

Buenas prácticas en la enseñanza del cálculo diferencial en ingeniería

Rodrigo Compañ Sarmiento^a

Resumen – La enseñanza del cálculo diferencial en ingeniería afronta grandes desafíos, principalmente las deficiencias en las competencias previas y desmotivación estudiantil, intensificado por la educación en línea en la pandemia debida al COVID-19. En este estudio se analiza el impacto en el Aprendizaje Basado en Proyectos, utilizando Tecnologías de la Información y Comunicación, así como prácticas en contextos reales, en el Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Con una muestra de estudiantes de ingeniería, se desarrolló el proyecto "Cañón Diferencial". Los resultados reflejan mejoras en la comprensión de conceptos y una percepción positiva del curso. Estas estrategias didácticas mejoran el aprendizaje al vincular la teoría con aplicaciones prácticas, promoviendo mayor interés y rendimiento académico.

Palabras clave – Cálculo Diferencial, ABP, TIC, Estrategias Didácticas, Ingeniería.

Abstract – The teaching of differential calculus in engineering faces great challenges, mainly deficiencies in prior competencies and student demotivation, intensified by online education in the pandemic due to COVID-19. This study analyzes the impact on Project-Based Learning, using Information and Communication Technologies, as well as practices in real contexts, at the Technological Institute of Tuxtepec. With a sample of engineering students, the "Differential Cannon" project is developed. The results reflect improvements in the understanding of concepts and a positive perception of the course. These teaching strategies improve learning by linking theory with practical applications, promoting greater interest and academic performance.

Keywords – Differential Calculus, PBL, ICT, Teaching Strategies, Engineering.

CÓMO CITAR HOW TO CITE:

Compañ Sarmiento, R. (2025). Buenas prácticas en la enseñanza del cálculo diferencial en ingeniería. *Interconectando Saberes*, (20), 35-43.
<https://doi.org/10.25009/is.vi20.2947>

Recibido: 6 de enero de 2025
Aceptado: 5 de mayo de 2025
Publicado: 15 de noviembre de 2025

^a TecNM, México. E-mail: rodrigo.cs@tuxtepec.tecnm.mx



INTRODUCCIÓN

La enseñanza actualmente enfrenta desafíos importantes, sobre todo en las ciencias básicas. Tal es el caso del cálculo diferencial, una disciplina fundamental en la formación de ingenieros, así como profesionales de la ciencia. Pues permite desarrollar modelos de sistemas complejos, realizar análisis de comportamientos, optimizar procesos, etc. Es en temas como la derivada, donde más deficiencias se observan en los estudiantes. Ante la falta de comprensión de estos conceptos clave, el desempeño que reflejan es bajo, provocando falta de interés, y en casos extremos, deserción escolar.

Esta situación que prevalece no es reciente, pues históricamente los cursos que están relacionados con las matemáticas han presentado un bajo rendimiento por parte de los estudiantes. La problemática se ha agravado por varios factores, uno de los más destacados es la pandemia que provocó el SARS-CoV-2, mejor conocido como Covid-19. Esta emergencia causó que, en el 2020, las escuelas trasladaran sus clases a un formato virtual. Esto generó muchos problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues un gran porcentaje de docentes no estaban capacitados para manejar TICs, pero sobre todo no contaban con las herramientas básicas para ello, como lo menciona Hernández (2020).

Aunque, hasta la fecha de esta investigación, han transcurrido poco menos de 5 años desde que ocurrió la emergencia sanitaria, las secuelas todavía se perciben, principalmente en la falta de competencia en conceptos básicos de álgebra. Esto como resultado de que los alumnos que ingresaron a nivel superior en 2024, cursaron en línea los últimos años de secundaria y primero de bachillerato.

Las nuevas tecnologías basadas principalmente en inteligencia artificial, han experimentado un auge en años recientes, no solo en la generación de contenido, sino en la realización de diferentes actividades como la resolución de problemas matemáticos. Esto es positivo, pues tiene el potencial de coadyuvar en el proceso de enseñanza y aprendizaje, siempre y cuando se utilice adecuadamente. Mateo & Pérez (2024) mencionan en su investigación, que los estudiantes utilizan estas herramientas para realizar procedimientos, para cumplir con sus tareas, pero no se profundiza en conceptos, esto debido al desconocimiento de los docentes en estas tecnologías. Existe un riesgo, como sugiere Mujica (2024), el cual implica hacerse dependientes de estas herramientas, debilitando así la cognición y habilidades sociales, fundamentales en el desarrollo del futuro profesionista.

Algunos estudios han tratado esta problemática, en ellos se han identificado diversos factores que menoscaban la comprensión e interés del estudiante. Existe una ausencia de contextualización al comienzo de los cursos, según Cabral et al. (2024). Esto se debe a la falta de problemas reales de cálculo diferencial aplicados en la ingeniería. Menguando así el interés por aprender, al considerarse intrascendente en su desarrollo profesional.

Un aprendizaje significativo en matemáticas se genera cuando se une el conocimiento previo con los nuevos conceptos, como lo hacen notar Rojas & Toscano (2022).

De acuerdo con Perilla et al. (2022) quienes identificaron que las deficiencias en álgebra básica, combinado con factores como la ansiedad y la edad, parecen determinantes en el bajo desempeño de los estudiantes de cálculo diferencial. En sus estudios se

destaca la necesidad de brindar un acompañamiento académico integral que permita abordar estas problemáticas.

Se han propuesto diferentes estrategias para optimizar la enseñanza del cálculo. Por su parte Yam & Loria (2020) plantean un enfoque basado en asesorías, donde estudiantes con un buen desempeño en matemáticas, proporcionan apoyo a los a sus compañeros, con ayuda del docente.

Rojas (2022) sugiere integrar tecnologías de la información y comunicaciones, y problemas que involucren diferentes disciplinas. García et al. (2024) examinan la utilización de software especializado en matemáticas, como herramienta para enriquecer la comprensión de los conceptos de cálculo diferencial.

En otros estudios Acosta et al. (2023), Abdel y Garzón (2023), exponen la utilización de herramienta Tracker para la enseñanza de la derivada, aplicado al tiro parabólico. Así como el uso de simulaciones PhET. Se sugiere que emplear estas herramientas tecnológicas favorecen la comprensión de actividades que requieren un esfuerzo intelectual, como es la resolución de problemas de cálculo diferencial. Aunque los ambientes virtuales son importantes en el desarrollo de competencias, es necesario desarrollar estrategias específicas como señala Cenas et al. (2022).

Los retos que se enfrentan en el proceso de enseñanza del cálculo diferencial demandan estrategias que impulsen las habilidades en ingeniería. Si bien existen esfuerzos que atienden esta problemática, el avance en la tecnología requiere de una actualización y adecuación de los métodos empleados. Esta investigación pretende contribuir aportando buenas prácticas para enriquecer el proceso de aprendizaje.

En esta entrega se explora la aplicación del aprendizaje basado en proyectos, TIC, así como experimentos que relacionan la teoría con la práctica, en la búsqueda de desarrollar la comprensión de los conceptos fundamentales de cálculo diferencial. Se plantea la pregunta de investigación: ¿Cómo impacta el Aprendizaje Basado en Proyectos apoyado por TIC y prácticas en contextos reales la enseñanza del cálculo diferencial en estudiantes de ingeniería?

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha empleado un enfoque descriptivo en esta investigación. Se observará el impacto de los métodos propuestos en el aprendizaje. La población está formada por 521 de un total de 2,657 estudiantes del Instituto Tecnológico de Tuxtepec, inscritos en el semestre agosto - diciembre 2024. Pues la población objetivo solo contempla estudiantes de primer semestre de ingeniería. Se contó con una muestra de 102 alumnos de cálculo diferencias, pertenecientes a las carreras de ingeniería electromecánica, electrónica y sistemas computacionales, equivalente a 19.58% de la población.

Al inicio del curso se aplicó una evaluación diagnóstica con cuatro dimensiones: estilos de aprendizaje, actitud hacia las matemáticas, habilidades y enfoques en el aprendizaje y competencias previas.

Con la finalidad de impulsar el aprendizaje reflexivo y profundo, se planteó a los estudiantes el desarrollo de un proyecto durante el curso. El proyecto se nombró “Cañón diferencial”, para aplicar conceptos teóricos de una forma práctica, que activara su creatividad. Uno de los prototipos generados por los estudiantes se muestra en la figura 1.

Figura 1

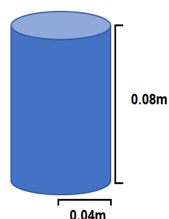
Prototipo desarrollado por los alumnos



Se realizaron experimentos complementarios, en los que se comprobaron los conceptos teóricos estudiados en clase. Algunos de estos experimentos incluyen el cálculo del tiempo de vaciado de un recipiente con la razón de cambio. La figura 2 muestra el ejemplo de su aplicación.

Figura 2

Razón de cambio en el vaciado de un recipiente



Razon de cambio de la altura respecto al tiempo

$$\frac{dh}{dt} = \frac{0.08m}{135s} = 592.59 \times 10^{-6} m/s$$

Razon de cambio del volumen respecto al tiempo

$$\frac{dV}{dt} = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{dh}{dt} = \pi \cdot (0.04m)^2 \cdot \frac{0.08m}{135s}$$

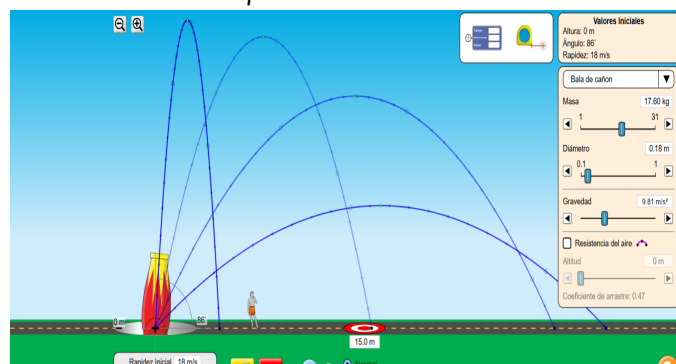
$$\frac{dV}{dt} = 2.98 \times 10^{-6} m^3/s$$

Se utilizaron herramientas de uso libre Sagemath y Geogebra, para trazar funciones de manera rápida y precisa. La simulación PhET de tiro parabólico, permitió realizar cálculos de ángulo de disparo y distancia alcanzada por el proyectil, esto se presenta en la figura 3. El software Tracker posibilitó la identificación del movimiento de un proyectil disparado por el prototipo, para obtener parámetros como altura máxima, tiempo

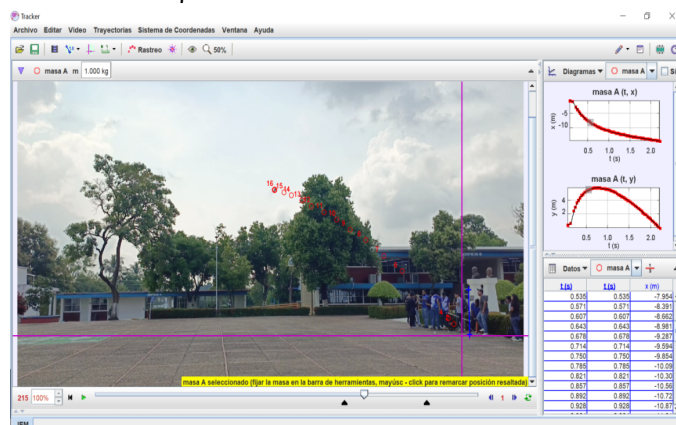
de vuelo, distancia máxima alcanzada. Pero principalmente en el modelado de la función cuadrática que define la trayectoria parabólica. Un ejemplo de la aplicación de este software se muestra en la figura 4.

Figura 3

Simulación Phet de tiro parabólico

**Figura 4**

Utilización del software tracker



En el cierre del curso se realizaron evaluaciones prácticas a los alumnos que exhibieron un déficit en las competencias del cálculo diferencial. Estas consistieron en experimentos enfocados a electricidad y electrónica, entre ellos: análisis de forma de onda de la corriente alterna, función exponencial de carga de descarga de un capacitor, análisis de las etapas de una fuente de alimentación. Ver la figura 5. Los experimentos acompañados de cálculos y simulaciones permitieron resaltar la aplicación del cálculo diferencial en el diseño y análisis de circuitos.

Figura 5

Práctica de fuente de alimentación lineal



Identificar la percepción de los alumnos es importante, es por ellos que se realizó una encuesta al término del curso. Se incluyeron ítems sobre su satisfacción respecto a la metodología de enseñanza, actividades y su desempeño. Este instrumento se validó utilizando Alfa de Cronbach. El coeficiente obtenido se muestra en la figura 6.

Figura 6

Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	
escala	0.92

Como hacer ver Frías (2021), este coeficiente alfa de Cronbach, tiene un valor que va de 0 a 1, este indica en qué grado los ítems de una escala se relacionan entre sí. Si los valores se aproximan a 1 se infiere una mayor consistencia interna y una mejor medición del constructo. El coeficiente obtenido de 0.92 sugiere que existe una alta consistencia interna en el instrumento.

Los instrumentos para la evaluación diagnóstica y de satisfacción se desarrollaron con Google Forms, obteniendo inmediatamente las estadísticas. Las calificaciones obtenidas por los alumnos en el curso permitieron evaluar su desempeño.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se han dividido en tres secciones: evaluación diagnóstica, calificaciones y encuesta de satisfacción. En estas se muestran los principales hallazgos de esta investigación.

Evaluación diagnóstica

La evaluación diagnóstica, aplicada al inicio del curso se conforma por 24 ítems, que a su vez se dividen en cuatro dimensiones. Las primeras tres dimensiones están relacionadas con el estilo de aprendizaje, actitud hacia las matemáticas y habilidades y en el aprendizaje. Estos resultados se muestran en la tabla I, en la que se identifican las frecuencias de cada ítem así como su proporción. La figura 7 presenta los resultados de las competencias previas.

Tabla I

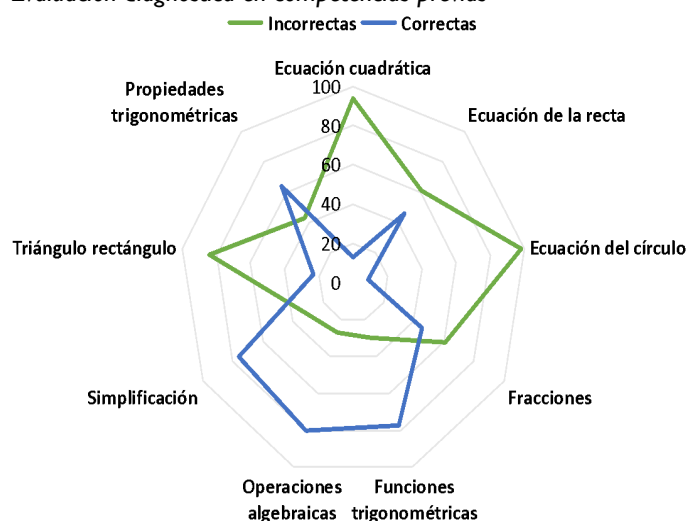
Evaluación diagnóstica

Dimensión	Ítems	Frecuencia más alta	Proporción
Estilo de aprendizaje	¿Cómo prefieres aprender nuevos conceptos?	Practicando ejercicios	69%
	Método de estudio preferido	Ver ejemplos prácticos	59%
	Recurso más utilizado	Video tutoriales	76%
	Ambiente de estudio preferido	Lugar tranquilo y solitario	32%
Actitud hacia las matemáticas	Sentimientos hacia problemas matemáticos complicados	Curiosidad	40%
	Importancia de las matemáticas para la carrera	Muy importante	74%
	Frecuencia de disfrute al	A veces	19%

Dimensión	Items	Frecuencia más alta	Proporción
Habilidades y enfoque en el aprendizaje	resolver problemas matemáticos		
	Experiencia previa con las matemáticas	Positiva	29%
	Motivación para aprender matemáticas	Interés personal	52%
	Uso de herramientas tecnológicas	A menudo	53%
	Tecnología utilizada frecuentemente	Calculadora científica	75%
	Hábito de estudio principal	Estudio en sesiones cortas frecuentes	45%
	Motivación para el aprendizaje	Motivado	53%
	Organización del tiempo de estudio	Tiempo regular cada semana	39%

Figura 7

Evaluación diagnóstica en competencias previas



Evaluación formativa y sumativa

La tabla 2 muestra un resumen descriptivo de los resultados de los tres grupos que formaron parte de la muestra. En la figura 8 se presenta una gráfica para comparar visualmente los resultados.

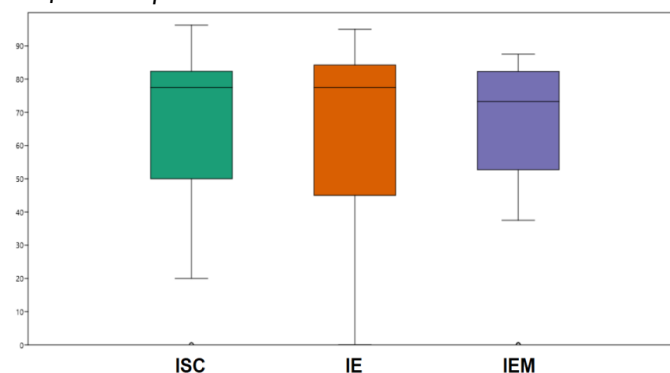
Tabla 2

Estadísticas descriptivas de las calificaciones

Carrera	N	Aprobación	Max	Media	DE	Q1	Mediana	Q3
Ing. Electrónica	30	73%	95	61.19	34.98	45	77.5	84.25
Ing. Electromecánica	40	65%	87.5	61.51	29.16	52.69	73.25	82.31
Ing. en Sistemas C.	32	66%	96.25	63.69	29.62	50	77.5	82.38

Figura 8

Calificaciones por carrera



Evaluación de satisfacción del curso

La evaluación de satisfacción se diseñó con una escala de Likert de 5 puntos. Se agruparon los resultados en 4 dimensiones, esto se muestra en las figuras 9, 10, 11 y 12.

Figura 9

Comprensión y aplicación

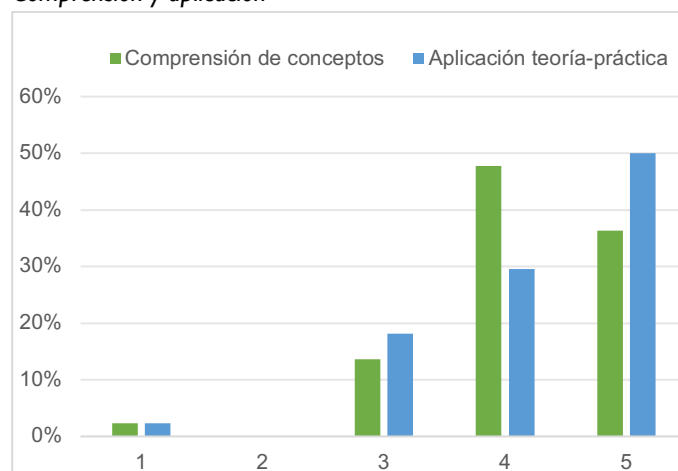
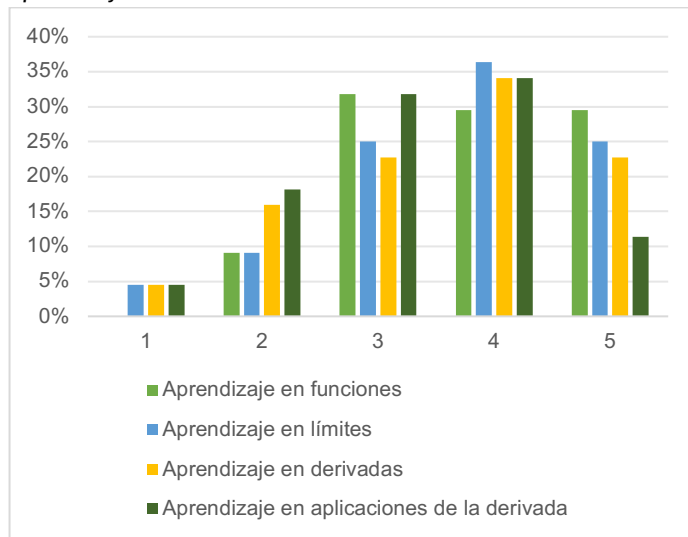
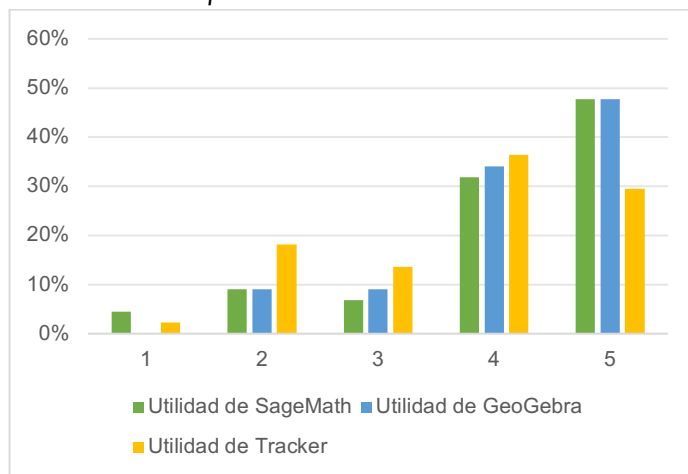


Figura 10*Aprendizaje***Figura 11***Utilidad de TICs empleadas***Figura 12***Habilidades desarrolladas y satisfacción*

Discusión y Conclusiones

Al realizar un análisis sobre los resultados de esta investigación se evidencian hallazgos importantes en la aplicación del aprendizaje basado en proyectos, con el apoyo de TIC y experimentos enfocados en la comprensión de conceptos de cálculo diferencial.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica el 69% de estudiantes indicaron tener una preferencia por aprender practicando con ejercicios. Un 76% declaró que utiliza como recurso principal de estudio los videotutoriales. Estos índices revelan una preferencia por el aprendizaje práctico y visual. No obstante, pese a que el 74% considera que las matemáticas son de importancia en su carrera, apenas el 29% manifestó como positiva su experiencia previa en esta disciplina. Aunado a esto solo el 39% dijo tener un tiempo regular de estudio cada semana.

De manera general la evaluación formativa y sumativa muestran mejoría en el desempeño. Pues el índice de aprobación promedio fue de 68% entre los tres grupos de la muestra. Si bien estos resultados son positivos, comparados con lo obtenido en las competencias previas de la evaluación diagnóstica, existen áreas de oportunidad.

La práctica final, en la que se evaluó alumnos que tuvieron un bajo rendimiento durante el curso, reforzó conceptos de cálculo diferencial que son fundamentales en la ingeniería.

En general la encuesta de satisfacción refleja una percepción positiva sobre el curso, destacando el uso de las TIC y el desarrollo de habilidades prácticas. No obstante, existe variación en la comprensión y aplicación de conceptos entre los tres grupos, esto puede atribuirse a las diferencias en los niveles de interés y compromiso manifestado por los estudiantes. Surge

entonces, la necesidad de individualizar estas estrategias didácticas con el fin de brindar atención a las diversas formas de aprendizaje de los estudiantes.

Se agregaron 2 ítems a la encuesta de satisfacción para incluir las experiencias de los alumnos, en los cuales se obtuvieron comentarios positivos sobre la implementación del aprendizaje basado en proyectos. Señalaron que el proyecto fomenta la creatividad e interés, facilitando la comprensión de conceptos clave de cálculo, empero, señalan algunos retos, tales como las limitaciones de tiempo, complicaciones al trabajar en equipo, así como problemas técnicos en el desarrollo del prototipo.

El enfoque del ABP con TIC y experimentos, refleja un efecto positivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo diferencial. Potenciando la comprensión conceptual, aumentando el interés, y favoreciendo la aplicación del conocimiento. Fomentando que el aprendizaje sea significativo, y a la vez, desarrollando habilidades técnicas que son de suma relevancia en ingeniería.

Se encontraron también áreas de oportunidad, como capacitar a los docentes para el utilizar la tecnología, así como reforzar los conocimientos previos de los estudiantes.

En una futura entrega se analizará detalladamente cómo se utilizaron las TIC, así como realizar modificaciones en las que apliquen conceptos de asignaturas posteriores como cálculo integral, vectorial y ecuaciones diferenciales. Es posible integrar otras disciplinas para aumentar las aplicaciones del proyecto. Se propone automatizar el cañón añadiendo sus capacidades, como identificación de objetivos, cálculo de ángulo de disparo, entre otras.

REFERENCIAS

- Abdel Rahim, G.P. & Garzón, P.E. (2023). Uso de los simuladores de Phet y Tracker para el estudio de movimiento oscilatorio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 18(Número especial), 1-15
- Acosta Magallanes, F., Ruiz Ledezma, E. R., Mendoza Iturralde, P., & Reyes Guzmán, M. A. (2023). Estudio de la derivada a través del tiro parabólico con Tracker. *Latin American Journal of Science Education*, 10(22013), 1-5.
- Cabral Rosetti, L., Castillo Rosas, A., & Durán Hernández, N. (2024). Caída de paracaidista en un medio viscoso como estrategia para la enseñanza del cálculo diferencial en ingeniería. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/paper.4162>
- Cenas Chacón, F. Y., Silva Balarezo, M. G., & Minez Cuba, Y. Z. (2022). Evaluación de competencia en cálculo diferencial en estudiantes de ingeniería. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(24), 1193–1203. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i24.407>
- Frías-Navarro, D. (2021). Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida. Universidad de Valencia. España. <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- García Gruezo, R. A., Criollo Flores, J. M., Hurtado Becerra, S. D., & Salazar Castillo, C. (2024). Análisis de los softwares matemáticos en la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en estudiantes de educación superior. *Dominio de las Ciencias*, 10(3), 1317–1334. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i3.3985>
- Hernández, L. (2020). Coronavirus y educación. *La Jornada*. Recuperado el 4 de enero 2025. <https://www.jornada.com.mx/2020/04/14/opinion/018a1pol>
- Mateo Alcántara, W., & Pérez González, O. L. (2024). Formación conceptual y tecnologías digitales en el Cálculo Diferencial para Ingeniería. Varona, *Revista Científico-Metodológica*, 79, 1-14.
- Mujica-Sequera, R. (2024). Clasificación de las Herramientas de la Inteligencia Artificial en la Educación. *Revista Tecnológica Educativa Docentes 2.0*, 17(1), 31-40. <https://doi.org/10.37843/rtd.v17i1.513>
- Open Source Physics Project. (2024). Tracker: Video analysis and modeling tool. <https://physlets.org/tracker/>

- Perilla, S., Valencia, H. & Chacón, M. (2022). Factores que afectan el desempeño en cálculo diferencial en la Universidad Santo Tomás. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 15(2), 37-68.
<https://doi.org/10.15332/25005421.6624>
- PhET Interactive Simulations. (s.f.). Projectile Motion. University of Colorado Boulder.
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/projectile-motion/about>
- Rojas Maldonado, E. R., & Toscano Galeana, J. (2022). Análisis de la evaluación de los conocimientos matemáticos previos de los alumnos que ingresan al curso de Cálculo Diferencial durante la pandemia de covid-19. *RIDE Revista Iberoamericana Para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(25).
<https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1315>
- Rojas Taño, A. (2022). Alternativa didáctica para contribuir a la significatividad en el aprendizaje del cálculo diferencial e integral en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas [Tesis doctoral, Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”]. Facultad de Educación en Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Matemática-Física, La Habana, Cuba.
- Serrano Rugel, B. H., Garzón Montealegre, V. J., González Macas, A. & Cervantes Alava, A. R. (2020). El laboratorio computacional matemático, como complemento para promover el aprendizaje del cálculo diferencial. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(2), 81-89.
- Yam Puc, M. Y., & Loria Arjona, D. A. (2020). Estrategia remedial para el fortalecimiento de la enseñanza del cálculo diferencial. *Advances in Engineering and Innovation*, 5(10), 14-19.
<https://www.progreso.tecnm.mx/revistaAEI/index.php/aei/article/view/45>