

Artículo de investigación

Recibido: 03-05-2024 - Aceptado: 12-06-2024 - Publicado: 14-05-2024

Desafíos en la enseñanza del Cálculo en contextos universitarios en un enfoque por competencias

Samantha Lucia Cruz López¹
Cliffor Jerry Herrera Castrillo²

Resumen

En este artículo se analizan los desafíos actuales en la enseñanza del Cálculo diferencial e integral en el ámbito de la educación superior bajo un enfoque por competencias desde el punto de vista de Herrera (2023), donde se proponen estrategias pedagógicas efectivas y soluciones innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes. El estudio, de enfoque mixto y tipo descriptivo, se realizó mediante la aplicación de un cuestionario semiestructurado a una muestra de 36 estudiantes, 25 de Física-Matemática y 11 de Matemáticas, y una muestra de dos docentes que enseñan componentes de Cálculo en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua - Centro Regional de Estelí. Los resultados del estudio permitieron identificar las competencias adquiridas por los estudiantes. Con base en estos hallazgos, se proponen recomendaciones prácticas y fundamentadas en evidencias para fortalecer la enseñanza del Cálculo y fomentar el desarrollo de habilidades matemáticas esenciales, así como la capacidad de aplicar los conceptos y métodos del Cálculo en situaciones reales.

Palabras clave: Desafíos; enseñanza; cálculo; nivel superior; enfoque por competencias; matemáticas.

-
- 1 Samantha Lucia Cruz López. Licenciada en Ciencias de la Educación con Mención en Física-Matemática de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua). Docente del Centro Universitario Regional de Estelí (CUR-Estelí) de la UNAN-Managua, Estelí, Nicaragua.
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2340-6532> - email: samlucruz16@gmail.com
 - 2 Cliffor Jerry Herrera Castrillo. Doctor en Matemática Aplicada de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua). Docente del Centro Universitario Regional de Estelí (CUR-Estelí) de la UNAN-Managua, Estelí, Nicaragua.
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7663-2499> - email: cliffor.herrera@unan.edu.ni

Challenges in the teaching of calculus in university contexts in a competency-based approach

Abstract

This article analyzes the current challenges in the teaching of Differential and Integral Calculus in higher education under a competency-based approach from the point of view of Herrera (2023), where effective pedagogical strategies and innovative solutions that promote meaningful learning and the development of mathematical competencies in students are proposed. The study, of mixed approach and descriptive type, was carried out by applying a semi-structured questionnaire to a sample of 36 students, 25 in Physics-Mathematics and 11 in Mathematics, and a sample of two teachers who teach Calculus components at the National Autonomous University of Nicaragua, Managua - Estelí Regional Center. The results of the study made it possible to identify the competencies acquired by the students. Based on these findings, practical and evidence-based recommendations are proposed to strengthen the teaching of Calculus and foster the development of essential mathematical skills, as well as the ability to apply the concepts and methods of Calculus in real situations.

Keywords: Challenges; teaching; calculus; higher level; competency-based approach; math.

Desafios no ensino de Cálculo em contextos universitários em uma abordagem baseada em competências

Resumo

Este artigo analisa os desafios atuais no ensino de Cálculo Diferencial e Integral no ensino superior sob uma abordagem baseada em competências do ponto de vista de Herrera (2023), propondo estratégias pedagógicas eficazes e soluções inovadoras que promovam a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de competências matemáticas nos alunos. O estudo, de abordagem mista e tipo descritivo, foi realizado por meio da aplicação de um questionário semiestruturado a uma amostra de 36 alunos, 25 alunos de Física-Matemática e 11 de Matemática, e uma amostra de dois professores que lecionam componentes de Cálculo na Universidade Nacional

Autônoma da Nicarágua, Manágua - Centro Regional de Estelí. Os resultados do estudo permitiram identificar as competências adquiridas pelos alunos. Com base nessas descobertas, são propostas recomendações práticas e baseadas em evidências para fortalecer o ensino de Cálculo e promover o desenvolvimento de habilidades matemáticas essenciais, bem como a capacidade de aplicar os conceitos e métodos de Cálculo em situações reais.

Palavras-chave: Desafios; ensino; cálculo; ensino superior; abordagem baseada em competências; matemática.

Introducción

Este artículo se deriva de una investigación sobre la enseñanza del Cálculo Matemático, tanto Diferencial como Integral, en el contexto de la educación superior en Nicaragua. A través del estudio, se busca comprender los desafíos y explorar la implementación de un modelo por competencias para mejorar la educación en esta área.

La enseñanza del Cálculo a nivel superior es un área de gran relevancia y complejidad en la formación de estudiantes en disciplinas científicas y matemáticas. En este estudio, el término Cálculo se refiere específicamente al Cálculo Diferencial y al Cálculo Integral, que son componentes principales del currículo universitario. El Cálculo proporciona herramientas y técnicas fundamentales para el estudio y análisis de fenómenos continuos y variables (Ponce Herrera et al., 2023). Su comprensión y dominio son indispensables en diversos campos de estudio, como la física, la ingeniería, la economía y la informática, entre otros.

En la enseñanza del Cálculo a nivel superior, es importante reconocer que existen desafíos significativos tanto para los profesores como para los estudiantes. Estos desafíos van más allá de la complejidad intrínseca de los conceptos y métodos del Cálculo Diferencial e Integral, y se relacionan también con la forma en que se aborda su enseñanza y el enfoque pedagógico utilizado.

Según la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua, 2021) el eje disciplinar de Cálculo en la formación científica del estudiante se centra en el desarrollo de competencias para resolver problemas, utilizando técnicas de la teoría de funciones. Asimismo, se fomenta la creatividad mediante el uso de herramientas tecnológicas, como la programación en Python, que permiten explorar y aplicar conceptos matemáticos de manera innovadora (Vargas Añamaco, 2021). Esto con la finalidad de que el estudiante pueda ejecutar las

competencias que desarrolle, en diversos ámbitos y campos profesionales y también en su formación científica y docente.

Es importante mencionar, que el no logro de las competencias del Cálculo diferencial se debe principalmente a una formación deficiente en matemática básica (Martínez-Palmera, et al., 2018), por ello desde este artículo, se proponen acciones de mejora. Con frecuencia se observa que la matemática se reduce al simple manejo y aplicación de fórmulas, o a la mecanización de procedimientos algorítmicos enfocados en aspectos muy específicos. Se olvida la resolución de problemas contextualizados, apoyándose en el álgebra, la geometría y la trigonometría. Como resultado, se adquieren conocimientos y saberes irrelevantes (Herrera-Castrillo & Córdoba-López, 2024) Vargas Añamaco, 2021).

Uno de los desafíos, dada la poca adquisición de competencias es la necesidad de encontrar estrategias efectivas para ayudar a los estudiantes a comprender y aplicar los conceptos y métodos del Cálculo en situaciones reales. Esto implica ir más allá de la mera memorización de fórmulas y procedimientos, de fomentar un entendimiento profundo de los fundamentos y principios del Cálculo Diferencial e Integral (Blanco Bautista et al., 2021). Los profesores deben buscar formas de presentar los conceptos de manera clara y accesible, utilizando ejemplos relevantes y aplicaciones prácticas que ayuden a los educandos a ver la utilidad y relevancia del Cálculo en su campo de estudio.

Otro desafío es el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y razonamiento matemático en los estudiantes (López López et al., 2023). El Cálculo requiere una capacidad sólida para analizar y descomponer problemas complejos en pasos más manejables, así como la habilidad para aplicar los conceptos y métodos adecuados para llegar a soluciones precisas. Por esta razón, es fundamental que los docentes fomenten el pensamiento crítico y la capacidad de razonamiento lógico en los educandos, proporcionando oportunidades para poner en práctica sus habilidades en el contexto del Cálculo.

Además, es necesario considerar las diferentes formas de aprender y procesar la información por parte de los estudiantes. Algunos educandos pueden beneficiarse de enfoques visuales o manipulativos, mientras que otros pueden preferir un enfoque más teórico y abstracto. Como plantean Guamán Gómez et al. (2020) los profesores deben ser conscientes de estas diferencias individuales y adaptar sus métodos de enseñanza para satisfacer las necesidades de todos los estudiantes.

Al reflexionar sobre la enseñanza de las matemáticas, se reconoce que el trabajo del docente en la planificación y las intervenciones durante este proceso, están estrechamente relacionados con el desarrollo de las matemáticas en el aula. Es importante considerar cómo abordar la clase para promover un trabajo matemático efectivo. Un ejemplo que ilustra esto es el relato de una sesión de clase que se enfoca en el análisis de condiciones didácticas relacionadas con la gestión y la planificación por parte del docente (Hernández Muñoz, 2020).

Sin embargo, en el proceso de planificación y enseñanza, se ve intervenido por diversos factores como la amplitud de las temáticas que comprenden un determinado componente y el tiempo estipulado para cada encuentro. También se le añade los diferentes ritmos de aprendizajes de los educandos, por lo que el docente debe encontrar la manera de desarrollar todos los temas y la vez lograr que estos adquieran un conocimiento significativo de los mismos (Lema Carrera, 2023).

En los últimos años, ha surgido un enfoque por competencias en la educación superior. Bajo este enfoque, la enseñanza del Cálculo busca no solo transmitir fundamentos teóricos, sino también fomentar el desarrollo de competencias matemáticas, como el razonamiento lógico, el pensamiento crítico, el uso de TIC, la resolución de problemas y la capacidad de aplicar los conceptos y métodos en contextos prácticos. Por tanto, las competencias indican en sí los elementos, capacidades o habilidades que se pretende que los estudiantes desarrollen y logren aplicar en situaciones reales de su quehacer profesional a partir de su conocimiento y experiencia (Espinoza Bravo et al., 2024).

El modelo por competencia se enfoca en el desarrollo de habilidades prácticas y competencias relevantes para el mundo laboral actual, y se centra en el estudiante, fomentando la adquisición de habilidades sociales y emocionales, la capacidad de trabajar en equipo y de adaptarse a situaciones cambiantes, la comunicación efectiva, la colaboración, la innovación, la investigación y el aprendizaje autónomo. (Triminio-Zavala et al., 2024, p. 111)

El enfoque basado en competencias va más allá de la adquisición de conocimientos teóricos y se centra en el desarrollo de capacidades y habilidades prácticas transferibles (Reinoso Molina et al., 2024). Este enfoque busca preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo laboral, al fomentar destrezas que son altamente valoradas en el entorno actual, como la capacidad de adaptación, la colaboración y la innovación. Además, se reconoce la importancia de las habilidades sociales y emocionales para el éxito en el trabajo en equipo y la comunicación efectiva. En general, la cita destaca la relevancia y la necesidad de un enfoque por competencias en la educación actual.

Este enfoque por competencia es un escenario de práctica pedagógica y de aplicación de valores que le permite al docente tener una permanente aptitud y actitud reflexiva, dialógica y crítica frente a los estudiantes. También los profesores deben tener en cuenta los diversos contextos, desde los elementos epistemológicos, metodológico, práctico e investigativo de cada una de sus disciplinas. En este enfoque, los estudiantes asumen un papel protagónico de su propio aprendizaje (Balderramo-Vélez et al., 2024).

No obstante, la implementación de un enfoque por competencias en la enseñanza del Cálculo a nivel superior presenta desafíos adicionales. Estos desafíos incluyen la necesidad de diseñar estrategias pedagógicas efectivas para promover un aprendizaje activo y significativo, la identificación de competencias específicas que deben ser desarrolladas en los estudiantes, y la evaluación adecuada de dichas competencias.

Es un desafío que los estudiantes alcancen con coherencia, cohesión y sentido crítico comunicar sus ideas o procedimientos de solución en problemas matemáticos, el poder expresar ideas parte de un conglomerado de vocabulario, pensamiento y actitudes que tiene el estudiante en sus conocimientos previos para afrontar el nuevo aprendizaje que genera directamente un cambio significativo. (Cerdeira Torres & Jarquín Matamoro, 2023, p. 17)

Por lo tanto, es crucial realizar investigaciones que analicen y evalúen los desafíos actuales en la enseñanza del Cálculo a nivel superior bajo un enfoque por competencias, con el objetivo de identificar las dificultades comunes y proponer estrategias pedagógicas efectivas y soluciones innovadoras. Estas investigaciones pueden proporcionar a educadores, investigadores y responsables de planes educativos una perspectiva informada sobre los desafíos y las mejores prácticas en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral, con el fin de mejorar la calidad de la formación matemática de los estudiantes y prepararlos de manera más efectiva para los desafíos del mundo académico y profesional.

Investigaciones llevadas a cabo en numerosos países señalan que los desafíos relacionados con el aprendizaje del cálculo diferencial e integral. Durante las últimas cinco décadas, se ha realizado un exhaustivo estudio de estos problemas tanto desde una perspectiva cuantitativa como cualitativa. Sin embargo, es claro que aún no se ha logrado resolverlos por completo (García Retana, 2013).

A continuación, se detallan algunos estudios realizados, relacionados con la enseñanza del Cálculo a nivel superior bajo un enfoque por competencias.

Hitt (2017) llevó a cabo un estudio sobre el aprendizaje del cálculo y las nuevas tendencias en su enseñanza en el aula de matemáticas. Para los autores durante varias décadas, los investigadores en didáctica de las matemáticas han documentado los problemas de aprendizaje del Cálculo diferencial e integral. Un grupo llamado "pensamiento matemático avanzado" ha realizado un gran esfuerzo para comprender estos problemas, pero persisten desafíos en el ámbito de la enseñanza. La investigación en didáctica del Cálculo ha impulsado cambios en el currículo, destacándose tres grandes variantes. Una de ellas se centra en las teorías de representación, haciendo hincapié en los procesos de conversión entre diferentes representaciones. Otra variante se enfoca en métodos de enseñanza que incluyen el uso de tecnología. Y, por último, una variante más reciente pone énfasis en los procesos de modelación matemática, introduciendo situaciones problema y el uso de tecnología en la enseñanza del cálculo.

Por su parte, Rojas-Celis y Cely-Rojas (2020), llevaron a cabo un estudio sobre la implementación de la enseñanza invertida en el curso de Cálculo Vectorial para abordar el bajo rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería. La propuesta incluyó el uso de recursos como un libro de texto, videos, aula virtual, GeoGebra y cuestionarios en línea. Durante el segundo semestre de 2018, se aplicó este enfoque en dos cursos y se evaluó cuantitativa y cualitativamente. Los resultados mostraron mejoras en el aprendizaje autónomo, comprensión de los contenidos y una reducción en el porcentaje de fracaso en la asignatura. El estudio destacó la eficacia de la enseñanza invertida en el Cálculo Vectorial y la importancia de utilizar enfoques pedagógicos innovadores para mejorar el rendimiento académico en ingeniería.

En un estudio realizado por Yam Puc y Loria Arjona (2020) en el Instituto Tecnológico Superior de Valladolid (ITSVA), se implementó una estrategia remedial para fortalecer la enseñanza del Cálculo Diferencial. Esta estrategia incluyó la creación de la academia de Ciencias Básicas y la implementación de un programa de asesorías de refuerzo. Los resultados obtenidos mostraron una mejora significativa en el rendimiento grupal y contribuyeron a la disminución de los índices de reprobación en la asignatura.

Fernández et al. (2022) examinaron la competencia “mirar profesionalmente” en futuros profesores de matemáticas, enfocándose en el uso de representaciones de la práctica. Esta competencia implica identificar aspectos relevantes en situaciones de enseñanza-aprendizaje, interpretarlos y tomar decisiones pedagógicas adecuadas. El Grupo de Investigación en Didáctica de las Matemáticas de la Universidad de Alicante ha contribuido en este campo, destacando el uso de viñetas como herramientas para relacionar la teoría con la práctica. Estas viñetas se utilizan en los programas de formación de profesores para desarrollar la competencia “mirar profesionalmente”. Los resultados de la investigación proporcionan una visión de cómo se desarrolla esta competencia y sus características distintivas.

Herrera Castrillo (2022) investigó metodologías para el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales aplicadas en Física utilizando tecnología en la carrera de Física Matemática. El estudio se realizó en la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, UNAN-Managua. Se identificaron dificultades en los estudiantes para relacionar ecuaciones matemáticas con conceptos físicos, lo que obstaculizaba su adquisición de conocimientos y competencias. El enfoque de la investigación fue mixto, con énfasis en los aspectos cualitativos. Se propusieron metodologías basadas en los componentes de física del plan de estudios, con el objetivo de crear documentos guía para el uso adecuado de tecnología y software.

Los antecedentes mencionados proporcionan enfoques y estrategias para abordar los desafíos en la enseñanza del Cálculo en contextos universitarios. Estos incluyen el uso de enfoques pedagógicos innovadores, como la enseñanza invertida y la modelación matemática, así como la atención a las dificultades de los estudiantes y el desarrollo de habilidades pedagógicas en los profesores. Además, se destaca la importancia de relacionar los conceptos matemáticos con aplicaciones prácticas y utilizar tecnología como herramienta de enseñanza.

Materiales y métodos

Tipo de Investigación

Este artículo tiene un enfoque mixto, porque combina elementos cuantitativos y cualitativos en su investigación. Se toman métodos cuantitativos, como la recopilación de datos numéricos y el análisis estadístico, para examinar cuestionarios y la eficacia de las estrategias de enseñanza. Al mismo tiempo, se utilizan métodos cualitativos, como entrevistas para comprender las percepciones y experiencias de los profesores en relación con los desafíos de la enseñanza del Cálculo. Esta combinación de enfoques permite obtener una imagen más completa y enriquecedora de la problemática abordada en el artículo.

Los métodos de investigación mixta pretenden obtener una visión más completa del fenómeno, ya que se combina al menos un elemento de cada enfoque en un mismo estudio. Es por esto, que se tiene como principal ventaja la creación de una perspectiva más integral y holística de lo que se está analizando. (Quesada Chaves, 2023, p. 247)

El análisis de los alcances de este trabajo permite concluir que es esencialmente un estudio descriptivo, debido a que “puede desarrollarse con un enfoque cuantitativo o cualitativo” (Valle Taiman et al., 2022, p. 15). Además de intentar describir los hechos y características de la población y muestra, la investigación se puede clasificar como descriptiva, ya que se enfoca en estudiar la realidad en el aula, analizando y explicando el proceso de enseñanza y la interpretación de datos numéricos.

Escenario de la investigación

El estudio tuvo lugar en el Centro Universitario Regional de Estelí de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, situado en el barrio 14 de abril en la parte noroeste de la ciudad de Estelí, en proximidad a la subestación de ENATREL. Esta institución cuenta con cinco recintos universitarios, pero las oficinas principales y donde se llevan a cabo los procesos administrativos y académicos se encuentran en el Recinto Leonel Rugama Rugama. (Triminio-Zavala et al., 2024)

Población y muestra

En el caso de este estudio la población está conformada por la por 113 estudiantes de primero a tercer año de las carreras de Matemáticas y Física Matemática (esto se detalla en la tabla 1) y 5 docentes de matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí.

La muestra, de este estudio estuvo constituida por 36 estudiantes, 25 de Física-Matemática y 11 de Matemáticas, los cuales han recibido al menos un componente del eje cálculo, como se muestra en la tabla 1. También se tomaron a dos maestros especialistas en los componentes de interés. Se utilizó un muestreo no probabilístico, el cual, según Reales Chacón et al. (2022), es ampliamente utilizado en investigaciones educativas, a pesar de que la investigación científica en este campo tiende a tener una naturaleza cuantitativa predominante. En los últimos años, ha habido un aumento en la utilización de este método de muestreo en investigaciones empíricas.

Tabla 1
Población y muestra de estudiantes

Matemáticas			Física Matemáticas		
Año	Población	Muestra	Año	Población	Muestra
I año	21	0	I año	18	5
II año	12	5	II año	22	6
III año	20	6	III año	20	14
Total	53	11	Total	60	25

El criterio principal para seleccionar a los participantes fue que estuvieran inscritos en la carrera de o Física Matemática, en un enfoque basado en competencias. Además, se tuvo en cuenta la disposición de los estudiantes para colaborar en la investigación y que al menos hayan recibido un componente del eje de Cálculo. En el caso de los profesores, se buscó especialistas en el componente de Cálculo que también hubieran impartido este curso bajo el enfoque de competencias.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para Hernández Mendoza y Duana Avila (2020) La recolección de datos es una etapa fundamental en el proceso de obtención del conocimiento científico, ya que se considera como la medición necesaria para obtener información relevante. Siendo Para Gil Pascual (2016), “las técnicas de recogida de información

engloban todos los medios técnicos que se utilizan para registrar las observaciones o facilitar el tratamiento” (p.12).

Se utilizó cuestionario con estudiantes, “con esta técnica de recolección de datos da lugar a establecer contacto con las unidades de observación por medio de los cuestionarios previamente establecidos”. (Tamayo Ly & Silva Siesquén, 2012, p. 4)

También, se aplicó una entrevista a dos docentes expertos como señala Tamayo Ly y Silva Siesquén (2012) “la entrevista es una situación de interrelación o diálogo entre personas, el entrevistador y el entrevistado” (p.5).

Análisis y discusión de resultados

En esta sección, se analizan y discuten los resultados obtenidos en el estudio sobre los desafíos en la enseñanza del Cálculo tanto Diferencial como Integral, en la educación superior bajo un enfoque por competencias. El objetivo de este análisis es profundizar en los hallazgos identificados y examinar su relevancia en el contexto de la mejora de la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo.

Desafíos en el aprendizaje del Cálculo

Para analizar la información recopilada mediante el cuestionario aplicado a los estudiantes y las entrevistas realizadas a los maestros. Se identificaron patrones o tendencias emergentes en las respuestas de los participantes, y se explora la consistencia entre las percepciones de los estudiantes y las opiniones de los maestros. Esta comparación permitió obtener una visión más completa de los desafíos y posibles soluciones desde diferentes perspectivas.

Entre los desafíos comunes que se muestran en la figura 1 se encontró que muchos estudiantes experimentan dificultades para comprender los conceptos fundamentales del Cálculo, así como para aplicar correctamente las técnicas y procedimientos matemáticos relacionados. Además, algunos estudiantes enfrentan dificultades para visualizar y comprender las representaciones gráficas de las funciones y los problemas de Cálculo.

La mayoría de los participantes dedican de 1 a 2 horas al autoestudio de las temáticas del componente de Cálculo durante la semana, cuyo rango corresponde a 29 estudiantes. Por otro lado, un número menor de participantes, específicamente 5, indicaron dedicar de 3 a 5 horas al autoestudio. Además, se observa que solo 2 participantes dedican 5 o más horas al autoestudio de las temáticas del componente de Cálculo durante la semana.

Estos resultados sugieren que la mayoría de los participantes dedican un tiempo moderado al autoestudio del Cálculo Diferencial e Integral, aunque hay un pequeño grupo que invierte más tiempo en esta actividad. Esto coincide con lo planteado por Cámac Tiza et al. (2023) donde plantean que los estudiantes dedican poco tiempo a desarrollar competencias y más en completar tareas, por

ello la importancia de innovar en el aula de clase desde una manera científica y didáctica.

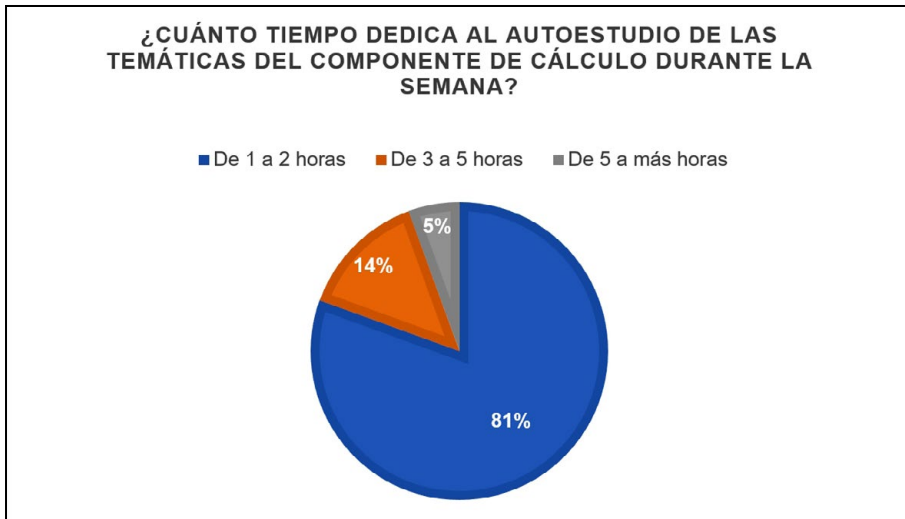


Figura 1. Tiempo de Autoestudio

Es importante tener en cuenta que el tiempo dedicado al autoestudio puede variar según las preferencias individuales y las demandas de otras asignaturas o compromisos personales. Sin embargo, es recomendable que los estudiantes encuentren un equilibrio entre el tiempo dedicado al autoestudio y otras actividades académicas, para asegurar un aprendizaje efectivo y una comprensión sólida de las temáticas del componente de Cálculo. Además de que la mayor parte de las horas que se sugieren para este componente en el documento curricular, deben ser prácticas y de trabajo independiente, por lo que el autoestudio se vuelve indispensable.

Por consiguiente, el tiempo moderado de una o dos horas que dedican al autoestudio la mayor parte de los estudiantes al componente durante la semana, se vuelve un desafío para tanto para los docentes como para los estudiantes. Esto en función de su aprendizaje, porque el autoestudio es un espacio para poner en práctica y afianzar lo aprendido en clase. Como indican Gibert Delgado & Gorina Sánchez (2023) esto permite aclarar aspectos que talvez no fueron comprendidos en el desarrollo del componente de manera presencial y realizar asignaciones de trabajos independientes, y si no se le dedica el tiempo suficiente se vuelve una limitante para obtener resultados significativos en su proceso de aprendizaje.

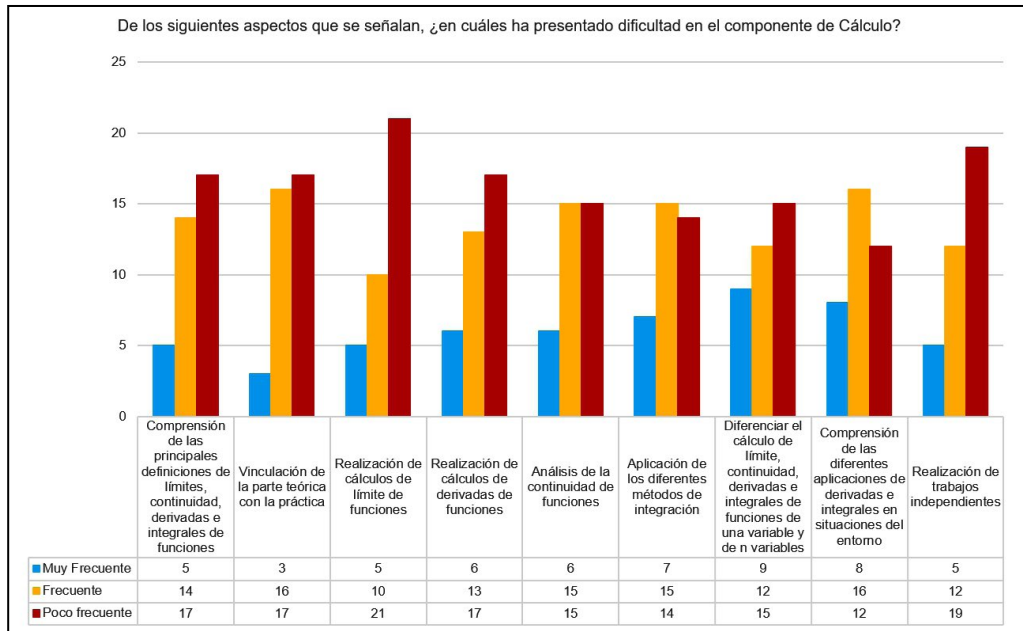


Figura 2. Dificultades que indican los estudiantes que presentan en el componente de Cálculo

El análisis de los aspectos en los que los estudiantes han presentado dificultades en el componente de Cálculo Diferencial e Integral, como se ve en la figura 2 revela lo siguiente:

- Comprensión de las principales definiciones de límites, continuidad, derivadas e integrales de funciones: Un número significativo de estudiantes (17) reportan dificultad poco frecuente en la comprensión de estas definiciones, mientras que 14 estudiantes indican dificultad frecuente y 5 estudiantes indican dificultad muy frecuente. Como indican Gibert Delgado & Gorina Sánchez (2023) el aprendizaje de la Matemática resulta difícil, por ello lo importante de utilizar recursos didácticos y potenciar la tecnología.
- Vinculación de la parte teórica con la práctica: Un total de 17 estudiantes reportan dificultad poco frecuente en la vinculación de la parte teórica con la práctica, mientras que 16 estudiantes indican dificultad frecuente y 3 estudiantes indican dificultad muy frecuente. Siendo para Celi Párraga et al. (2022) vital facilitar los conceptos teóricos a la práctica experimental, esto utilizando recursos tecnológicos óptimo para los estudiantes y de acuerdo a su perfil profesional y campo de actuación.
- Realización de cálculos de límite de funciones: Un número mayor de estudiantes (21) indica que tiene dificultad poco frecuente en la realización de cálculos de límite de funciones, mientras que 10 estudiantes reportan dificultad frecuente y 5 estudiantes reportan dificultad muy frecuente, como indica Hitt (2017) los problemas de aprendizaje del cálculo han sido documentados

durante décadas por investigadores en didáctica de las matemáticas. El grupo “pensamiento matemático avanzado” ha realizado un gran esfuerzo para comprender estos problemas. Sin embargo, a pesar de sus contribuciones, el desafío persiste en el ámbito de la enseñanza.

- Realización de cálculos de derivadas de funciones: Un total de 17 estudiantes reportan dificultad poco frecuente en la realización de cálculos de derivadas de funciones, mientras que 13 estudiantes indican dificultad frecuente y 6 estudiantes indican dificultad muy frecuente. Siendo relevante para Pico Macías et al. (2017) las derivadas de funciones un problema que viene desde la escuela secundaria y cursos previos al cálculo como lo son Matemática General y Funciones y Trigonometría, esto tomando en cuenta el plan de estudio de las carreras de Matemática (UNAN-managua 2021a) y Física Matemática de la (UNAN-Managua, 2022b).
- Análisis de la continuidad de funciones: Un número similar de estudiantes (15) indica dificultad tanto poco frecuente como frecuente en el análisis de la continuidad de funciones, mientras que 6 estudiantes reportan dificultad muy frecuente. Cabe señalar, que para Gatica et al. (2010) y López Sánchez & Herrera Castrillo (2023) señalan que es importante destacar que este concepto no se encuentra de forma aislada, sino que forma parte integral del análisis del comportamiento de una función de variables reales. El análisis de la continuidad de una función en un punto es una propiedad local que puede ser enseñada a través de la observación de las gráficas de funciones en puntos específicos.
- Aplicación de los diferentes métodos de integración: Un total de 14 estudiantes reporta dificultad poco frecuente en la aplicación de los diferentes métodos de integración, mientras que 15 estudiantes indican dificultad frecuente y 7 estudiantes indican dificultad muy frecuente. Navarro Crespo (2020) los estudiantes suelen enfrentar dificultades al aprender y aplicar los diferentes métodos de integración en cálculo. Estas dificultades incluyen la comprensión de los conceptos fundamentales, la selección del método adecuado, la manipulación algebraica compleja, la integración de funciones complicadas, los errores de cálculo y la falta de práctica. Para superar estas dificultades, es esencial tener una base sólida en los conceptos clave, practicar regularmente, desarrollar habilidades algebraicas y buscar ayuda adicional cuando sea necesario. La perseverancia y la práctica constante son fundamentales para mejorar en la resolución de problemas de integración.
- Diferenciar el cálculo de límite, continuidad, derivadas e integrales de funciones de una variable y de n variables: Un número mayor de estudiantes (15) indica dificultad poco frecuente en diferenciar estos cálculos, mientras

que 12 estudiantes reportan dificultad frecuente y 9 estudiantes reportan dificultad muy frecuente. Para Cantoral (1993) los estudiantes a menudo enfrentan dificultades al diferenciar entre el cálculo de límites, continuidad, derivadas e integrales de funciones de una variable y de múltiples variables. Estas dificultades incluyen la comprensión de los conceptos fundamentales detrás de cada uno de estos cálculos, la aplicación de las reglas y técnicas correctas, y la capacidad de realizar manipulaciones algebraicas y de cálculo adecuadas.

Además, la transición del cálculo de una variable al cálculo de múltiples variables puede ser desafiante, ya que implica conceptos y técnicas adicionales, como gradientes, derivadas parciales e integrales múltiples. Para superar estas dificultades, es importante tener una base sólida en los conceptos básicos del cálculo, practicar regularmente y buscar ayuda adicional cuando sea necesario. La perseverancia y la práctica constante son clave para desarrollar habilidades sólidas en el cálculo de funciones de una y múltiples variables.

- Comprensión de las diferentes aplicaciones de derivadas e integrales en situaciones del entorno: Un total de 12 estudiantes reporta dificultad poco frecuente en la comprensión de estas aplicaciones, mientras que 16 estudiantes indican dificultad frecuente y 8 estudiantes indican dificultad muy frecuente. Castillo & Guanoquiza (2023) plantean que la instrucción en el análisis matemático univariado es típicamente considerada como una disciplina fundamental dentro de las ciencias exactas, y desempeña un papel crucial en el progreso y desarrollo de la sociedad.
- Realización de trabajos independientes: Un número mayor de estudiantes (19) indica dificultad poco frecuente en la realización de trabajos independientes, mientras que 12 estudiantes reportan dificultad frecuente y 5 estudiantes reportan dificultad muy frecuente, siendo para Herrera Castrillo (2022) realizar trabajos independientes en Cálculo Diferencial e Integral es importante porque fortalece la comprensión de los conceptos, desarrolla habilidades de resolución de problemas, fomenta la autonomía y el pensamiento crítico, aplica el cálculo a situaciones del mundo real y prepara a los estudiantes para exámenes. Estos trabajos proporcionan una experiencia valiosa que complementa la instrucción en el aula y ayuda a los estudiantes a alcanzar un dominio sólido del cálculo.

Los aspectos en los que los estudiantes han presentado mayores dificultades de manera frecuente en el componente de Cálculo Diferencial e Integral son, la realización de cálculos de límite y derivadas, la comprensión de las aplicaciones de derivadas e integrales en situaciones del entorno. Además, en la diferenciación del cálculo de límite, continuidad, derivada e integrales de funciones de una variable con las de n variables; ya que para cada tipo de función los procesos de solución y niveles de complejidad van variando. Estos resultados resaltan los puntos claves en los que los estudiantes requieren un mayor apoyo y atención

por parte del maestro para superar las dificultades, con el fin de fortalecer su comprensión y dominio del Cálculo. Por lo que se considera necesario, potenciar el pensamiento crítico y la responsabilidad social para que los estudiantes puedan vencer las dificultades y desarrollar las competencias que requiere el componente. Esto debido a que en los factores que presentan dificultad de manera frecuente son fundamentales para la comprensión y aprendizaje en el componente de Cálculo Diferencial e Integral. Ya que si a los estudiantes se les dificulta calcular límite y derivadas de funciones de una sola variable, se les hace aún más difícil comprender ambos procesos para funciones multivariables. También, es indispensable que los estudiantes dominen temas específicos del Cálculo Diferencial como las derivadas, que no es más que una función que indica un cambio y es útil para una mejor comprensión de las integrales y de sus diferentes métodos de solución, ya que ambos procesos van estrechamente ligados. Debido a esto, se resalta la necesidad de atender estas dificultades a tiempo y de la mejor manera posible para propiciar un aprendizaje significativo en los estudiantes en función del Cálculo.

Además, se identificaron desafíos relacionados con la enseñanza y la comunicación de los conceptos de Cálculo (Cerdeja Torres & Jarquín Matamoro, 2023). Algunos maestros mencionaron la dificultad de explicar de manera clara y comprensible los conceptos abstractos del Cálculo, así como la necesidad de utilizar estrategias didácticas efectivas para fomentar la participación activa y el interés de los estudiantes.

Otro desafío importante es la falta de práctica y aplicación de los conceptos de Cálculo en contextos reales y relevantes. Muchos estudiantes expresaron en el cuestionario, la necesidad de ejercicios y problemas prácticos que les permitieran vincular los conceptos teóricos con situaciones del mundo real, lo cual se refleja a continuación.

Profesor 1: *Uno de los desafíos en el aprendizaje del Cálculo es la comprensión de los conceptos fundamentales, algunos estudiantes tienen dificultades para visualizar y comprender las representaciones gráficas de las funciones y los problemas de cálculo.*

Estudiante 1: *Uno de los desafíos que enfrenta en el aprendizaje del Cálculo es la falta de práctica y aplicación de los conceptos en contextos reales.*

Profesor 2: *Uno de los desafíos en la enseñanza del Cálculo es la dificultad de explicar de manera clara y comprensible los conceptos abstractos, es importante utilizar estrategias didácticas efectivas que fomenten la participación activa de los estudiantes y despierten su interés en el tema.*

Tanto el Profesor 1 como el Estudiante 1 y el Profesor 2 coinciden en que los desafíos en el aprendizaje del Cálculo incluyen la comprensión de los conceptos fundamentales, la falta de práctica y aplicación en contextos reales. En función de este desafío, se resalta la importancia de que los estudiantes logren relacionar la parte conceptual con su entorno, para una mejor comprensión de que lo que aprende no está alejado de la realidad y que el aprendizaje que adquiera sea significativo.

Además, se resalta la necesidad de estrategias didácticas efectivas y recursos visuales para facilitar la comprensión de los conceptos abstractos, que a la vez les permitan a los estudiantes desempeñar un rol protagónico en la construcción de su conocimiento. También es importante tener en cuenta que, las relaciones entre docentes y estudiantes desde procesos democráticos, pedagógicos y participativos tienen una estrecha relación entre el aprendizaje y la enseñanza, para que estos sean más eficaces.

Para abordar estos desafíos, existen posibles soluciones, como la implementación de metodologías activas como las propuestas por Herrera Castrillo (2023) y Hernández Muñoz & Hernández Gómez (2023) que fomenten la comprensión conceptual, la aplicación práctica del Cálculo Diferencial e Integral y el desarrollo de competencias. Esto implica diseñar actividades y ejercicios que permitan a los estudiantes conectar los conceptos teóricos con situaciones reales y aplicarlos en contextos significativos, como elaboración y presentación de videos, mapas mentales, actividades lúdicas, resolución de problemas, ejecución de proyectos o documentos mediados. Estos pueden resultar especialmente útiles para fomentar el pensamiento crítico, el razonamiento lógico, el desarrollo de habilidades y competencias matemáticas, con el fin de que adquieran un aprendizaje significativo del componente.

Asimismo, es importante utilizar recursos didácticos y tecnológicos que faciliten la visualización y comprensión de los conceptos del Cálculo. Estos recursos pueden incluir software de simulación que permita a los estudiantes experimentar con diferentes escenarios y observar cómo cambian las variables en tiempo real. También pueden utilizarse herramientas interactivas en línea que permitan a los estudiantes explorar gráficas y funciones de manera activa, lo que les ayuda a comprender mejor las relaciones matemáticas subyacentes. De igual manera, el uso de aplicaciones como la calculadora de GeoGebra 3D para la visualización y análisis de graficas de funciones de n variables.

Las visualizaciones gráficas desempeñan un papel crucial en la comprensión de los conceptos abstractos y fundamentales del Cálculo como límites, continuidad, derivadas e integrales de funciones. Estas representaciones visuales pueden hacer que los conceptos sean más tangibles y accesibles, lo que facilita la comprensión y el aprendizaje de estos.

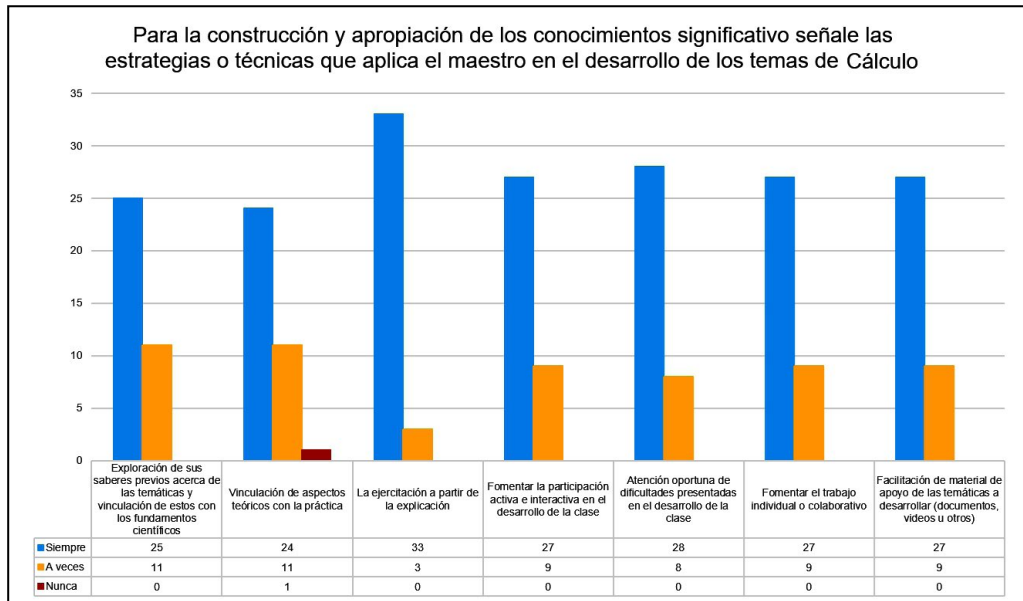


Figura 3. Estrategias utilizadas por los docentes

El análisis de las estrategias y técnicas aplicadas por el maestro en el desarrollo de los temas de Cálculo como muestra la figura 3 revela lo siguiente:

1. Exploración de saberes previos y vinculación con fundamentos científicos: El maestro utiliza esta estrategia en 25 casos, lo que indica que busca conocer los conocimientos previos de los estudiantes y establecer conexiones entre esos conocimientos y los fundamentos científicos del Cálculo. Esto ayuda a establecer una base sólida para el aprendizaje y tener un punto de partida para el desarrollo de las diferentes temáticas que se pretenden abordar.
2. Vinculación de aspectos teóricos con la práctica: El maestro utiliza esta técnica en 24 casos. Esta estrategia implica relacionar los conceptos teóricos del Cálculo con ejemplos prácticos y situaciones reales del entorno, lo que ayuda a los estudiantes a comprender la aplicación práctica de los conceptos y su relevancia en el mundo real, para obtener un mejor aprendizaje.
3. La ejercitación a partir de la explicación: Esta técnica es utilizada por el maestro en 33 casos. Consiste en proporcionar explicaciones claras y detalladas de los conceptos y luego brindar a los estudiantes oportunidades de ejercitar y practicar lo aprendido. La ejercitación ayuda a reforzar

la comprensión y aplicación de los conceptos del Cálculo, teniendo como base la explicación del docente para poder guiarse en este proceso.

4. Fomentar la participación activa e interactiva: El maestro utiliza esta estrategia en 27 casos. Busca involucrar activamente a los estudiantes en el desarrollo de la clase, fomentando la participación, el intercambio de ideas y la discusión. Esto promueve un aprendizaje más activo y significativo, donde el estudiante va construyendo sus propios conocimientos.
5. Atención oportuna de dificultades: En 28 casos, el maestro muestra una disposición para abordar las dificultades que surgen durante el desarrollo de la clase. Esto implica brindar apoyo y aclaraciones adicionales para superar las dificultades y garantizar la comprensión de los conceptos del Cálculo. Y este proceso es fundamental para realizar una realimentación oportuna de las temáticas que se van abordando, ya que de alguna manera llevan una secuencia.
6. Fomentar el trabajo individual o colaborativo: En 27 casos, el maestro incentiva a los estudiantes a trabajar de manera individual o en colaboración con sus compañeros. En el caso del trabajo individual fomenta la autonomía, la responsabilidad y el desarrollo de diferentes competencias, como la capacidad de resolver problemas, el desarrollo del pensamiento lógico analítico, comunicar de manera oral y escrita resultados. Siendo, a través del trabajo colaborativo, permite compartir sus conocimientos, fomentar una comunicación afectiva y efectiva, vencer posibles dificultades, como la comprensión de temáticas abstractas, la vinculación de los ejercicios con la vida cotidiana, análisis matemáticos de derivadas e integrales de manera colectiva y propiciar un aprendizaje significativo.
7. Facilitación de material de apoyo: En 27 casos, el maestro proporciona material de apoyo adicional, como documentos, videos u otros recursos, para complementar los temas desarrollados en clase. Estos recursos ayudan a los estudiantes a profundizar en los conceptos y a tener una comprensión más completa del Cálculo. Además de que les permite tener una base teórica de los temas para su vinculación con la práctica.

A partir de estos resultados, se evidencia que los maestros utilizan una variedad de estrategias y técnicas para construir y apropiar conocimientos significativos en el aprendizaje del Cálculo. Estas incluyen explorar los saberes previos, vincular aspectos teóricos con la práctica, ejercitar a partir de la explicación, fomentar la participación activa, atender las dificultades presentadas, fomentar el trabajo individual o colaborativo y facilitar material de apoyo. Sin embargo, aunque las estrategias que implementan los maestros sean propicias para facilitar el aprendizaje, hay que tener en cuenta los diversos factores que pueden incidir al momento de ejecutarlas con los estudiantes. Entre estos factores está, la manera como se aplican las estrategias, el tiempo estipulado para el desarrollo del componente, la amplitud y complejidad de los temas, las actitudes y aptitudes

de los estudiantes, los diferentes ritmos de aprendizaje, entre otros, que influyen de manera directa en la comprensión y adquisición del conocimiento. Y esto se evidencia en las dificultades que mayormente presentan los estudiantes en el componente de Cálculo, a pesar de las diferentes estrategias o técnicas que aplican los docentes.

Competencias en el eje de Cálculo a nivel superior

Se revisaron las competencias que se pretende que adquieran los estudiantes en el eje de Cálculo, tal como fueron identificadas en el estudio. Estas competencias son un elemento fundamental para evaluar el nivel de dominio de los estudiantes en términos de habilidades y conocimientos relacionados con el Cálculo. Se analiza cómo estas competencias se correlacionan con el enfoque por competencias y en qué medida los estudiantes han logrado desarrollar las habilidades requeridas.

A continuación, se presentarán las competencias específicas por eje de Cálculo identificadas tanto para la carrera de Matemáticas como para Física-Matemática.

En el caso de la carrera de Matemáticas, se han identificado las siguientes competencias específicas en la figura 4 por eje de Cálculo:

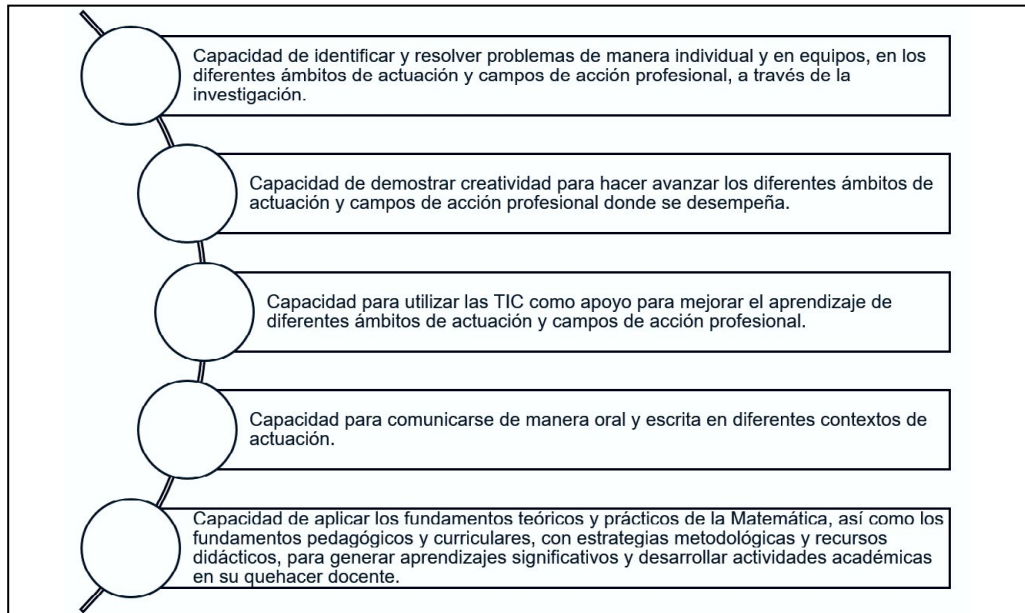


Figura 4. Competencias del Eje de Cálculo de la Carrera de Matemáticas
Nota. Adaptado de (UNAN-Managua, 2021, p. 71)

Mientras, que las competencias en el eje de Cálculo de Física-Matemática es:

“Capacidad de aplicar los fundamentos teóricos y prácticos de Física y Matemática, así como las teorías curriculares y enfoques pedagógicos, con estrategias metodológicas y recursos didácticos para generar aprendizajes significativos y desarrollar actividades académicas en su quehacer docente” (UNAN-Managua, 2021, p. 86).

Tanto en la carrera de Matemáticas como en Física-Matemática se han identificado competencias específicas en el eje de Cálculo. Estas competencias son fundamentales para evaluar el nivel de dominio de los estudiantes en términos de conocimientos y habilidades necesarios en el ámbito del Cálculo.

En el caso de la carrera de Matemáticas, se han identificado competencias específicas relacionadas con el cálculo diferencial, integral y vectorial. Estas competencias abarcan desde la comprensión y aplicación de conceptos y técnicas hasta la capacidad de resolver problemas en estos ámbitos. La figura 4 muestra una representación gráfica de estas competencias, que son fundamentales de fortalecer en los estudiantes en los componentes del eje de Cálculo.

Por otro lado, en la carrera de Física-Matemática, se ha identificado una competencia que engloba la aplicación de los fundamentos teóricos y prácticos de la Física y la Matemática como se indica en la figura 5. Esta competencia implica utilizar enfoques pedagógicos y recursos didácticos para generar aprendizajes significativos y desarrollar actividades académicas en el ámbito docente.

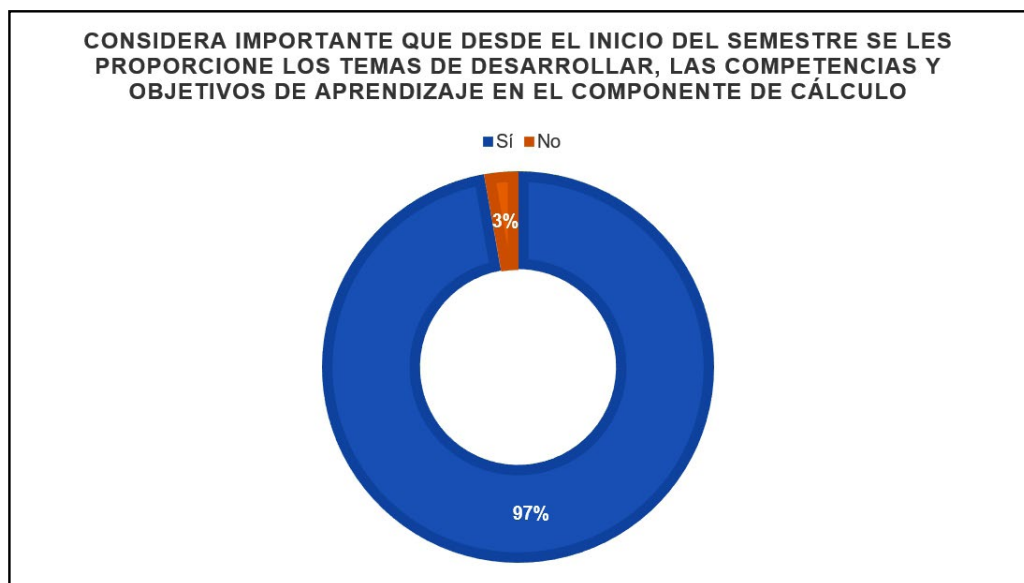


Figura 5. Importancia de proporcionar temas de Cálculo

Es importante considerar que desde el inicio del semestre se les proporciona a los estudiantes los temas a desarrollar, las competencias y los objetivos de aprendizaje en el componente de Cálculo. La gran mayoría de los encuestados (97%) considera que esta práctica es importante, mientras que un pequeño porcentaje (3%) piensa lo contrario.

Proporcionar a los estudiantes un panorama claro de los temas que se abordarán en el curso de Cálculo les brinda una idea de qué esperar y les permite prepararse adecuadamente. Esto también les permite adquirir una visión general de los conceptos y habilidades que se espera que dominen al final del curso. Al conocer los temas por adelantado, los estudiantes pueden organizarse y planificar su estudio de manera más efectiva, lo que puede ayudar a maximizar su comprensión y rendimiento académico.

Además, establecer competencias y objetivos de aprendizaje claros en el componente de Cálculo, ayuda a los estudiantes a comprender qué se espera de ellos y qué habilidades específicas deben desarrollar. Esto proporciona una guía clara para su estudio y les permite enfocar sus esfuerzos en las áreas relevantes. Al tener metas claras, los estudiantes tienen una mayor motivación para aprender y pueden evaluar su progreso a lo largo del semestre.

Soluciones innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo

Existen varias soluciones innovadoras que pueden promover un aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes. A continuación, se presentan algunas ideas:

Aprendizaje basado en proyectos: “Permite a los estudiantes adquirir conocimientos y competencias a través de la elaboración de proyectos que den respuesta a problemas de la vida real” (UNAN - Managua, 2021, p. 40).

El diseñar proyectos matemáticos que involucren situaciones del entorno, brinda un espacio a los estudiantes para fomentar la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la comunicación y la creatividad. Por ende, mediante la elaboración de proyectos, los estudiantes pueden lograr una mayor vinculación de la teoría con la práctica en los diferentes componentes de eje de Cálculo y su vez la adquisición de un mejor aprendizaje.

Gamificación: “Se trata de la combinación de juego y videojuegos en entornos no lúdicos, con el fin de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo y otros valores comunes a todos los juegos tecnológicos” (UNAN - Managua, 2021, p. 42).

Por tanto, se basa en utilizar elementos de juegos, como puntos, niveles y recompensas, para convertir el aprendizaje de matemáticas en una experiencia divertida e interactiva. Esto puede incluir juegos digitales, desafíos matemáticos y competencias entre estudiantes, que les permita tener una mayor interacción en su proceso de aprendizaje.

Realidad virtual y realidad aumentada: Utilizar tecnologías inmersivas como la realidad virtual y la realidad aumentada para visualizar conceptos matemáticos de manera más tangible y envolvente. Esto ayuda a los estudiantes a en la comprensión de conceptos abstractos y a explorar entornos matemáticos tridimensionales.

Plataformas en línea y aplicaciones móviles: Utilizar plataformas en línea y aplicaciones móviles que ofrezcan actividades interactivas, tutoriales, ejercicios prácticos y retroalimentación inmediata. Estas herramientas brindan a los estudiantes la oportunidad de practicar y reforzar sus habilidades matemáticas de manera autónoma.

Inteligencia artificial y tutoría adaptativa: Implementar sistemas de inteligencia artificial que puedan adaptarse al nivel y estilo de aprendizaje de cada estudiante, brindando retroalimentación personalizada y recomendando recursos adicionales. Esto permite un enfoque más individualizado y eficiente en la enseñanza de las matemáticas.

Aprendizaje colaborativo en línea: “Es una metodología que los docentes aplican con los estudiantes, impactando de forma positiva en el aprendizaje de estos, quienes la utilizan aseguran que los estudiantes mejoran la atención y la adquisición de conocimientos” (UNAN - Managua, 2021, p. 30).

Mediante esta metodología se fomenta la colaboración y el intercambio de ideas entre estudiantes a través de plataformas en línea que faciliten la comunicación y la colaboración en proyectos matemáticos. Esto promueve el trabajo en equipo, el razonamiento matemático y el desarrollo de habilidades sociales.

Aprendizaje inverso (flipped learning): “Es un método de enseñanza cuyo principal objetivo es que el estudiante asuma un rol mucho más activo en su proceso de aprendizaje” (UNAN - Managua, 2021, p. 34).

Utilizar la estrategia del aprendizaje inverso, donde los estudiantes estudian los conceptos matemáticos de manera autónoma antes de la clase y luego utilizan el tiempo de clase para resolver problemas, discutir y aplicar lo aprendido. Esto fomenta la participación activa y el aprendizaje práctico.

Aprendizaje basado en el pensamiento: “Permite analizar, relacionar, argumentar, convertir información en conocimiento y desarrollar destrezas del pensamiento más allá de la memorización” (UNAN - Managua, 2021, p.44).

Este tipo de aprendizaje permite a los estudiantes desarrollar diferentes habilidades con la estimulación del pensamiento activo, la reflexión crítica y la

comprensión adecuada de los conceptos, siendo partícipes de la construcción de su conocimiento de manera significativa.

La constante evidencia de los problemas de comprensión de los conceptos fundamentales del cálculo que enfrentan los estudiantes al comenzar el estudio del cálculo diferencial en la educación superior es tan frecuente que ha llevado a diversas partes del mundo a implementar reformas curriculares, innovaciones didácticas y propuestas que hacen uso de la tecnología. También se han desarrollado programas dirigidos a los profesores y a la enseñanza del cálculo. Incluso se ha cuestionado la pertinencia de continuar enseñando cálculo debido a estas dificultades (Neira Sanabria, 2020).

Acciones de mejora en la adquisición de competencias en cálculo

Primero, es fundamental implementar programas de reforzamiento en matemáticas básicas durante la educación secundaria, asegurando que los estudiantes dominen conceptos esenciales antes de avanzar a niveles más complejos. Esto puede lograrse a través de tutorías personalizadas, uso de recursos didácticos innovadores y la integración de tecnologías educativas que faciliten el aprendizaje interactivo y la comprensión profunda de los conceptos fundamentales.

Además, se sugiere la capacitación continua de los docentes en metodologías pedagógicas actualizadas y específicas para la enseñanza de matemáticas. Los profesores deben estar equipados con las herramientas y estrategias necesarias para identificar y corregir las dificultades de los estudiantes en etapas tempranas. Esto incluye la promoción de talleres, cursos y seminarios que les permitan actualizar sus conocimientos y mejorar sus técnicas de enseñanza, con un enfoque en la detección temprana de problemas y la implementación de soluciones efectivas.

Finalmente, es crucial fomentar una cultura de apoyo y colaboración entre estudiantes y docentes, donde se promueva el aprendizaje colaborativo y el intercambio de conocimientos. La creación de espacios de estudio grupales, clubes de matemáticas y actividades extracurriculares relacionadas puede ayudar a que los estudiantes se sientan más motivados e interesados en la materia. Al abordar de manera integral estas áreas, se podrá mejorar significativamente el logro de competencias en Cálculo Diferencial, preparando mejor a los estudiantes para enfrentar los desafíos académicos y profesionales futuros.

Conclusiones

En el presente artículo se analizaron y evaluaron los desafíos actuales en la enseñanza del Cálculo en contextos universitarios, basándose en el enfoque por competencias. Asimismo, se basó en identificar y proponer estrategias pedagógicas efectivas y soluciones innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes a partir de los desafíos y dificultades percibidas.

Se identificó que uno de los principales desafíos en la enseñanza del Cálculo es la abstracción y dificultad conceptual que conlleva. Los conceptos abstractos como límites, derivadas e integrales pueden resultar difíciles de comprender para muchos estudiantes, los cuales influyen en el momento de ponerlos en práctica en la resolución de ejercicios. Además, se destacó la falta de conexión de los procesos de solución de límites, continuidades, derivadas e integrales con aplicaciones prácticas, lo que dificulta la comprensión de la relevancia del Cálculo en los diferentes ámbitos de la vida cotidiana. Asimismo, se resaltó la necesidad de implementar estrategias efectivas que promuevan una participación activa de los estudiantes y que a la vez despierten la motivación e interés en su proceso de aprendizaje.

Para abordar estos desafíos, se propusieron diferentes estrategias pedagógicas y soluciones innovadoras. Entre ellas se encuentran la elaboración de proyectos matemáticos basados en situaciones reales, la gamificación para hacer el aprendizaje más interactivo y divertido, y el uso de tecnologías como la realidad virtual y la realidad aumentada para visualizar conceptos matemáticos de manera tangible.

Además, se sugirió el uso de plataformas en línea y aplicaciones móviles que ofrecen actividades interactivas y retroalimentación inmediata, así como sistemas de inteligencia artificial que se adaptan al nivel y estilo de aprendizaje de cada estudiante. También se resaltó la importancia del aprendizaje colaborativo en línea, del enfoque de aprendizaje inverso y del basado en el pensamiento, donde los estudiantes estudian los conceptos por cuenta propia y utilizan el tiempo de clase para aplicar lo aprendido.

Referencias

- Balderramo, H. F., Cárdenas, A. P., Belén-Godino, C. M., & Álzate-Peralta, L. A. (2024). Aprendizaje Colaborativo Potenciado por las TIC como Metodología de Enseñanza del Siglo XXI. *MQR Investigar*, 8(1), 3217–3239. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.3217-3239>
- Blanco, R., Castillo, J., & Delgado, C. (2021). *Estrategias académicas para la inducción al pensamiento matemático*. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Acatlán.
- Cámac, M. M., Farfán, J., Riojas, J. R., Santos, O. C., Puellas, L., & Rea, W. M. (2023). *Aprendizaje basado en problemas, el pensamiento crítico y trascendencia del quehacer universitario*. (Primera ed.). Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 202301905. http://editorialmarcaribe.es/?page_id=1018

- Cantoral, R. (1993). Hacia una didáctica del cálculo basada en la cognición. *Publicaciones centroamericanas*(7), 391-410.
- Castillo, D., & Guanoquiza, W. (2023). El papel de la derivada e integral en tu carrera profesional. *CIVINEDU*(188), 188-192. <https://doi.org/10.58909/ad23314866>
- Celi, R. J., Sarmiento, J. C., Boné, M. F., & Puyol, J. L. (2022). Programación con Matlab En La Enseñanza Del Cálculo Diferencial. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 3(2), 1-12.
- Cerda, J. E., & Jarquín, R. F. (2023). Importancia de la comunicación para la educación en el aprendizaje de la Matemática. *Revista Torreón Universitario*, 12(32), 17-22. <https://doi.org/10.5377/rtu.v12i34.16337>
- Espinoza, M. G., Ríos, M. B., Castro, K. L., Velasco, C. B., & Feijoo, D. A. (2024). La influencia de tecnologías emergentes en la educación superior. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(1), 894 – 904. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1641>
- Fernández, C., González, J. M., & Ivars, P. (2022). La competencia mirar profesionalmente de futuros profesores de matemáticas: uso de representaciones de la práctica. *Revista Venezolana De Investigación En Educación Matemática*, 2(3), 1-19. <https://doi.org/10.54541/reviem.v2i3.56>
- García, J. Á. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*, 37(1), 29-42.
- Gatica, N., Maz, A., May, G., Cosci, C., Echevarría, G., & Renaudo, J. (2010). Un acercamiento a la idea de continuidad de funciones en estudiantes de Ciencias Económicas. *Revista UNIÓN*, 6(22), 21-131.
- Gibert, R. d., & Gorina, A. (2023). Ecosistemas Digitales de Aprendizaje: una Alternativa para el Aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral. *Universidad y Sociedad*, 15(4), 30-44.
- Gil, J. A. (2016). *Técnicas e instrumentos para la recogida de información*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Guamán, V. J., Espinoza, E. E., & Herrera, L. (2020). Fundamentos psicológicos de la actividad pedagógica. *CONRADO | Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*, 16(73), 303-311.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Hernández, D. A. (2020). El Cálculo Matemático aplicado a las Ciencias Económicas en el aula de clase. *Revista Multi-Ensayos*, 6(11), 13–20. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v6i11.9283>
- Hernández, D. A., & Hernández, F. J. (2023). Diseño de Modelo Heurístico (DONALD) para la Enseñanza – Aprendizaje de la Física a Nivel Universitario. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 13(1), 46–59. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v13i1.16370>
- Herrera, C. J., & Córdoba, M. A. (2024). Formación especial en aprendizaje amigable de Matemáticas. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 16(1), 12-25. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v16i1.143>
- Herrera, C. J. (2022). Metodologías para el aprendizaje por competencias de Ecuaciones Diferenciales aplicadas en Física al utilizar tecnología en la carrera Física Matemática. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.14363.85286>
- Herrera, C. J. (2023). Metodología basada en competencias para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Varela*, 23(65), 165–176. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7873784>
- Herrera, C. (2023). Metodología para el aprendizaje por competencias. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 6(1), 77-90. <https://doi.org/10.5377/recsp.v6i1.16513>

- Hitt, F. (2017). El aprendizaje del cálculo y nuevas tendencias en su enseñanza en el aula de matemáticas. *Ecomatemático*, 8(s1), 6-15. <https://doi.org/10.22463/17948231.1374>
- Lema, I. A. (2023). Estrategias didácticas para el aprendizaje basado en tareas en el cálculo de volúmenes por integrales, mediante el uso de la herramienta digital tinkercad. [Tesis de Maestría]. Universidad Técnica del Norte.
- López, L. J., Rivera, R. E., Carrasco, S. d., Medina, W. I., & Herrera, C. J. (2023). Aplicaciones del cálculo integral en la compresibilidad de fluidos en un campo vectorial. *Revista Ciencia E Interculturalidad*, 32(1), 23-42. <https://doi.org/10.5377/rci.v32i01.16232>
- López, N. R., & Herrera, C. J. (2023). Aplicaciones de las derivadas parciales en las Ciencias Económicas: Productividad marginal. *Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC*, 6(3), 42-51.
- Martínez, O., Combita, H., & De-La-Hoz, E. (2018). Mediación de los objetos virtuales de aprendizaje en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería. *Formación universitaria*, 11(6), 63-74. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000600063>
- Navarro, I. (2020). Análisis de métodos de integración numérica para problemas dinámicos. Implementación y validación mediante una aplicación de MATLAB. [Tesis de Máster]. Universitat Politècnica de València.
- Neira, G. I. (2020). Dificultades en las prácticas del Cálculo Diferencial: una mirada desde la teoría de los obstáculos y los con ictos semióticos. [Tesis Doctoral]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Pico, R. J., Díaz, F. O., & Escalona, M. (2017). Enseñanza y aprendizaje del cálculo diferencial aplicando el asistente matemático Derive. *Revista Tecnología Educativa*, 2(1), 24-31.
- Ponce, G., López, F. S., Canales, C. I., Medina, W. I., & Herrera, C. J. (2023). Implementación de la integral definida para el análisis de la viscosidad de fluidos. *Wani*, 39(79), 62-77. <https://doi.org/10.5377/wani.v39i79.16921>
- Quesada, M. J. (2023). La investigación educativa: una aproximación a los enfoques y técnicas de recolección de datos que se pueden utilizar desde el salón de clases. *Revista InterSedes*, 24(Número Especial 1), 242-264. <https://doi.org/10.15517/isucr.v24inúmero%20especial%201.53761>
- Reales, L. J., Robalino, G. E., Peñafiel, A. C., Cárdenas, J. H., & Cantuña, P. F. (2022). El Muestreo Intencional No Probabilístico como herramienta de la investigación científica en carreras de Ciencias de la Salud. *Universidad Y Sociedad*, 14(S5), 681-691.
- Reinoso, W. A., Bravo, M. J., Ríos, C. E., Zambrano, S. d., & Pesantez, A. N. (2024). Innovación Educativa y Evaluación por Competencias Hacia un Futuro Transformador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 833-854. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9461
- Rojas, C., & Cely, V. (2020). Propuesta de enseñanza en Cálculo Vectorial: un acercamiento a la clase invertida. *Revista Científica*, 37(1), 58-66. <https://doi.org/10.14483/23448350.15064>
- Tamayo Ly, C., & Silva, I. (2012). *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*.
- Triminio, C. M., Herrera, C. J., & Medina-Martínez, W. I. (2024). Formación investigativa del estudiante universitario en el Modelo por competencia de UNAN-Managua. *Revista Científica De FAREM-Esteli*, 12(48), 108-128. <https://doi.org/10.5377/farem.v12i48.17529>
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN - Managua). (21 de Noviembre de 2021). Enfoque pedagógico basado en aprendizaje (metodologías activas), Investigación y las TIC. Managua.
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). (2021). *Documento Curricular de la Carrera de Física-Matemática*. UNAN-Managua, Facultad de Educación e Idiomas.
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). (2021). *Documento Curricular de la Carrera de Matemáticas*. UNAN-Managua, Facultad de Educación e Idiomas.
- Valle, A., Manrique, L., & Revilla, D. (2022). *La Investigación Descriptiva con Enfoque Cualitativo en Educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Cruz L, S. L.; Herrera C, C. J. (2024). Desafíos en la enseñanza del Cálculo en contextos universitarios en un enfoque por competencias. *Plumilla Educativa*, 33 (1) 1-27p.

DOI: <https://doi.org/10.30554/pe.33.1.5099.2024>

Vargas, L. A. (2021). Cuadernos interactivos, Jupyter python notebook y el nivel de aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del tercer ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco 2019-II. [*Tesis de Maestría*]. Universidad Andina del Cusco. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4550>

Yam, M. Y., & Loria, D. A. (2020). Estrategia remedial para el fortalecimiento de la enseñanza del Cálculo Diferencial. *Advances in Engineering and Innovation*, 5(10), 14-19.