron calcular la disponibilidad teórica, efectiva y real de los sistemas productivos, mejorando su comprensión de los conceptos y su capacidad para aplicar estos conocimientos en contextos reales. Los resultados indican que el uso de Simulink en la enseñanza de cálculo de disponibilidad programada es una herramienta eficaz para la formación de ingenieros industriales, facilitando la interiorización de conceptos teóricos y su aplicación práctica en la simulación de sistemas de producción.
----	------------------	------------	----------------------	--	--	------------------	---

12	Dialnet	Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar	Jorge Ortega; Cesar Castañeda; Roger Rivera Casavilca; Noemi Mencía Sánchez; Miriam Simón; Iván Navarro; 2023	Software GeoGebra y Aprendizaje del Cálculo Integral en Estudiantes de Ingeniería Civil - Universidad Nacional de Huancavelica	Enfoque Cuantitativo Diseño cuasiexperimental	GeoGebra	El estudio concluyó que el uso del software GeoGebra mejora significativamente el aprendizaje del cálculo integral en comparación con los métodos tradicionales. Los estudiantes que utilizaron GeoGebra mostraron un notable progreso en la comprensión de integrales indefinidas, definidas, cálculo de volúmenes y momentos, en comparación con los estudiantes del grupo de control. Los resultados sugieren que GeoGebra es una herramienta valiosa y efectiva para el desarrollo de competencias en el cálculo integral, proporcionando un método dinámico y beneficioso para comprender y resolver problemas en estas áreas matemáticas.
----	---------	---	--	--	--	----------	---

13	Dialnet	Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar	Ramón Berber Palafox; Martha Martínez Moreno; Jesús González Briones; Luisa Ernestina Velázquez Sánchez; Rosa Elvira Moreno Ramírez;	USO DE GEOGEBRA EN EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS EN LA INGENIERÍA	Enfoque Cuantitativo Diseño cuasiexperimental	GeoGebra	El estudio mostró que la implementación de prácticas con GeoGebra en las materias de matemáticas, cálculo diferencial, cálculo integral, cálculo vectorial, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales incrementó las competencias en abstracción, análisis y síntesis entre los estudiantes de ingeniería. La comparación de los últimos tres semestres evidenció un aumento significativo en el porcentaje de alumnos aprobados en estas asignaturas cuando se utilizó GeoGebra, lo que confirma su efectividad como herramienta educativa para mejorar el rendimiento académico y la comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de ingeniería.
----	---------	---	--	--	--	----------	---

2024

14	Google Académico	Universidad de El Salvador Sistema Bibliotecario	Karen Brizeida Campos De Espinoza; David Omar Espinoza Cortez;	Propuesta de una secuencia didáctica para el desarrollo del Contenido “volumen de sólidos de revolución como aplicación De la integral definida” utilizando GeoGebra como herramienta	Enfoque Mixto Metodología cualitativa-cuantitativa	GeoGebra, Tracker	El estudio concluye que la utilización de GeoGebra y Tracker facilita la comprensión de los conceptos de volúmenes de sólidos de revolución en los estudiantes de cálculo integral. La propuesta de secuencia didáctica, basada en el método ELI (Enseñanza Libre de Improvisación), permitió a los estudiantes visualizar mejor los sólidos de revolución y plantear correctamente las integrales definidas necesarias para calcular sus volúmenes. Los resultados de las encuestas a docentes y estudiantes indicaron que las herramientas tecnológicas no solo mejoraron la comprensión del contenido, sino que también
----	------------------	--	--	---	--	-------------------	--

www.ucacue.edu.ec

Tecnológica para
estudiante del
ciclo ii de cálculo
integral en
La carrera de
ingeniería en la
universidad Don
Bosco

aumentaron la motivación y el interés de los
estudiantes en el tema. La secuencia didáctica
propuesta se considera un recurso efectivo
para optimizar el proceso de enseñanza-
aprendizaje de este contenido matemático
complejo.

15	Google Académico	Revista Digital: Matemática, Educación e Internet	María Fernanda Mora Casasola; 2023	Implementación de recursos educativos digitales, una revisión sistemática desde la enseñanza del	Enfoque Cualitativo Revisión sistemática	Wolfram Mathematica, Moodle, GeoGebra, Matlab	El estudio realizó una revisión sistemática de treinta artículos sobre el uso de recursos educativos digitales en la enseñanza del cálculo diferencial entre 2018 y 2022 en América Latina. Los resultados destacaron la creciente sistematización de experiencias relacionadas con el uso de estos recursos y la
----	------------------	---	------------------------------------	--	--	---	---

Calculo
Diferencial

importancia de su incorporación para romper con los paradigmas tradicionales de la enseñanza del cálculo. Se encontró que los recursos digitales, como Wólffram Alpha, Mathematica, Moodle, GeoGebra y Matlab, han sido efectivos para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos y el rendimiento académico de los estudiantes. La revisión también subrayó la necesidad de proporcionar recursos económicos adecuados para adquirir el equipo necesario, promover la formación de profesores en el uso de estos recursos y asegurar que su implementación se adapte a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

www.ucacue.edu.ec

16	Google Académico	Revista de Climatología Edición Especial Ciencias Sociales	Matilde Peña Casa; Luisa Graciela Urure Tejada; Danny Domínguez Pillaca; 2024	Programa visualización gráfica con GeoGebra para estudiantes de ingeniería	Enfoque Cualitativo Revisión sistemática con enfoque descriptivo	GeoGebra	La revisión sistemática destacó que la utilización de GeoGebra contribuye de manera significativa a la resolución de problemas y se posiciona como una herramienta estratégica en el aprendizaje del cálculo integral. GeoGebra facilita la adquisición de lenguaje formal, la construcción del modelo, su resolución e interpretación, y la aplicación del modelo. Se concluyó que GeoGebra permite a los estudiantes analizar los contenidos matemáticos en un tiempo reducido, mejorando el rendimiento académico y desarrollando competencias matemáticas clave para su futura profesión. Se sugiere ampliar la aplicación de esta herramienta en otras
----	------------------	--	---	--	--	----------	---

carreras para complementar el proceso de formación.

17	Google Académico	Investigación y Educación	Héctor Epifanio Basilio Marcelo; Moisés Bernardino Núñez Cerrón; Arturo Donato Espinoza Casas; Fernando	Desmos y gráfica de funciones en estudiantes de Ciencias Matemáticas e Informática	Enfoque Cuantitativo Diseño cuasiexperimental	Desmos	La aplicación del software Desmos influye positivamente en el aprendizaje del tema de gráfica de funciones en los estudiantes del tercer semestre de Ciencias Matemáticas e Informática de la UNCP. El grupo que utilizó Desmos obtuvo promedios significativamente mayores en comparación con el grupo que no usó este software. El estudio mostró que Desmos permite una mejor visualización y comprensión de funciones lineales, cuadráticas y trigonométricas, lo que resultó en un rendimiento académico superior y una mayor motivación entre los estudiantes.
----	------------------	---------------------------	---	--	---	--------	--

Cárdenas
Escobar;
Beatriz
Pariona
Ortega;
2023

18	Google Académico	Dominio de las Ciencias	Maritza Elizabeth Castro Mayorga; Angélica Cristina Sánchez Rosero; Ligia	Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos	Enfoque Cualitativo Revisión documental	Herramientas de visualización de datos (no se especifican herramientas en concreto)	El uso de recursos didácticos y herramientas de visualización de datos en la enseñanza del cálculo integral mejora significativamente la comprensión y el rendimiento de los estudiantes. La implementación de materiales didácticos visuales ayuda a resolver problemas matemáticos de manera gráfica, fortaleciendo los procesos cognitivos y facilitando la asimilación de conceptos complejos. La
----	------------------	-------------------------	---	---	---	---	---

Diana Rosero

Pazmiño;

2023

literatura consultada destaca la importancia del cálculo integral y sus diversas aplicaciones en ingeniería, economía y la vida cotidiana, subrayando que los recursos visuales son esenciales para un aprendizaje efectivo en estas áreas.

19	Dialnet	Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional	Enrry José Cox Figueroa; Josefina del Carmen Salas Giler; Marta Gema Espinoza Sánchez; José Ricardo	Aplicación de DESMOS para la enseñanza de funciones exponenciales	Enfoque Cuantitativo Diseño cuasiexperimental	Desmos	El estudio concluyó que la aplicación del software Desmos para la enseñanza de funciones exponenciales mejoró significativamente el rendimiento académico de los estudiantes. El grupo que utilizó Desmos mostró un incremento del 14.1% en sus calificaciones en comparación con el método tradicional. Los resultados sugieren que Desmos facilita la comprensión de
----	---------	---	---	---	---	--------	--

Macias
Barberán;
2023

funciones exponenciales al permitir una visualización interactiva y dinámica de las gráficas, lo que contribuye a un mejor entendimiento y motivación de los estudiantes.

20 Google Journal of Franklin Influencia del Enfoque Matlab
Académico business and Taípe Florez; Matlab en el Cuantitativo-
entrepreneurial 2021 aprendizaje de la cualitativo
studie transferencia de Diseño
calor en alimentos cuasiexperimental

El estudio determinó que el uso de Matlab influyó positivamente en el aprendizaje de la transferencia de calor en alimentos en estudiantes de ingeniería agroindustrial. Los resultados del post-test mostraron que el grupo experimental, que utilizó Matlab, tuvo una mejora significativa en comparación con el grupo control. La diferencia en las calificaciones fue de 2.21 puntos, evidenciando que el uso de Matlab facilita la comprensión de conceptos complejos y mejora

el rendimiento académico en la transferencia de calor en alimentos.

21	Google Académico	PARADIGMA	Orlando Antonio Ruiz Álvarez; Domingo Felipe Arauz Chévez; Enmanuel de Jesús Palma Gómez; 2022	Aprendizaje de las sumas de Riemann con el uso de Excel y GeoGebra	Enfoque Cualitativo Estudio exploratorio	Excel, GeoGebra	El estudio concluyó que el uso de Excel y GeoGebra facilita el aprendizaje de las sumas de Riemann en estudiantes de matemática educativa y computación. Los estudiantes pudieron calcular áreas bajo la curva de manera accesible y efectiva, utilizando estos softwares. La experiencia demostró que ambas herramientas permiten una mejor comprensión y aplicación de las sumas de Riemann, y se sugirió continuar experimentando en otros dominios del cálculo integral y contextos educativos similares.
----	------------------	-----------	--	--	--	-----------------	---

22	Google Académico	Repositorio Institucional Universidad Sergio Arboleda	Laura Vanessa Gómez Bermeo; Ivonne Patricia Piñeros Veloza; Lady Andrea Ibáñez Castelblanco; Luisa Fernanda Beltrán; Luz Angélica	Una mirada humana del proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial durante la pandemia	Enfoque Mixto (cuali-cuantitativa)	Uso de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), plataforma virtual Zoom, Google Forms.	La implementación del Proyecto Émilie durante la pandemia, mediante el uso de TIC y metodologías innovadoras como el aprendizaje basado en problemas, contextualización, y aprendizaje activo, resultó en una experiencia educativa positiva para los estudiantes. Las encuestas y entrevistas revelaron una alta satisfacción con la metodología empleada, destacando la mejora en la autonomía y la confianza de los estudiantes. La interacción constante y la personalización del aprendizaje mediante el uso de herramientas tecnológicas fueron elementos clave para el éxito del curso. Las estrategias innovadoras contribuyeron al desarrollo de competencias cognitivas,
----	------------------	---	---	--	------------------------------------	--	--

Prado Tejada;

2022

afectivas e investigativas, demostrando la importancia de continuar con estas prácticas más allá del contexto de la pandemia.

23	Google Académico	Repositorio Universidad Nacional del Centro del Perú	Javier Eduardo Hospina De La Calle	Software Matlab y aprendizaje de las aplicaciones de la integral definida en estudiantes del Instituto Tecnológico San Pedro, Huancayo	Enfoque Explicativo Diseño Cuasiexperimental.	MATLAB	La investigación demostró que el uso del software MATLAB influyó significativamente en el aprendizaje de las aplicaciones de la integral definida. Los estudiantes del grupo experimental, que usaron MATLAB, mostraron un aumento significativo en su rendimiento comparado con el grupo control. El porcentaje de estudiantes aprobados en el grupo experimental fue del 100% en el post test, evidenciando mejoras en el aprendizaje de áreas de regiones planas, volúmenes de sólidos de revolución y longitudes de arco.
----	------------------	--	------------------------------------	--	---	--------	---

24	REPXOS	Repositorio UCI	Rojas Taño Amílcar; 2022	Alternativa didáctica para contribuir a la significatividad en el aprendizaje del cálculo diferencial e integral en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas	Enfoque Mixto cualitativo - cuantitativo	wxMaxima, DERIVE, y GeoGebra	La implementación de la alternativa didáctica propuesta mostró una notable mejora en la comprensión conceptual de los estudiantes sobre el cálculo diferencial e integral, incrementando su motivación e interés en estos temas gracias al uso de herramientas tecnológicas y la resolución de problemas contextualizados. Además, se observó un desarrollo significativo de habilidades de pensamiento lógico y algorítmico, así como competencias en el uso de herramientas informáticas. Estos factores contribuyeron a una mejora en los resultados académicos, con un aumento en los índices de promoción y retención en las asignaturas relacionadas,
----	--------	-----------------	--------------------------------	--	--	------------------------------------	---

preparando de manera más integral a los
estudiantes para enfrentar problemas reales en
su futura práctica profesional.

Fuente: Elaboración propia (2024)

www.ucacue.edu.ec

Cuenca: Av. de las Américas y Tarqui. 📞 **Telf:** 2830751, 2824365, 2826563 **Azogues:** Campus Universitario "Luis Cordero El Grande", (Frente al Terminal Terrestre).
📞 **Telf:** 593 (7) 2241 - 613, 2243-444, 2245-205, 2241-587 **Cañar:** Calle Antonio Ávila Clavijo. 📞 **Telf:** 072235268, 072235870 **San Pablo de la Troncal:** Cdla. Universitaria
km.72 Quinceava Este y Primera Sur 📞 **Telf:** 2424110 **Macas:** Av. Cap. José Villanueva s/n 📞 **Telf:** 2700393, 2700392

La Tabla 2, proporciona una visión integral sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, destacando tanto sus beneficios como los desafíos asociados. Los estudios recopilados en la tabla indican que herramientas como GeoGebra, MATLAB y Desmos mejoran significativamente la comprensión de conceptos matemáticos complejos y el rendimiento académico de los estudiantes. Estas herramientas permiten una visualización interactiva y práctica de temas abstractos, facilitando una mayor comprensión y aplicación de los principios del cálculo integral y diferencial.

Los beneficios específicos incluyen el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y un aumento en la motivación y participación de los estudiantes. Por ejemplo, el estudio de Navarrete Villavicencio et al. (2022) muestra que el uso de GeoGebra en la enseñanza del cálculo integral ayuda a los estudiantes a desarrollar nuevos conceptos y conocimientos mediante gráficos en dos y tres dimensiones. Además, las herramientas informáticas ofrecen una retroalimentación inmediata y personalizada, lo que fomenta el aprendizaje autónomo y continuo fuera del aula.

No obstante, la implementación de estas herramientas enfrenta varios desafíos. La falta de infraestructura tecnológica adecuada, como computadoras y conexiones a internet de alta velocidad, es una barrera significativa que puede limitar el acceso y la efectividad de estas tecnologías. Además, la capacitación insuficiente de los docentes para utilizar estas herramientas de manera eficiente y la desigualdad en el acceso a la tecnología entre los estudiantes pueden crear una brecha digital, afectando negativamente el rendimiento académico. Estos problemas son mencionados en varios estudios, incluyendo el de (Arenas, Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo, 2022) que señala la necesidad de un análisis pedagógico más detallado para mejorar la efectividad de las herramientas tecnológicas.

Aunque las herramientas informáticas ofrecen numerosos beneficios para la enseñanza del cálculo diferencial e integral, es crucial abordar los desafíos para maximizar su impacto positivo.

Esto incluye proporcionar la infraestructura tecnológica necesaria, capacitar adecuadamente a los docentes y asegurar un acceso equitativo a estas tecnologías para todos los estudiantes. Al superar estos obstáculos, se puede optimizar el aprendizaje y mejorar significativamente los resultados académicos en la educación matemática.

4.1 DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación fueron sistematizados y se muestran los principales hallazgos de los estudios sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, que demuestran la efectividad de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Estas herramientas incluyen GeoGebra, MATLAB, Mathematica y Desmos, cada una con sus particularidades y beneficios específicos en el contexto educativo. Se detallan los hallazgos organizados según cada herramienta analizada, destacando sus contribuciones, limitaciones y el impacto en el rendimiento académico y la comprensión conceptual de los estudiantes.

4.1.1 GeoGebra

4.1.1.1 Efectividad y beneficios:

GeoGebra se ha destacado como una herramienta poderosa para la enseñanza del cálculo integral. Según Navarrete Villavicencio et al. (2022)), GeoGebra facilita la resolución de problemas al permitir la representación gráfica de áreas bajo curvas, sólidos de revolución y longitudes de arcos. Este enfoque interactivo ayuda a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda y visual de los conceptos matemáticos.

En el estudio de Martínez Miraval et al. (2024), se encontró que GeoGebra potencia diversas formas de razonamiento y fomenta la colaboración entre estudiantes. La posibilidad de manipular

gráficos en dos y tres dimensiones permite a los estudiantes explorar diferentes escenarios y construir conocimientos de manera activa.

4.1.1.2 Impacto en el rendimiento académico:

Los resultados indican que los estudiantes que utilizan GeoGebra muestran mejoras significativas en su rendimiento académico. Salgado Friol et al. (2020) reportaron que los estudiantes del grupo experimental que utilizaron GeoGebra tuvieron un mayor porcentaje de aprobados en comparación con el grupo control. (Arenas, 2021) también destacó que la implementación de GeoGebra mejoró las habilidades específicas del cálculo diferencial e integral, lo que se reflejó en mejores calificaciones y una mayor retención de conceptos.

4.1.1.3 Desafíos y limitaciones:

A pesar de sus beneficios, la implementación de GeoGebra enfrenta varios desafíos. (Benitez Mesa & Bueno Largo, 2022) señalaron que la falta de infraestructura tecnológica adecuada, como computadoras y conexiones a Internet de alta velocidad, puede limitar el acceso y la efectividad de esta herramienta. Además, la capacitación docente es esencial para maximizar el impacto de GeoGebra en el aula, ya que muchos profesores carecen de la formación necesaria para utilizarla de manera eficiente (Guamán Azas, 2019).

4.1.2 MATLAB

4.1.2.1 Efectividad y beneficios:

MATLAB es ampliamente utilizado en la educación matemática e ingeniería debido a sus capacidades avanzadas de cálculo simbólico y numérico. Celi Párraga et al. (2022) y (Roncancio, 2023) destacan que MATLAB facilita la resolución de problemas matemáticos complejos y mejora la comprensión de conceptos abstractos, como las derivadas y las integrales. La capacidad de

MATLAB para realizar cálculos precisos y visualizar datos de manera interactiva lo convierte en una herramienta invaluable para la enseñanza del cálculo.

4.1.2.2 Impacto en el rendimiento académico:

Los estudios de Calcina Cuevas et al. (2024) y (Florez, 2021) demuestran que los estudiantes que utilizan MATLAB obtienen mejores calificaciones en exámenes y tareas relacionadas con el cálculo. La diferencia de puntuaciones medias en los grupos experimentales sugiere una mejora significativa en el rendimiento académico debido al uso de esta herramienta. Además, la implementación de MATLAB permitió a los estudiantes comprender mejor los conceptos y aplicaciones prácticas del cálculo diferencial e integral.

4.1.2.3 Desafíos y limitaciones:

La implementación de MATLAB enfrenta barreras similares a las de GeoGebra. La falta de infraestructura tecnológica y la capacitación insuficiente de los docentes son desafíos críticos. (Guamán Azas, 2019) señala que muchos docentes carecen de la formación necesaria para utilizar MATLAB de manera efectiva, lo que puede limitar su impacto en el aula. Además, el costo asociado con la licencia de MATLAB puede ser una barrera para algunas instituciones educativas.

4.1.3 Mathematica

4.1.3.1 Efectividad y beneficios:

Mathematica es reconocido por su capacidad para realizar cálculos simbólicos y numéricos con gran precisión y eficiencia. (Casasola, 2023) y (Barradas Arenas, 2023) destacan que Mathematica facilita la manipulación y simplificación de ecuaciones complejas, lo que contribuye a una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. La posibilidad de trabajar con

expresiones matemáticas de manera simbólica permite a los estudiantes explorar y comprender mejor los principios del cálculo diferencial e integral.

4.1.3.2 Impacto en el rendimiento académico:

Los estudios indican que Mathematica mejora el rendimiento académico de los estudiantes al proporcionar herramientas avanzadas de visualización y cálculo. La revisión de (Casasola, 2023) subraya que el uso de Mathematica está asociado con mejores resultados académicos y una mayor comprensión de los conceptos del cálculo diferencial. Los estudiantes que utilizan Mathematica pueden visualizar funciones y soluciones de manera interactiva, lo que facilita el aprendizaje y la retención de conocimientos.

4.1.3.3 Desafíos y limitaciones:

Similar a otras herramientas, la implementación de Mathematica enfrenta desafíos relacionados con la infraestructura tecnológica y la capacitación docente. La necesidad de equipos y software específicos puede limitar su accesibilidad en algunas instituciones educativas. Además, la complejidad de Mathematica puede requerir una formación más intensiva para que los docentes y estudiantes puedan utilizarlo de manera efectiva.

4.1.4 Desmos

4.1.4.1 Efectividad y beneficios:

Desmos es una calculadora gráfica en línea que permite la visualización interactiva de funciones matemáticas. (Maldonado, 2020) y Cox Figueroa et al. (2023) encontraron que el uso de Desmos mejora significativamente la comprensión de conceptos como la derivada y las funciones exponenciales. La interactividad y la capacidad de animar funciones facilitan la comprensión de conceptos abstractos, lo que es crucial para el aprendizaje del cálculo diferencial.

4.1.4.2 Impacto en el rendimiento académico:

Los estudios de Basilio Marcelo et al. (2023) muestran que los estudiantes que utilizan Desmos tienen un rendimiento académico superior en comparación con aquellos que no utilizan esta herramienta. La visualización interactiva y la retroalimentación inmediata proporcionadas por Desmos contribuyen a un mejor desempeño en los exámenes y tareas. Los estudiantes pueden experimentar con diferentes parámetros y observar los efectos en tiempo real, lo que enriquece su comprensión y habilidades de resolución de problemas.

4.1.4.3 Desafíos y limitaciones:

A pesar de sus beneficios, Desmos también enfrenta desafíos relacionados con el acceso a la tecnología y la formación de los docentes. La resistencia al cambio en los métodos de enseñanza y la falta de infraestructura adecuada son barreras importantes para la implementación efectiva de Desmos en el aula. Además, la necesidad de dispositivos compatibles y una conexión a Internet estable puede limitar su uso en algunos contextos educativos.

4.2 Futuras Tendencias y Recomendaciones

4.2.1 Avances tecnológicos:

El uso de inteligencia artificial, realidad aumentada y plataformas de aprendizaje adaptativo promete revolucionar la enseñanza del cálculo. Estas tecnologías pueden proporcionar una personalización del aprendizaje sin precedentes, adaptándose a las necesidades individuales de cada estudiante. (Arteaga Marín, 2022) sugiere que la inteligencia artificial puede analizar el rendimiento de los estudiantes en tiempo real, identificar áreas de dificultad y adaptar el contenido y las estrategias de enseñanza a las necesidades individuales.

4.3 Recomendaciones para la práctica educativa:

Los hallazgos de este estudio sugieren que la incorporación de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo no solo mejora el rendimiento académico de los estudiantes, sino que también promueve un aprendizaje más profundo y significativo. Estos resultados tienen implicaciones directas para el diseño curricular, ya que es necesario considerar la inclusión de software educativo como una parte integral del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, es recomendable que los docentes sean capacitados no solo en el uso técnico de estas herramientas, sino también en estrategias pedagógicas que maximicen su potencial educativo. Es fundamental que las instituciones educativas inviertan en infraestructura tecnológica adecuada y en la capacitación docente para maximizar los beneficios de las herramientas informáticas, garantizando además un acceso equitativo a estas tecnologías para todos los estudiantes.

La implementación de estrategias de formación continua para los docentes puede ayudar a superar las barreras relacionadas con la falta de capacitación (Orrala Figueroa & Coronel Suarez, 2022).

5 CONCLUSIONES

El uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral ha demostrado ser altamente efectivo para mejorar la comprensión de conceptos abstractos. Herramientas como GeoGebra, MATLAB, Maple, Mathematica y Desmos permiten la visualización interactiva y la manipulación de funciones y gráficos, lo cual facilita una comprensión más profunda y aplicada de los principios matemáticos. Esta capacidad de interactuar con el material de manera visual y dinámica ayuda a los estudiantes a internalizar conceptos que de otro modo podrían resultar muy abstractos y difíciles de entender.

La implementación de estas herramientas informáticas ha llevado a una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes. Estudios revisados muestran que aquellos que utilizan estas tecnologías en su aprendizaje tienen un mejor desempeño en exámenes y tareas, y una mayor retención de los conceptos aprendidos. Esto sugiere que las herramientas informáticas no solo ayudan a comprender mejor el material, sino que también refuerzan el aprendizaje a largo plazo.

Además de mejorar la comprensión y el rendimiento académico, las herramientas informáticas fomentan el desarrollo de habilidades críticas de resolución de problemas. A través del uso de simulaciones y modelos matemáticos, los estudiantes pueden experimentar con diferentes métodos y enfoques para resolver problemas de cálculo. Esto no solo mejora su capacidad para abordar problemas matemáticos, sino que también los prepara mejor para aplicar estas habilidades en contextos reales y profesionales, incrementando así su competencia y confianza en el uso de las matemáticas.

El uso de herramientas informáticas tiene un impacto positivo en la motivación y actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje del cálculo. La interactividad y el carácter lúdico de muchas aplicaciones educativas hacen que el aprendizaje sea más atractivo y menos intimidante. Los estudiantes que utilizan estas herramientas tienden a mostrar una mayor participación y

entusiasmo, lo que se traduce en un compromiso más profundo con el material de estudio. Sin embargo, para maximizar estos beneficios, es crucial abordar desafíos como la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación docente y el acceso equitativo a la tecnología.

Finalmente, la revisión sistemática de la literatura realizada en esta investigación se centra en evaluar de manera exhaustiva y crítica la evidencia disponible sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Este enfoque metodológico ha permitido identificar, analizar y sintetizar estudios relevantes, revelando no solo la efectividad de tecnologías como GeoGebra y MATLAB para mejorar la comprensión conceptual y el rendimiento académico de los estudiantes, sino también los desafíos asociados con su implementación, como la necesidad de infraestructura adecuada y capacitación docente.

6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda integrar sistemáticamente herramientas informáticas como GeoGebra, MATLAB y Desmos en el currículo de enseñanza del cálculo diferencial e integral. Esta integración debe ser planificada para que las tecnologías mencionadas se conviertan en componentes esenciales del proceso educativo, mejorando así la comprensión y el rendimiento académico de los estudiantes.
- Realizar programas de formación continua para los docentes que utilizarán estas herramientas. Estos programas deben enfocarse en desarrollar tanto las habilidades técnicas como las competencias pedagógicas necesarias para que los educadores puedan implementar eficazmente estas tecnologías en sus métodos de enseñanza, asegurando una transición fluida hacia el uso de estas herramientas.
- Desarrollar e implementar un plan de mejora de la infraestructura tecnológica, garantizando el acceso equitativo a las herramientas informáticas para todos los estudiantes y docentes. Este plan debe incluir la inversión en la actualización y mantenimiento regular de equipos tecnológicos, asegurando que estos sean compatibles con las últimas versiones de software educativo y que la tecnología se mantenga relevante y funcional.
- Utilizar las herramientas informáticas para personalizar y adaptar el aprendizaje a las necesidades de los estudiantes. Esto no solo mejorará la comprensión de conceptos complejos de cálculo, sino que también fomentará un entorno educativo más dinámico, basado en la colaboración y el aprendizaje activo, lo cual incrementará la motivación y el compromiso de los estudiantes con el proceso educativo.
- Se recomienda que futuros investigadores y educadores realicen revisiones sistemáticas de la literatura al implementar herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Este enfoque proporciona evidencia sólida sobre la efectividad de diversas tecnologías educativas, permitiendo identificar las mejores prácticas y los desafíos

en su aplicación. Al seguir un protocolo riguroso con criterios claros de inclusión y exclusión, los estudios serán más transparentes y replicables, facilitando la comparación de resultados. Además, estas revisiones servirán como recursos valiosos para educadores y responsables de políticas, ayudando a tomar decisiones informadas que optimicen el aprendizaje en diversos contextos educativos.

7 REFERENCIAS

- Arteaga Marín, M. I. (2022). *digitum.um.es*. Obtenido de digitum.um.es:
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/127303/1/Tesis-MyriamArteaga--TapaDura.pdf>
- Barradas Arenas, U. D. (2023). Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.
- Basilio Marcelo, H. E., Núñez Cerrón, M. B., Espinoza Casas, A. D., Cárdenas Escobar, F., & Pariona Ortega, B. (2023). Desmos y gráfica de funciones en estudiantes de Ciencias Matemáticas e Informática. *Investigación y Educación*, 27-39.
- Herrera, H., Moreno Beltrán, R., & Cuesta Borges, A. (2024). Múltiples Representaciones en un curso de Cálculo Diferencial de Bachillerato a través del Microlearning. *Revista de Investigación en Educación Matemática*, 87-110. Obtenido de
<https://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/redimat/article/view/11314/4544>
- Martínez Rojas, L. F. (28 de 11 de 2022). *ciencia.lasalle.edu.co*. Obtenido de ciencia.lasalle.edu.co:
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1095&context=doct_educacion_sociedad
- Mora Casasola, M. F. (2023). Implementación de recursos educativos digitales, una revisión sistemática desde la enseñanza del Cálculo Diferencial. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 1-18. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6079/607974617004/607974617004.pdf>
- Salazar, A., & Temistocles, M. (22 de 07 de 2022). *repositorio.espe.edu.ec*. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec: <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/32541/T-ESPSD-003229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alcántara, W. M., & Pérez González, O. L. (2024). Formación conceptual y tecnologías digitales en el Cálculo Diferencial para Ingeniería. *VARONA*.
- Arenas, U. D. (2021). Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.
- Arenas, U. D. (2022). Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 1-27.
- B. Booc, N. B., D. Ringcunada, E. J., Q. Justiniani, A. M., N. Arevalo, J. M., Chao Nui, J. P., Mora, R. C., . . . Subingsubing, E. T. (2024). Computational Skills in Solving Application Problems Involving Basic Differentiation Rules in Differential Calculus: An Explanatory Sequential Study. *EJTAS*, 367-374.
- Ballesteros Ballesteros, V. A., Lozano Forero, S., & Rodríguez Cardoso, Ó. I. (2020). Noción de aproximación del área bajo la curva utilizando la aplicación Calculadora Gráfica de GeoGebra. *Praxis & Saber*.
- Benitez Mesa, A. C., & Bueno Largo, R. A. (2022). *repository.unipiloto.edu.co*. Obtenido de repository.unipiloto.edu.co:
<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11996/Proyecto%20de%20investigaci%C3%B3n%20Esp%20Docencia%20Universitaria%202022.pdf?sequence=1>
- Berber Palafox, R., Martínez Moreno, M., González Briones, J., Velázquez Sánchez, L. E., & Moreno Ramírez, R. E. (2024). Uso de GeoGebra en el Aprendizaje de Matemáticas en la Ingeniería. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2012-2027.

- Caiza Guachi, L. A., & Puco Almeida, A. I. (29 de 07 de 2022). *repositorio.espe.edu.ec*. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec: <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/32541/T-ESPESD-003229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calcina Cuevas, S. C., Vilca Miranda, A., Pandia Villanueva, F. L., & Machaca Huancollo, W. (2024). Influencia del software Matlab en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios, 2023. *PURISUM*, 35-41.
- Calle, J. E. (01 de 01 de 2022). *repositorio.uncp.edu.pe*. Obtenido de repositorio.uncp.edu.pe: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/9205>
- Campos de Espinoza, K. B., & Espinoza Cortez, D. O. (01 de 09 de 2024). *oldri.ues.edu.sv*. Obtenido de oldri.ues.edu.sv: <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/34956/>
- Casasola, M. F. (2023). Implementación de recursos educativos digitales, una revisión. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 1-18.
- Castro Mayorga, M. E., Sánchez Rosero, A. C., & Rosero Pazmiño, L. D. (2023). Cálculo visual de integrales utilizando recursos didácticos. *Dominio de las Ciencias*, 375-387.
- Celi Párraga, R. J., Sarmiento Saavedra, J. C., Boné Andrade, M. F., & Puyol Cortez, J. L. (2022). Programación con Matlab En La Enseñanza Del Cálculo Diferencial. *G-NER@NDO*, 198–209.
- Córdova Rodas, J. A., & Espinoza Delgado, A. S. (01 de 03 de 2023). *dspace.ucuenca.edu.ec*. Obtenido de dspace.ucuenca.edu.ec: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/41230/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n..pdf>
- Cox Figueroa, E. J., Salas Giler, J. d., Espinoza Sánchez, M. G., & Macías Barberán, J. R. (2023). Aplicación de DESMOS para la enseñanza de funciones exponenciales. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 372-383.
- Cumpston, M. S., McKenzie, J. E., Welch, V. A., & Brennan, S. E. (2022). Strengthening systematic reviews in public health: guidance in the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions, 2nd edition. *JOURNAL OF PUBLIC HEALTH*, 588–592.
- Florez, F. T. (2021). Influencia del Matlab en el aprendizaje de la transferencia de calor en alimentos. *Journal of business and entrepreneurial studie*.
- Gómez Bermeo, L. V., Piñeros Veloz, I. P., Ibáñez Castelblanco, L. A., Beltrán, L. F., & Prado Tejada, L. A. (2022). Una mirada humana del proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial durante la pandemia. En R. N. Calderón, *SEGURIDAD, MIGRACIÓN Y EDUCACIÓN EN TIEMPOS DE PANDEMIA* (págs. 167-199). Bogotá : Fondo de publicaciones Universidad Sergio Arboleda.
- Grijalva, P. K., Cornejo, G. E., Gómez, R. R., Real, K. P., & Fernandez, A. (2019). Herramientas colaborativas para revisiones sistemáticas. *Revista Espacios*, 9-18.
- Guamán Azas, E. G. (2019). *repositorio.uta.edu.ec*. Obtenido de repositorio.uta.edu.ec: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30860/1/1804731592_Evelyn_Gissell_Guaman_Azas.pdf
- Ilgua Caizaguano, M. J. (08 de 2023). *dspace.epoch.edu.ec*. Obtenido de dspace.epoch.edu.ec: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/19949/1/20T01755.pdf>
- Maldonado, E. R. (2020). La comprensión de conceptos fundamentales del cálculo mediante Desmos. Una intervención. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.

- Martínez-Miraval, M. A., García Cuéllar, D. J., & Poveda, W. E. (2024). Explorando estrategias de resolución de problemas en cálculo integral con GeoGebra: un enfoque colaborativo. *Formación universitaria*, 161-172.
- Molero Jurado, M. D., Barragán Martín, A. B., Martos Martínez, Á., Gázquez Linares, J. J., & Pérez-Fuentes, M. D. (2021). *Manual Práctico para la Realización de una Revisión Sistemática*. España: Editorial Universidad de Almería.
- Mora Casasola, M. F. (2023). Implementación de recursos educativos digitales, una revisión sistemática desde la enseñanza del Cálculo Diferencial. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 1-18. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6079/607974617004/html/>
- Moraga, J., & Cartes Velásquez, R. (2015). PAUTAS DE CHEQUEO, PARTE II: QUOROM Y PRISMA. *Revista chilena de cirugía*, 325-330.
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 184-186.
- Navarrete Villavicencio, M. V., Merino Córdova, P. A., Estupiñán Cox, B. F., & Caicedo Márquez, J. A. (2022). Geogebra como herramienta tecnológica-didáctica en el aprendizaje del cálculo integral. *Sapientia: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 902-910.
- Oña Pérez, C. D. (2023). *repositorio.uasb.edu.ec*. Obtenido de [repositorio.uasb.edu.ec](https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9343/1/T4099-METIC-O%C3%B1a-Investigacion.pdf): <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9343/1/T4099-METIC-O%C3%B1a-Investigacion.pdf>
- Orrala Figueroa, W. D., & Coronel Suarez, M. (2022). *repositorio.upse.edu.ec*. Obtenido de [repositorio.upse.edu.ec](https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9030/1/UPSE-MET-2023-0002.pdf): <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9030/1/UPSE-MET-2023-0002.pdf>
- Ortega, J., Castañeda, C., Rivera Casavilca, R., Mencia Sanchez, N., Simon, M., & Navarro, I. (2024). Software GeoGebra y Aprendizaje del Cálculo Integral en Estudiantes de Ingeniería Civil - Universidad Nacional de Huancavelica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8019-8031.
- Peña Casa, M., Urure Tejada, L. G., & Dominguez Pillaca, D. (2024). Programa visualización gráfica con GeoGebra para estudiantes de ingeniería. *Revista de Climatología*, 465-473.
- Perry, R., Whitmarsh, A., Leach, V., & Davies, P. (2021). A comparison of two assessment tools used in overviews of systematic reviews: ROBIS versus AMSTAR-2. *Systematic Reviews*, 1-20.
- PRISMA . (01 de 01 de 2024). www.prisma-statement.org. Obtenido de www.prisma-statement.org: <https://www.prisma-statement.org/>
- Rico Segura, A. (2024). El Aprendizaje y La Enseñanza del Cálculo Diferencial: Perspectivas desde las Teorías APOE y Ontosemiótica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5949-5970.
- Rojas Taño, A. (2022). *repositorio.uci.cu*. Obtenido de [repositorio.uci.cu](https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/9911/1/Tesis%20Amilcar%201-10-2021.pdf): <https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/9911/1/Tesis%20Amilcar%201-10-2021.pdf>
- Rojas Taño, A., & Rodríguez Sosa, J. B. (2021). La significatividad del aprendizaje del cálculo diferencial e integral. *Varona. Revista Científico Metodológica*, 11-15.

- Roncancio, J. (2023). Uso del Toolbox Simulink de Matlab en la enseñanza del cálculo de la disponibilidad programada en un sistema de producción. *ACOFI*, 1-9.
- Ruiz Álvarez, O. A., Arauz Chévez, D. F., & Palma Gómez, E. d. (2022). Aprendizaje de las sumas de Riemann con el uso de Excel y GeoGebra. *Revista Paradigma*, 453 – 464.
- Salgado Friol, A. H., Ibáñez Fernández, M., Rigual Delgado, S. M., Ramírez Vale, R., Padrón Monzón, G., & López Escalona, E. (2020). Estrategia metodológica para el Cálculo Diferencial e Integral en la carrera “Sistemas de Información en Salud”. *Revista Cubana de Informática Médica*, 108-115.
- Stroup, D. F., Berlin, J. A., Morton, S. C., Olkin, I., Williamson, G. D., Rennie, D., . . . Thacker, S. B. (2000). Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA*, 2008–2012.
- Taño, A. R. (2022). Alternativa didáctica para contribuir a la significatividad en el aprendizaje del cálculo diferencial e integral en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. *XABAL REPXOS*.
- Vilca Pacco, R. (2019). *repositorio.unsa.edu.pe*. Obtenido de [repositorio.unsa.edu.pe](https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/07babae3-f79a-4f83-9859-063a88ef4b20/content):
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/07babae3-f79a-4f83-9859-063a88ef4b20/content>
- Yupa Zumba, K. M., & Jaramillo Gonzaga, R. A. (2022). *repositorio.unae.edu.ec*. Obtenido de [repositorio.unae.edu.ec](http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/2816/1/1.TESIS%20ECE%20YUPA%20-%20JARAMILLO.pdf):
<http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/2816/1/1.TESIS%20ECE%20YUPA%20-%20JARAMILLO.pdf>

Anexos

Anexo 1. Protocolo de Investigación

A. TÍTULO

El uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral: Una revisión sistemática de la literatura

B. DOMINIO, LÍNEA Y ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN

Tecnología de información y comunicación	Energía eléctrica y tecnologías de información para la innovación y el desarrollo sostenible	Inteligencia de negocio	
		Auditoría y seguridad informática	
		Gobierno de TI	
		Gestión de riesgo de TI	
		Redes y comunicación	x
		Inteligencia de requerimientos	
		Arquitectura de Desarrollo de Software	

C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enseñanza del cálculo diferencial e integral es fundamental en la formación de estudiantes en disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Sin embargo, la complejidad inherente de estos conceptos matemáticos puede presentar desafíos significativos para muchos estudiantes. En este contexto, el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo ha surgido como un enfoque potencialmente prometedor para mejorar la comprensión y el aprendizaje de estos temas.

A pesar del creciente interés en el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo, existe una falta de consenso sobre su efectividad y las mejores prácticas para su implementación. Además, la literatura existente en este ámbito puede ser dispersa y fragmentada, lo que dificulta la identificación de tendencias, enfoques comunes y lagunas en la investigación.

Por lo tanto, surge la necesidad de realizar una revisión sistemática de la literatura para analizar de manera integral el estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Esta revisión permitirá identificar los enfoques metodológicos utilizados, evaluar críticamente la efectividad de estas

herramientas en el aprendizaje del cálculo, y destacar posibles áreas para futuras investigaciones.

D. OBJETIVO GENERAL

Analizar de manera integral el estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, mediante una revisión sistemática de la literatura y a través de la identificación de tendencias, enfoques metodológicos y resultados encontrados en los estudios previos, evaluando críticamente la efectividad de las herramientas informáticas en el aprendizaje del cálculo y destacando posibles áreas para futuras investigaciones en este campo.

E. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una revisión del marco teórico relacionado con el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, abordando conceptos clave como las teorías de aprendizaje, modelos pedagógicos y las características de las herramientas informáticas utilizadas en este contexto.
2. Analizar de manera crítica los estudios seleccionados, extrayendo información relevante sobre los enfoques metodológicos utilizados, las herramientas informáticas empleadas, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas en relación con la enseñanza del cálculo.
3. Sintetizar los hallazgos de la revisión sistemática, destacando las tendencias identificadas, evaluando la calidad de la evidencia presentada en los estudios revisados y proponiendo posibles áreas para futuras investigaciones en el campo del uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral.

F. JUSTIFICACIÓN

La aplicación de los conceptos, teoremas, leyes, principios del cálculo diferencial e integral en la formación de los alumnos de nuestra carrera, Ingeniería en Sistemas de información y en otras ingenierías es fundamental, para comprender y resolver problemas de aplicación relacionados con el desarrollo curricular de nuestra especialidad

Por ende el uso de herramientas informáticas para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo es una estrategia que puede resultar útil y eficaz por que estas herramientas ofrecen la posibilidad de visualizar conceptos, realizar simulaciones, resolver problemas de manera interactiva y proporcionar retroalimentación inmediata, lo que puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda y significativa de los temas.

A pesar del interés creciente en el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo, existe una falta de consenso sobre su efectividad y las mejores prácticas para su implementación. Además, la investigación en este campo puede estar dispersa y fragmentada, lo que dificulta la identificación de tendencias y la síntesis de evidencia relevante.

Por lo tanto, esta revisión sistemática de la literatura se justifica como un medio para abordar estas preocupaciones y proporcionar una visión integral del estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Los hallazgos de esta revisión pueden informar a educadores, investigadores y diseñadores de políticas sobre las prácticas más efectivas en el uso de herramientas informáticas para mejorar el aprendizaje del cálculo, así como identificar áreas para futuras investigaciones y desarrollo en este campo.

G. ALCANCE

Se incluirán estudios que aborden una variedad de herramientas informáticas, tales como software de matemáticas, aplicaciones interactivas, simuladores, entre otros, utilizados en entornos educativos formales e informales.

Se limitará la búsqueda de estudios a aquellos publicados en idioma español e inglés, debido a las limitaciones de recursos y la disponibilidad de personal bilingüe para la revisión de la literatura. Además, se considerarán estudios publicados desde el año 2018 hasta la fecha de

realización de la revisión, con el objetivo de abordar la literatura más relevante y actualizada en este campo.

Los estudios incluidos en esta revisión serán aquellos que presenten resultados relacionados con la efectividad del uso de herramientas informáticas en la mejora del aprendizaje y la comprensión del cálculo diferencial e integral, así como aquellos que proporcionen resultados sobre las metodologías utilizadas y las experiencias de los estudiantes y educadores.

H. CONCEPTOS RELACIONADOS

Teorías del Aprendizaje

Son marcos conceptuales que explican cómo las personas adquieren conocimientos, habilidades y actitudes a lo largo de su vida, estas teorías buscan comprender los procesos mentales, emocionales y sociales que intervienen en el aprendizaje, así como identificar los factores que influyen en la efectividad de la enseñanza; algunas de las teorías del aprendizaje más conocidas incluyen el conductismo, el cognitivismo, el constructivismo y el conectivismo. (Barradas Arenas, 2023)

- **Conductismo:** Esta teoría se enfoca en el estudio de las respuestas observables y medibles del individuo ante estímulos del entorno. Según el conductismo, el aprendizaje es el resultado de asociaciones entre estímulos y respuestas, y se promueve mediante el refuerzo positivo y la repetición de comportamientos deseados. (Mora Casasola, 2023)
- **Cognitivismo:** se centra en los procesos mentales internos que están involucrados en el aprendizaje, como la atención, la memoria, la comprensión y la resolución de problemas. Según el cognitivismo, el aprendizaje se produce a través de la asimilación de nueva información con conocimientos previos y la elaboración de significados a partir de esta interacción. (Barradas Arenas, 2023)
- **Constructivismo:** Sostiene que el aprendizaje es un proceso activo y personal en el que los individuos construyen su propio conocimiento a través de la interacción con el entorno y la reflexión sobre sus experiencias. En esta teoría, se enfatiza el papel del estudiante como constructor de su propio aprendizaje, y se promueven enfoques educativos centrados en la resolución de problemas, la exploración y la colaboración. (Caiza Guachi & Puco Almeida, 2022)

- **Conectivismo:** Es una teoría del aprendizaje que surge en el contexto digital y de redes sociales. Propone que el aprendizaje ocurre a través de conexiones en redes sociales y tecnológicas, y que los individuos deben desarrollar habilidades para gestionar y aprovechar estas conexiones de manera efectiva. En esta teoría, se valora la capacidad de acceder a información y recursos en línea, así como de participar en comunidades de aprendizaje en línea. (Caiza Guachi & Puco Almeida, 2022)

Tecnologías de la Información en la Educación

Las Tecnologías de la Información (TI) en la Educación se refieren al conjunto de herramientas, recursos y aplicaciones tecnológicas utilizadas para facilitar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles educativos. Estas tecnologías abarcan una amplia gama de dispositivos y software, desde computadoras y tabletas hasta aplicaciones educativas y plataformas de aprendizaje en línea. (Yupa Zumba & Jaramillo Gonzaga, 2022)

El uso de las TI en la educación ha transformado la forma en que se enseña y se aprende, ofreciendo nuevas oportunidades para personalizar la enseñanza, fomentar la colaboración entre estudiantes y facilitar el acceso a recursos educativos. (Oña Pérez, 2023)

Algunos ejemplos de tecnologías de la información en la educación incluyen:

- **Software Educativo:** Aplicaciones diseñadas específicamente para el aprendizaje de diferentes temas y habilidades, que van desde juegos interactivos hasta simuladores de laboratorio virtual. (Rico Segura, 2024)
- **Plataformas de Aprendizaje en Línea:** Sistemas en línea que permiten la entrega de contenido educativo, la interacción entre estudiantes y profesores, la evaluación y el seguimiento del progreso del aprendizaje. (Oña Pérez, 2023)
- **Recursos Multimedia:** Contenido digital como videos, animaciones, audios y presentaciones que enriquecen el proceso de enseñanza y facilitan la comprensión de conceptos complejos. (Rico Segura, 2024)
- **Herramientas de Colaboración:** Aplicaciones y plataformas que permiten a los estudiantes trabajar juntos en proyectos, compartir recursos y comunicarse de manera efectiva, independientemente de su ubicación geográfica. (Arteaga Marín, 2022)

Herramientas tecnológicas como apoyo en la enseñanza del cálculo

ofrecen un valioso apoyo en la enseñanza del cálculo. Estas incluyen software especializado, aplicaciones interactivas y recursos en línea que pueden mejorar la comprensión y el dominio de conceptos matemáticos complejos. (Rojas Taño , 2021)

- **Mathematica:** Mathematica es un sistema de software computacional utilizado en matemáticas, ciencia, ingeniería y otros campos técnicos. Proporciona una amplia gama de funciones para cálculos simbólicos, numéricos y gráficos, así como herramientas para programación y visualización de datos. (Benitez Mesa & Bueno Largo, 2022)
- **Maple:** Maple es otro sistema de software computacional utilizado en matemáticas y ciencias aplicadas. Al igual que Mathematica, Maple ofrece capacidades avanzadas para realizar cálculos simbólicos y numéricos, resolver ecuaciones, graficar funciones y realizar análisis matemáticos y científicos. (Mora Casasola, 2023)
- **GeoGebra:** GeoGebra es una herramienta de matemáticas dinámica que combina geometría, álgebra, cálculo y otras áreas de las matemáticas. Permite a los usuarios crear construcciones matemáticas interactivas, explorar relaciones entre objetos geométricos y realizar cálculos algebraicos y numéricos. (Moya González, Rojas , Arzolay , & García , 2021)
- **Wolfram Alpha:** Wolfram Alpha es un motor de búsqueda computacional que responde preguntas y realiza cálculos utilizando su vasta base de conocimientos. A diferencia de los motores de búsqueda convencionales, Wolfram Alpha proporciona respuestas directas a preguntas específicas, así como gráficos, tablas y otros resultados computacionales (Rojas Taño , 2021)

I. TRABAJOS RELACIONADOS

A continuación, se muestran investigaciones relevantes para el tema de estudio propuesto:

Un estudio realizado por Arteaga Marin de la Universidad de Murcia que lleva por título “Uso de Herramientas Tecnológicas y Metodologías Innovadoras como Recurso Didáctico Dinamizador para la

Enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales”, la presente tesis doctoral se centra en el proceso de adopción de herramientas tecnológicas y metodologías activas como recursos didácticos dinamizadores para la enseñanza de materias STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en el bachillerato. Para abordar este complejo proceso desde una perspectiva multifactorial, el documento se estructura en tres cuerpos metodológicos, seguidos de la presentación y discusión crítica de los resultados obtenidos. En primer lugar, se lleva a cabo una revisión sistemática y un análisis documental de un corpus teórico relevante para la temática tratada. Posteriormente, se describe el diseño y la validación de un cuestionario sobre el uso de herramientas tecnológicas en la innovación de asignaturas STEM. Finalmente, se analizan y modelan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de este cuestionario a una muestra de 556 docentes de bachillerato en Ecuador. (Arteaga Marín, 2022)

Por lo tanto, este documento proporciona una base sólida para la construcción del marco teórico, como las metodologías, herramientas de enseñanza para el cálculo al mismo tiempo permite conceptualizar el presente tema de investigación dentro de las tendencias actuales en educación y tecnología.

Otro trabajo investigativo realizado por Salazar & Temistocles de la Universidad de las Fuerzas Armadas titulada “Las tecnologías de información y comunicación aplicadas al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial e integral”, en este proyecto, se empleó el marco de trabajo ágil SCRUM para la gestión del desarrollo del aplicativo, lo que permitió una estructura organizada y la iteración continua en la implementación del software. El aplicativo fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación Python, aprovechando las librerías de PyQt5 para la interfaz de usuario y SymPy para la lógica matemática. El estudio incluyó pruebas de funcionalidad y satisfacción con el usuario, que demostraron que el aplicativo cumplía con los requerimientos establecidos inicialmente y fue bien recibido por la mayoría de los usuarios que lo utilizaron. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora relacionadas con aspectos técnicos y de usabilidad. (Salazar & Temistocles, 2022)


J. METODOLOGÍA

Enfoque de la Investigación: Esta revisión sistemática de la literatura adoptará un enfoque cualitativo para analizar de manera exhaustiva el estado actual de la investigación sobre el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Se utilizará un diseño metodológico riguroso y transparente para identificar, seleccionar, analizar y sintetizar los estudios relevantes en este campo.

Tipo de Investigación: Esta investigación se enmarca dentro del tipo de estudio conocido como revisión sistemática de la literatura. Este tipo de estudio tiene como objetivo principal identificar, evaluar y sintetizar la evidencia disponible en la literatura sobre un tema específico, utilizando un proceso estructurado y transparente. La revisión sistemática permite abordar preguntas de investigación complejas, integrar resultados de estudios previos y proporcionar una visión global del estado del conocimiento en un área determinada.

K. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

N°	ACTIVIDAD	MES						MEDIOS DE VERIFICACIÓN
		I	II	III	IV	V	VI	
1.	Realizar una revisión del marco teórico relacionado con el uso de herramientas informáticas en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, abordando conceptos clave como las teorías de aprendizaje, modelos pedagógicos y las características de las herramientas informáticas utilizadas en este contexto.							
1.1.	Realizar revisión				X			Informe de revisión bibliográfica
1.2.	Investigar				X			Lista de herramientas de BI compatibles identificadas
2.	Analizar de manera crítica los estudios seleccionados, extrayendo información relevante sobre los enfoques metodológicos utilizados, las herramientas informáticas empleadas, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas en relación con la enseñanza del cálculo.							
2.1.	Realizar análisis					X		Informe de análisis de procesos.
2.2.	Entrevistar					X		Lista de áreas de mejora y oportunidades identificadas.
3.	Diseñar Sintetizar los hallazgos de la revisión sistemática, destacando las tendencias identificadas, evaluando la calidad de la evidencia presentada en los estudios							

N. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD	
Lugar:	CAÑAR
Fecha:	29-04-2024
Firmas:	
	
Nombre: Ing. Helio Rodríguez Almache Mgs.	Nombre: Segundo Manuel Palchizaca Chimborazo
CC: 0300785292	C.C: 0302655071
Director del Proyecto	Estudiante / Egresado

O. APROBACIÓN	
Firmas:	
Nombre:	Nombre:
CC:	C.C.:
Primer Par Revisor	Segundo Par Revisor

P. REFERENCIAS



Firmado electrónicamente por:

ELIO LINDON
RODRIGUEZ ALMACHE

P. REFERENCIAS

www.ucacue.edu.ec

Cuenca: Av. de las Américas y Tarqui. ☎ **Telf:** 2830751, 2824365, 2826563 **Azogues:** Campus Universitario "Luis Cordero El Grande", (Frente al Terminal Terrestre).
☎ **Telf:** 593 (7) 2241 - 613, 2243-444, 2245-205, 2241-587 **Cañar:** Calle Antonio Ávila Clavijo. ☎ **Telf:** 072235268, 072235870 **San Pablo de la Troncal:** Cda. Universitaria
km.72 Quinceava Este y Primera Sur ☎ **Telf:** 2424110 **Macas:** Av. Cap. José Villanueva s/n ☎ **Telf:** 2700393, 2700392

Referencias

- Arteaga Marín, M. I. (2022). *digitum.um.es*. Obtenido de digitum.um.es:
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/127303/1/Tesis-MyriamArteaga--TapaDura.pdf>
- Barradas Arenas, U. D. (2023). Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.
- Moya González, D., Rojas, R., Arzola, W., & García, A. (2021). Aprendizaje de los conceptos de diferenciación e integración en el nivel secundario. *REVISTA EDUCARE*.
- Salazar, A., & Temistocles, M. (22 de 07 de 2022). *repositorio.espe.edu.ec*. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec:
<https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/32541/T-ESPESD-003229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benitez Mesa, A. C., & Bueno Largo, R. A. (2022). *repository.unipiloto.edu.co*. Obtenido de repository.unipiloto.edu.co:
<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11996/Proyecto%20de%20investigaci%C3%B3n%20Esp%20Docencia%20Universitaria%202022.pdf?sequence=1>
- Caiza Guachi, L. A., & Puco Almeida, A. I. (29 de 07 de 2022). *repositorio.espe.edu.ec*. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec:
<https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/32541/T-ESPESD-003229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mora Casasola, M. F. (2023). Implementación de recursos educativos digitales, una revisión sistemática desde la enseñanza del Cálculo Diferencial. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 1-18. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6079/607974617004/html/>
- Oña Pérez, C. D. (2023). *repositorio.uasb.edu.ec*. Obtenido de repositorio.uasb.edu.ec:
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9343/1/T4099-METIC-O%C3%B1a-Investigacion.pdf>
- Rico Segura, A. (2024). El Aprendizaje y La Enseñanza del Cálculo Diferencial: Perspectivas desde las Teorías APOE y Ontosemiótica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5949-5970.
- Rojas Taño, A. (2021). La significatividad del aprendizaje del cálculo diferencial e integral. *VARONA*.
- Yupa Zumba, K. M., & Jaramillo Gonzaga, R. A. (2022). *repositorio.unae.edu.ec*. Obtenido de repositorio.unae.edu.ec:
<http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/2816/1/1.TESIS%20ECE%20YUPA%20%20JARAMILLO.pdf>

Anexo 2. Certificado de Ingles

ABSTRACT

Differential and integral calculation is a fundamental tool in teaching STEM disciplines. However, its teaching presents significant challenges due to the abstraction of the concepts and the difficulty in visualizing them. Traditional teaching methods have proven insufficient to overcome these barriers, which negatively affect student understanding and performance. This research explores how computer tools can improve the teaching of differential and integral calculus, proposing a systematic review of the literature on its effectiveness in the classroom. The study seeks to answer how the integration of technological tools such as GeoGebra, MATLAB, and other mobile applications can facilitate a deeper understanding, improve academic performance, and develop problem-solving skills in students. In addition, it will examine how these technologies can face the challenges inherent in their implementation, such as the need for adequate technological infrastructure, teacher training, and equity in access to technology. The methodology includes a qualitative and descriptive approach to analyze the existing literature and critically evaluate previous studies. This research aims to offer a comprehensive view of current and future trends in the teaching of calculus, providing recommendations for educators and policy makers to optimize the teaching-learning process in various educational contexts.

Keywords: differential and integral calculation, computer tools, GeoGebra, MATLAB, educational technology.





Segundo Manuel Palchizaca Chimborazo portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0302655071 En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "El uso de herramientas informáticas en la enseñanza del calculo diferencial e integral: una revisión sistemática de la literatura" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **18 de noviembre de 2024**

F: 

Segundo Manuel Palchizaca Chimborazo

C.I. 0302655071