

Estrategia didáctica con la utilización de GeoGebra para la enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial

Didactic strategy using GeoGebra for teaching and learning differential calculus

Antonio Rey Roque¹. Niurys Lázaro Álvarez².

^{1,2} Universidad de las Ciencias Informáticas

¹ Correo electrónico: antrey@uci.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1205-4981>

² Correo electrónico: nlazaro@uci.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1414-5211>

Recibido: 14 de marzo de 2026

Aceptado: 30 de abril 2026

Resumen

El esfuerzo por transformar digitalmente la sociedad incluye sobre todo a la Educación. Los profesores y maestros tienen el reto de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje, lograr este propósito no es posible sin atemperarlo a las tendencias en la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la formación de los estudiantes del siglo XXI. En los estudiantes de ingeniería los retos son altos, pues implica enseñar desde aplicaciones técnicas, prácticas y rápidas para toma de decisiones. Una materia prescindible en el currículum del ingeniero lo constituyen las matemáticas. La necesidad de lograr que el Cálculo sea dinámico e interactivo en el aprendizaje del estudiante, constituye una barrera permanente en el PEA. Ello implica métodos de abstracción, activos y experimentales para la motivación y asimilación del contenido y aplicación del conocimiento. La satisfacción de esta exigencia constituyó la motivación central del presente artículo, en el cual tiene como objetivo diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza del cálculo diferencial en estudiantes de ingeniería, con la utilización del software de geometría dinámica GeoGebra en la asignatura Matemática II. Se describen los componentes de la estrategia en sus etapas, sus relaciones dinámicas y el resultado de su aplicación en tres grupos de estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Palabras Clave: Estrategia didáctica, GeoGebra, enseñanza del cálculo, cálculo diferencial

Abstract

The effort to digitally transform society includes, above all, education. Teachers face the challenge of perfecting the teaching-learning process. Achieving this goal is impossible without adapting it to the trends in the use of Information and Communication Technologies (ICTs) in the education of 21st-century students.

For engineering students, the challenges are significant, as it involves teaching practical, technical applications that facilitate rapid decision-making. Mathematics is often considered a dispensable subject in the engineering curriculum. The need to make calculus dynamic and interactive for student learning constitutes a persistent barrier in the teaching-learning process. This requires abstract, active, and experimental methods for motivating and assimilating content and applying knowledge. Meeting this requirement was the central motivation of this article, which aims to design a didactic strategy for teaching differential calculus to engineering students using the dynamic geometry software GeoGebra in the Mathematics II course. The components of the strategy are described in its stages, its dynamic relationships and the result of its application in three groups of students of the Computer Science Engineering degree.

Keywords: Teaching strategy, GeoGebra, calculus teaching, differential calculus

Licencia Creative Commons



Introducción

Es de reconocimiento mundial que el futuro de la educación en su proceso evolutivo no puede dejar de tener en cuenta las Matemáticas como parte de la solución y que necesariamente incluye dominar las herramientas digitales (Carvalho e Silva, 2024, 2025). Pero no es una tarea fácil lograr que las personas comunes y en particular los estudiantes universitarios de ingeniería aprecien su importancia y por tanto la necesidad de estudiar las Matemáticas y adquirir competencias en esta rama de las ciencias. Aunque sea reconocida la *omnipresencia* de las Matemáticas en la vida cotidiana y sobre todo tecnológica, no suele ser evidente (Dhersin et al, 2023) por tal razón se hace necesario continuar innovando e investigando. ¿Cómo lograr la motivación por estudiar esta ciencia?, ¿cómo conseguir que se adquiera un conocimiento significativo y se desarrolle el pensamiento matemático que estratégicamente es lo más perdurable y esencial para asimilar una formación continua?, son preguntas a responder.

El cálculo diferencial es sin dudas una de las bases matemáticas más relevantes en ingeniería, física y otras ciencias aplicadas. Un problema latente en la actualidad es el predominio de una enseñanza tradicional, frecuentemente centrada en la manipulación algebraica, esto implica que el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta materia se enfrenta a desafíos significativos en cuanto a la comprensión conceptual por parte de los estudiantes (Artigue, 1999). La naturaleza abstracta de conceptos como el de límite, derivada y diferencial, dificulta que los estudiantes establezcan conexiones entre la representación formal y su significado geométrico o físico.

El interés y necesidad de lograr que la enseñanza del Cálculo sea significativa ha impulsado la exploración de nuevas metodologías y herramientas tecnológicas. El interés de este artículo radica en la búsqueda de estrategias que permitan superar la barrera de la abstracción, promoviendo un aprendizaje más activo y basado en la visualización y la experimentación (Zimmermann, 1991). En el contexto científico de las últimas décadas, existe un consenso creciente sobre la importancia de integrar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación matemática para facilitar la exploración de modelos y funciones de manera dinámica e interactiva (National Council of Teachers of Mathematics, 2000; Zhang et al, 2020; Dyrvold. y Bergvall, 2024; Bayaga, 2024; Cirneanu y Moldoveanu, 2024).

La utilización de softwares de matemática dinámica en la enseñanza del Cálculo ha sido abordada por diversos investigadores. Herramientas como *Mathematica*, *MatLab* entre otros, facilitan la exploración de funciones y la resolución de problemas del cálculo infinitesimal y las ecuaciones diferenciales, pero por lo general requieren una curva de aprendizaje compleja para ser utilizadas didácticamente o son costosas (Tall, 2008). GeoGebra, por su parte, es un software libre y multiplataforma que integra Geometría, Álgebra y Cálculo, siendo más accesible y sobre todo didácticamente más factible para la creación de construcciones dinámicas (Hohenwarter y Jones, 2007).

El empleo de recursos educativos digitales, como por ejemplo los elaborados con GeoGebra, constituyen herramientas didácticas para construir el conocimiento matemático (Mora, 2023). La selección de GeoGebra se fundamentó además en las características de los objetos de enseñanza-aprendizaje dinámicos e interactivos (OEADI) que pueden ser elaborados con este software (archivos de extensión. `ggb1`) de geometría dinámica, las cuales se fundamentan en el enfoque ontosemiótico de Godino, las teorías de aprendizaje significativo de Ausubel y de las representaciones semióticas de Duval (Fuentes y Aguilar, 2025; Barreras et al, 2022).

Sobre la implementación de GeoGebra en Matemática en todos los niveles de enseñanza y en particular en la enseñanza universitaria hay documentación abundante en la literatura científica, pero la referida específicamente a estrategias didácticas bien estructuradas y evaluadas para la enseñanza de los conceptos del cálculo diferencial (Límite, Continuidad, Derivada, Diferencial) en un curso completo, es aún limitada. Los estudios existentes sobre la implementación de GeoGebra se centran generalmente en un concepto o temática aislada, no es común encontrar investigaciones que integren temas completos de asignaturas de Matemática (Dubarbie et al, 2025), por ejemplo, el concepto de límite (Barreras et al, 2022),(Medina, 2021), el concepto de derivada y sus aplicaciones (Sari et al, 2018), (Portillo et al, 2019), (Ayala y Luna,2025).

El objetivo de la investigación es proponer una *estrategia didáctica* que articule el uso sistémico y extenso del software GeoGebra para el tema cálculo diferencial, núcleo de la asignatura Matemática II de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.

¹ Es un **archivo comprimido** (como un ZIP) que guarda toda la información de la construcción matemática. Dentro de él se almacenan objetos matemáticos, propiedades, entrada algebraica, hoja de cálculo, vistas 2D y 3D y scripts (Pequeños programas en JavaScript o GeoGebraScript que añaden interactividad, botones o animaciones).

Desarrollo

Según Barrios y Diez (2018) el término de estrategia se asume en la literatura como el arte de dirigir y coordinar acciones y operaciones, explican la polisemia del concepto en tanto se trata además de un conjunto de acciones y objetivos enmarcados en un plan o programa. Se conciben para optimizar la resolución de problemas, proyectar cambios cualitativos positivos lo que implica la planificación de acciones que se interrelacionan dialécticamente orientadas a un fin (Rodríguez y Rodríguez, 2011). En el contexto de la investigación educativa existen varios tipos de estrategias, entre ellas las estrategias pedagógicas, metodológicas y didácticas. En correspondencia con el objetivo de la investigación solo se hará referencia a las estrategias didácticas.

Son varios los autores que han investigado y expuesto resultados sobre las estrategias didácticas, tanto como resultado científico en general como en su aplicación práctica (De Armas et al, 2003; Valle, 2012; Font, 2017; Maldonado, 2017; Cruz et al, 2019; Vidal, 2020, Padrón et al, 2022) entre otros. Font, (2017) resume de varios investigadores una definición para las estrategias didácticas que asumen los autores, son: "... un sistema secuencial de acciones de motivación, orientación, ejecución, control y valoración que ejecutan coordinadamente docentes y estudiantes, a partir del diagnóstico del contexto educativo, donde se involucran los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje, en función de un objetivo a lograr", En esencia permiten "... dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje" (Maldonado et al, 2017). De Armas y Valle asumen en (De Armas, N. y Valle, A., 2011, p.39) que una estrategia didáctica "es la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje de una asignatura, nivel o institución tomando como base los componentes del mismo y que permite el logro de los objetivos propuestos en un tiempo concreto".

Los autores, teniendo en cuenta el estudio realizado sobre la concepción de una estrategia didáctica de varios autores, asumen más adecuada de acuerdo al propósito de la investigación realizada, la definición dada por Valle Lima como "... un conjunto de acciones secuenciales e interrelacionadas que partiendo de un estado inicial (dado por el diagnóstico) y considerando los objetivos propuestos permite dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje" (Valle, 2012, p.168).

Esta concepción de Valle permitió definir para la estrategia didáctica la misión, el objetivo general, los principios didácticos; estructurarla en cuatro etapas (diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación y evaluación); cada una con un objetivo, acciones generales del profesor y de los estudiantes y el grupo (ver figura 1).

La estrategia didáctica elaborada y puesta en práctica tiene como atributo principal y distintivo, en comparación con otros resultados estudiados que incluyen la utilización de GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo (Barreras et al, 2022; Mora, 2023; Ayala y Luna, 2025; Fuentes y Aguilar, 2022; Dubarbie et al, 2025), la integración de un sistema de OEADI diseñados y contruidos con GeoGebra para el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Matemática II (Cálculo diferencial) que permitió resolver una de las problemáticas identificadas, precisamente la no existencia de este tipo de resultados en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). En la estrategia intervienen como actores los profesores, no solo como guías y conductores del proceso sino también concretando la utilización de los OEADI como medios de enseñanza en las clases; los estudiantes, no solo como receptores sino también como entes activos en el proceso, en tanto que las clases se basan en métodos activos sino también porque los OEADI pueden ser utilizados para el aprendizaje autónomo.

La implementación de la estrategia presupuso la existencia de condiciones para la utilización de la tecnología mínima necesaria, tanto para las clases en aulas y laboratorios como para el trabajo independiente de los estudiantes. Además, fue necesario la capacitación no solo de los profesores, también de los propios estudiantes. En el primer caso se realizó mediante un entrenamiento de postgrado y en las preparaciones metodológicas, en el caso de los estudiantes ya estos venían con cierto nivel de preparación en la utilización de GeoGebra en las asignaturas precedentes.

La selección de GeoGebra para la estrategia se fundamenta en la Teoría de las representaciones semióticas de Duval para la cual el aprendizaje implica coordinar diferentes registros de representación lo que puede lograrse utilizando los OEADI para conectar de forma dinámica la gráfica de una función, su expresión algebraica, valores numéricos y el concepto verbal. La teoría de aprendizaje significativo de Ausubel donde se postula que el nuevo conocimiento se integra de forma no arbitraria a estructuras cognitivas preexistentes dando un significado a lo que se aprende y se puede lograr con el diseño actividades con OEADI para problemas concretos de aplicación: Optimización, tasas relacionadas, cálculos aproximados.

Estrategia didáctica con la utilización de GeoGebra para la enseñanza- aprendizaje del cálculo diferencial

La Teoría de la Carga cognitiva de Sweller, sobre la utilización de la instrucción para ayudar a los limitados e innecesarios procesos memorísticos pues mediante la interactividad dinámica en la visualización de procesos complejos permite aligerar la carga mental todo sobre la concepción constructivista y de aprendizaje activo de Piaget y Vygotsky donde el conocimiento se construye mediante la experiencia y la interacción con el entorno ya que los OEADI de Geo Gebra tienen elementos como deslizadores, botones y controladores permiten experimentar, formular hipótesis y validarlas en un proceso cíclico propio de la apropiación de nuevos saberes (Fuentes y Aguilar, 2025).

Componentes de la estrategia

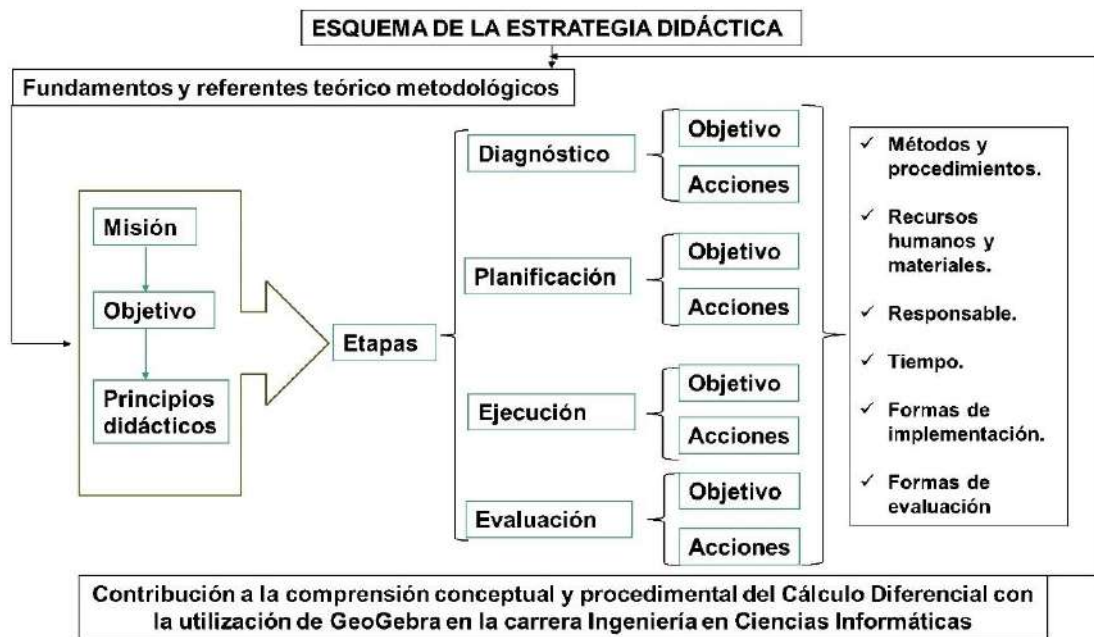


Figura 1: Esquema de la Estrategia Didáctica. Fuente: Elaboración propia.

La *misión* se definió en función del propósito estratégico de su aplicación: Contribuir al desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes mediante la utilización de GeoGebra a partir de la visualización dinámica e interactiva. El objetivo, como categoría rectora enfocado al alcance de la misión: Contribuir desde la estrategia didáctica al proceso de enseñanza- aprendizaje del cálculo diferencial con la utilización de GeoGebra.

Para alcanzar la misión y cumplimentar con el objetivo se concibieron cuatro etapas:

Diagnóstico

Se realizó una caracterización de los estudiantes de segundo año de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI) a partir de sus resultados docentes en primer año y habilidades adquiridas en las asignaturas de Matemática en ese período académico.

En Álgebra aprobó el 48% y en Matemática I, donde se introdujo el concepto de *limite*, el 74%. Estos datos se obtuvieron de los informes de resultados de cada asignatura, de la tabulación de errores emergieron deficiencias centradas en la resolución de problemas, la manipulación algebraica y la interpretación y construcción de gráficos.

Se aplicó una encuesta (ver anexo 1) sobre el nivel de aceptación y habilidades en el empleo de GeoGebra hasta el momento, lo que permitió seleccionar adecuadamente los elementos a incluir en los OEADI, tanto los estáticos como los dinámicos e interactivos, los resultados mostraron un nivel de aceptación y motivación elevados en más del 70% de los estudiantes. Estos elementos permitieron hacer una selección adecuada de los contenidos a trabajar con GeoGebra y objetivos de los OEADI a utilizar, para lo cual se realizó además un estudio general de los recursos disponibles en la comunidad de GeoGebra sobre esta temática (www.geogebra.org) con el objetivo de reutilizar los ficheros. ggb afines. Estos elementos permitieron establecer características de la estrategia para dar cumplimiento al objetivo general de contribuir a la mejora del aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Planificación

A partir de los resultados del diagnóstico se estableció un plan de acciones para lograr la concreción de la propuesta como resultado de la estrategia:

1. Selección de los contenidos, los métodos, el sistema de evaluación y las formas organizativas por tipo de objeto de acuerdo con la exigencia didáctica correspondiente: Introducción de conceptos, resolución de problemas genéricos, resolución de problemas específicos y la realización de cálculos numéricos, simbólicos y gráficos.
2. Estudio de los OEADI relacionados con los temas del Cálculo diferencial declarados en el programa de la asignatura, para la selección de los que se van a reutilizar, modificar personalizándolos y cuáles deberán ser elaborados desde cero.
3. Introducción de los OEADI en la planificación docente de la asignatura, por formas organizativas, en las conferencias como medios de enseñanza, en las actividades prácticas y el trabajo independiente como recursos de aprendizaje.
4. Preparación metodológica de los profesores que participan en el proceso de la asignatura.
5. Ejecución y seguimiento con las correcciones de rumbo necesarias de la utilización de los OEADI según lo establecido en la estrategia.

Estrategia didáctica con la utilización de GeoGebra para la enseñanza- aprendizaje del cálculo diferencial

6. Evaluación de los resultados (evaluaciones frecuentes y parciales) en la muestra seleccionada.
7. Validación por expertos de la efectividad de la estrategia.

Ejecución

Selección de contenidos: La asignatura Matemática II contempla dos temas. Cálculo diferencial de funciones reales de una variable real y Cálculo diferencial de funciones reales de varias variables reales. Se consideraron siete subgrupos: Concepto de derivada. Cálculo de derivadas; Aplicaciones: *L'Hopital*. Tasas relacionadas; Aproximación de funciones (Diferenciales, linealización, Polinomios de Tylor, Polinomios de interpolación).

Resolución de ecuaciones (Método de Newton-Raphson); Aplicaciones: Trazado de curvas; Problemas de optimización; Funciones de varias variables. D- parciales y Extremos. Problemas de optimización.

En la tabla 1 se puede observar una muestra de la selección de contenidos los OEADI (ficheros .ggb) correspondientes, expresados en el objetivo general del objeto, su funcionalidad didáctica, características y resultados esperados. Esta selección, tanto de los contenidos como de los objetos mismos puede ser modificada o perfeccionada no solo de una edición a otra de la asignatura, también durante el proceso docente, en la medida que su dinámica y la creatividad de profesores y estudiantes lo demande.

Tabla 1: Muestra de la tabla con la descripción de los OEADI por contenido.

Fuente: Elaboración propia.

No	Objetivo específico	Funcionalidad didáctica	Características	Resultados esperados
01	Interpretar la pendiente de una recta como una razón de cambio entre Δy y Δx	Introducción de conceptos	<ul style="list-style-type: none"> •Muestra el gráfico de una recta en un sistema de coordenadas cartesianas y el ángulo positivo α que forma con el eje de las "x". •Permite interactuar con la posición e inclinación de la recta de manera que se aprecie la variación del ángulo. Muestra la dinámica de los parámetros de la ecuación $y = mx + n$, en particular la pendiente $m = \Delta y / \Delta x$ de manera que pueda relacionarse su valor y signo con el ángulo α y el valor de $\tan \alpha$ así como la razón entre Δy y Δx. •Incluye breve guía de utilización y guía para ejecutar actividades que conducen a un informe de observación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la preparación para comprender la definición de derivada como pendiente de una recta
...

Diseño, modificación y elaboración de los OEADI:

Se elaboraron o modificaron 36 OEADI distribuidos por los siete grupos de contenidos de la siguiente forma: Cuatro (4) para el grupo 1, tres (3) para el grupo 2, seis (6) para el grupo 3, cinco (5) para el grupo 4, ocho (8) para el grupo 5, seis (6) para el grupo 6 y cuatro (4) para el grupo 7. Por su funcionalidad didáctica el diseño de los OEADI se dividió en tres grupos no excluyentes: (1) Para la comprensión de conceptos; (2) Para la resolución con la resolución de problemas genéricos y específicos y (3) Para facilitar la realización de cálculos simbólicos, gráficos y numéricos.

Como características generales, cada OEADI permite interactuar con elementos (deslizadores, botones, casillas de entrada de datos, casillas de control, entre otros) de manera que en tiempo real puede ser observada la relación dinámica entre objetos numéricos, simbólicos y gráficos, ideal para experimentar, conjeturar y corroborar, acciones útiles no solo para a comprensión de conceptos sino también en la resolución de problemas. En la figura No1 se muestra una imagen facsímil del objeto creado para introducir la definición de *derivada*.

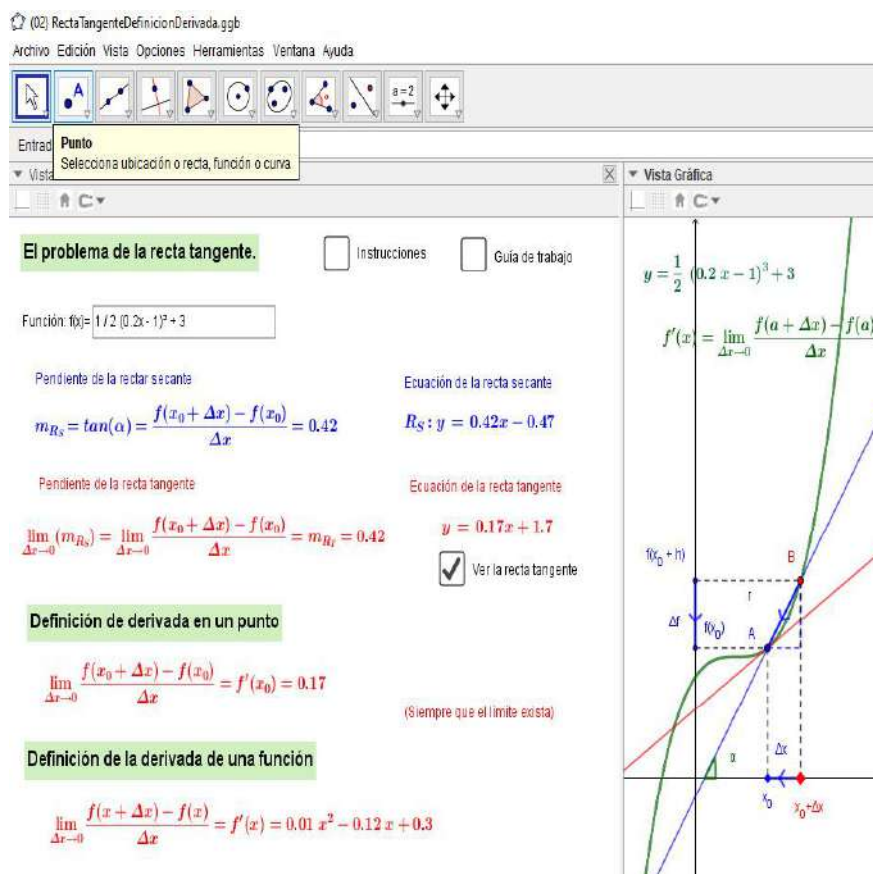


Figura 2. Imagen ilustrativa de un OEADI. Fuente: Elaboración propia.

Estrategia didáctica con la utilización de GeoGebra para la enseñanza- aprendizaje del cálculo diferencial

Como cada OEADI, cuenta con textos a demanda, con elementos teóricos del contenido, ejercicios a resolver (generalmente con botones para agilizar la entrada de datos) y una guía de trabajo con orientaciones de elaboración de un informe de observación. Los OEADI se utilizan en las *conferencias* como medios de enseñanza apoyado por métodos activos. La acción principal es la del profesor quien interactúa con los OEADI, los estudiantes observan y responden a las preguntas cuyas respuestas van construyendo el nuevo conocimiento.

En la *autopreparación*, a partir de una base orientadora apoyada en el Entorno Virtual de Aprendizaje, el profesor orienta cómo utilizar los OEADI que ya fueron mostrados y utilizados en la clase conferencia, sobre todo la guía de trabajo, los estudiantes utilizan los OEADI para el estudio del contenido y la resolución de las actividades orientadas para el estudio independiente y en las *actividades prácticas*, como herramientas para la resolución de ejercicios y problemas. El profesor establece el nivel de partida, controla lo orientado para el estudio independiente, en particular la utilización de los OEADI, indica las actividades a realizar, supervisa y evalúa su desenvolvimiento. Los estudiantes dan solución a los ejercicios y problemas planteados interactuando con los OEADI.

La capacitación de los profesores se realiza en las sesiones de preparación metodológica del colectivo de asignatura. Se trata de una preparación específica en tanto las generalidades de GeoGebra ya son conocidas debido a su utilización en las asignaturas precedentes. En el documento de planificación (P1) se incluyen las orientaciones generales y la distribución por actividad docente de los OEADI a utilizar en cada una.

Evaluación

El objetivo de esta etapa se centró en valorar las transformaciones experimentadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Cálculo diferencial y el desarrollo de las habilidades en la utilización de los OEADI GeoGebra. Se realiza un seguimiento a la evolución de lo que se determinó en el diagnóstico sobre la preparación de estudiantes y profesores, en particular sobre el desarrollo de las habilidades en la utilización de los OEADI y el rendimiento académico. Se aplicó a los efectos un pre-experimento alineado con los objetivos de la estrategia y de la asignatura, concretándose en las evaluaciones frecuentes y parciales de la etapa lectiva.

En esta etapa las acciones del profesor se centraron en el control y evaluación del rendimiento académico y la incidencia de la utilización de los OEADI de GeoGebra; la acción de los estudiantes se enfocó en la participación en el proceso de evaluación colaborando con la

utilización, en clases y de manera independiente, de los OEADI; el grupo participa de manera colectiva en la valoración de las acciones realizadas en cada momento de la estrategia, particularmente en los clases seminarios y discusión de tareas.

La valoración general de la estrategia se realizó mediante consulta de especialistas, fueron seleccionados 10 expertos (5 doctores en educación 3 de la especialidad matemática con experiencia en TIC, 5 ingenieros informáticos con experiencia en la docencia en Cálculo diferencial). Se aplicaron cuestionarios y preguntas abiertas, evaluando: Coherencia teórica, pertinencia disciplinar, claridad de las etapas, factibilidad didáctica de los OEADI y viabilidad de implementación.

En el proceso se aplicaron dos rondas: En la primera se recogieron juicios y sugerencias, se analizaron cualitativamente (codificación temática) y cuantitativamente (Índice de Concordancia IC). Las sugerencias se incorporaron y se envió una segunda versión refinada para lograr consenso ($IC \geq 0.80$).

Realización de un pre-experimento

La Estrategia se aplicó en la asignatura Matemática II (Cálculo diferencial) en la Facultad de Tecnologías Libres (FTL), de una población con 272 estudiantes aprobados en Álgebra y Matemática I se tomó un muestra de 51 estudiantes, todos de la facultad de Tecnologías Libres.

El sistema de evaluación de la asignatura contempló evaluaciones frecuentes y evaluaciones parciales, incluyó dos tareas extra-clase y dos seminarios. En la evaluación de las respuestas se tuvieron en cuenta cuatro dimensiones: la comprensión conceptual, la habilidad para resolver problemas, habilidad para utilizar la tecnología y la motivación y se ponderaron como se muestra en la tabla no 2:

Tabla 2: Dimensiones tenidas en cuenta para la evaluación en el pre-experimento.

Fuente: Elaboración propia

Dimensión	Instrumento/Método	Ponderación
Comprensión Conceptual	Preguntas orales y escritas en evaluaciones frecuentes y parciales que requieren interpretar conceptos.	40%
Habilidades para resolver problemas	Preguntas orales y escritas en evaluaciones frecuentes y parciales, en particular en los seminarios, que requieren resolver problemas.	30%
Habilidades con el uso de la tecnología	Observación del desenvolvimiento en la actividad de laboratorio y en el EVA.	20%
Motivación y percepción	Cuestionario de percepción (escala Likert) y entrevistas grupales.	10%

Al cerrar el período lectivo la comparación de los resultados arrojó una diferencia positiva promedio de 10 puntos porcentuales a favor de los estudiantes de la FTL con relación al resto de los estudiantes en las otras cuatro facultades con la misma carrera, tanto en porcentaje final de aprobados como en la calidad de las respuestas, sobre todo en las evaluaciones frecuentes, las cuales se diseñaron para utilizar los OEADI de GeoGebra que conforman la estrategia lo cual se corroboró en dos encuentros de conocimiento entre los estudiantes de la FTL y estudiantes de otras facultades.

Conclusiones

La enseñanza de la Matemática y en particular la del Cálculo requiere romper la inercia tradicionalista y adecuarse a los resultados que se han documentado ampliamente por los investigadores en Educación Matemática sobre todo los relacionados con el aprendizaje significativo a partir de la utilización de la resolución de problemas sobre los métodos reproductivos. Para que el aprendizaje sea significativo debe prevalecer la enseñanza conceptual sobre el predominio de lo procedimental y el excesivo trabajo manual y la transformación digital que implica el uso de softwares dinámicos como GeoGebra.

La utilización de estrategias didácticas concebidas y diseñadas para utilizar softwares que potencien la visualización dinámica y el trabajo interactivo constituye una vía factible y eficaz tal y como se reconoce en los estudios y experiencias educativas documentadas y en la literatura científica. En particular, la utilización del software de geometría dinámica GeoGebra es desde el punto de vista didáctico la herramienta ideal para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, dentro de la cual el cálculo diferencial que por su naturaleza es dinámico lo que hace que visualizar e interactuar sean acciones que conducen a un aprendizaje más significativo.

La estrategia presentada incluye como elemento distintivo la estructuración sistémica de GeoGebra en todos los temas de una asignatura lo cual favorece la efectividad de su utilización para mejorar la motivación y el aprendizaje, como solución al problema de que en la literatura consultada no se encontraron investigaciones que integraran sistémicamente el uso OEADI de GeoGebra. Como valor agregado, varios OEADI del sistema creado constituyen herramientas valiosas para su utilización en la preparación de clases, de materiales auxiliares con ejercicios y problemas y en la confección de instrumentos evaluativos.

Referencias bibliográficas

- Artigue, Michèle. (1999). The Teaching and Learning of Mathematics at the University Level Crucial Questions for Contemporary Research in Education. Notices of the American Mathematical Society. 46.
https://www.researchgate.net/publication/237369111_The_Teaching_and_Learning_of_Mathematics_at_the_University_Level_Crucial_Questions_for_Contemporary_Research_in_Education
- Ayala Chauvin, M. A., y Luna Romero, R. L. (2025). EL uso de GeoGebra para la comprensión de la derivada implícita en ingeniería. Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE. ISSN: 2600-6030, 8(16), 376-386.
<https://doi.org/10.56124/sapientiae.v8i16.021>
- Barreras Peral, A., Dubarbie, L., y Oller-Marcén, A. M. (2022). Análisis de applets de GeoGebra para la enseñanza del límite de una función. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 74(4), 65-83.
<https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/93361>
- Barrios Gárciga, Odet, y Diez Fumero, Tania. (2018). Strategies: A systematizing of definitions in the educational field. Varona. Revista Científico Metodológica, (66, Supl. 1). Recuperado en 30 de marzo de 2026, de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1992-82382018000300020&lng=es&tlng=en.
- Bayaga, A.. (2024). Geogebra, a dynamic software for conceptual understanding and visualisation - multi-directionality of influence. South African Journal of Higher Education. 38. 9-28. 10.20853/38-3-6363.
- Carvalho e Silva, J. (2024). Contribuciones antiguas y recientes de la UNESCO para mejorar la enseñanza de la Matemática. *UNION*, 20(71).
<https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1658>
- Carvalho e Silva, J. (2025). *La importancia de la enseñanza de las Matemáticas para todos en el siglo XXI*. IV Congreso de Educación Matemática de América Central y el Caribe (CEMACYC), Santo Domingo, República Dominicana.
<https://ponencias.ciaem-redumate.org/cemacyc/article/view/720>
- Cirneanu, A. y Moldoveanu, C. (2024). Use of digital technology in integrated mathematics education. Applied System Innovation, 7(4), 66.
<https://doi.org/10.3390/asi7040066>

Estrategia didáctica con la utilización de GeoGebra para la enseñanza- aprendizaje del cálculo diferencial

- Cruz-Pérez, M., Pozo-Vinueza, M., Chamorro, H. , Urquizo Buenaño, G. J. (2019). Estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades investigativas con el aprovechamiento de las TIC. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*. 7. 78-85. <https://www.researchgate.net/publication/334074525>
- De Armas Ramírez, N. y Valle Lima, A. (2011). Resultados científicos en la investigación educativa. Editorial Pueblo y Educación.
- De Armas Ramírez, N., Lorences González, J., y Perdomo Vázquez, J. (2003). Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educativa. *Evento Internacional Pedagogía*, vol. 40.
- Dhersin, J. S., Kaper, H., Ndifon, W., Roberts, F., Rousseau, C., & Ziegler, G. (2023). *Mathematics for action: Supporting science-based decision-making*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380883.locale=en>
- Dubarbie, L. Barreras, A, Oller-Marcén, AM. (2025). El uso de GeoGebra en la enseñanza de conceptos matemáticos: prácticas, barreras y percepciones docentes. *Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa - RELATEC*, 24(1), 77-100. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.24.1.77>
- Dyrvold, A. y Bergvall, I. (2024) Digital teaching platforms: the use of dynamic functions to express mathematical content, *Scandinavian Journal of Educational Research*, 68:5, 861-877, <https://doi.org/10.1080/00313831.2023.2196555>
- Font Ocampo, O. (2017). Manual de estrategias didácticas. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-216076_recurso_pdf.pdf
- Fuentes Lara, M. D. y Aguilar Salinas, W. E. (2022). Secuencia didáctica apoyada con el software GeoGebra y problemas de optimización para el estudio de conceptos de cálculo diferencial. *Innovación Educativa (México, DF)*, 22(90), 9-35. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732022000300009
- Hohenwarter, M. y Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: the case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131. https://eprints.soton.ac.uk/50742/2/Hohenwarter_Jones_link_geom_alg_GeoGebra_2007.pdf

- Maldonado, B., Benavides, K., y Buenaño Cabrera, J. (2017). Análisis dimensional del concepto de estrategia. *Revista Ciencia Unemi*, 10(25), 25-35. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661258003/html/>
- Medina García, N. S. (2021). Límite de funciones reales con apoyo de GeoGebra. *Quintaesencia*, 12(1), 153–156. <https://doi.org/10.54943/rq.v12i1.49>
- 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*. <https://www.redalyc.org/journal/6079/607974617004/html/>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM. <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/>
- Padrón Álvarez, A., Sarabaza Hernández, N., Rodríguez Castilla, L., y Torres Fernández, C. (2022). Estrategia didáctica a partir de la metodología investigación acción participativa para la formación online con alumnos ayudantes. *Revista Referencia Pedagógica*, 10(1), 164–178p. <https://rrp.cujae.edu.cu/index.php/rrp/article/view/295>
- Portillo, H. J., Ávila-Sandoval, M. S., Cruz-Quiñones, M. de los Ángeles, & López-Ruvalcaba, C. (2019). Geogebra y Problemas de Optimización. *Cultura Científica Y Tecnológica*, 16(1), 5–11. <https://doi.org/10.20983/culcyt.2019.1.2.1>
- Rodríguez, M. A. y Rodríguez, A. (2011). La estrategia como resultado científico de la investigación educativa. En: Almas y Valle. *Resultados Científicos en la investigación educativa*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, pp. 22-40.
- Sari, P., Hadiyan, A., y Antari, D. (2018). Exploring derivatives by means of GeoGebra. *International Journal on Emerging Mathematics Education*, 2(1), 65-78. <http://dx.doi.org/10.12928/ijeme.v2i1.8670>
- Tall, D. (2008). The transition to formal thinking in mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 20(2), 5-24.
- Valle Lima, A. (2012). *La investigación pedagógica. Otra mirada*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Vidal, M. (2020). Estrategias didácticas para la virtualización del proceso enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 34(3). <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=100527>

Zhang, L., Zhou, Y., y Wijaya, T. T. (2020). Hawgent dynamic mathematics software to improve problem-solving ability in teaching triangles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1663(1).

<https://www.researchgate.net/publication/346566182>

Zimmermann, W. (1991). Visual thinking in calculus. En M. J. Burke (Ed.), *Research issues in the learning and teaching of calculus* (pp. 119-129). Mathematical Association of America. <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/115665>

Contribución de autoría

El diseño y elaboración de los OEADI de GeoGebra estuvo a cargo del autor Antonio Rey Roque, así como la redacción previa del artículo y la aplicación de la experiencia en tres grupos de estudiantes en la asignatura Matemática II. La concepción de la Estrategia se realizó por ambos autores y Niurys Lázaro Álvarez además realizó la revisión y corrección final del artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Ambos autores del artículo declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final.

Autores

Antonio Rey Roque. Máster en Matemática Aplicada, Mención Pedagogía. Profesor Auxiliar. Departamento de Matemática. Facultad de Tecnologías Educativas. Director de Cuadros, Universidad de las Ciencias Informáticas

Niurys Lázaro Álvarez. Doctora en Ciencias de la Educación. Profesora Titular. Departamento Matemática, Facultad de Tecnologías Educativas. Secretaria General Universidad de las Ciencias Informáticas.



Anexo 1

ENCUESTA SOBRE EL USO DE GEOGEBRA EN PRIMER AÑO DE LA CARRERA

Estudiante, le invitamos a responder las preguntas siguientes que tienen el objetivo de medir los niveles de motivación, satisfacción y eficacia por el uso del software GeoGebra en las asignaturas de primer año Álgebra y Matemática I. Su respuesta facilitará a los profesores perfeccionar la utilización de esta herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de segundo año, en particular Matemática II. De antemano le damos las gracias por su colaboración.

Colectivo de profesores de Matemática II.

1. ¿Cursaste las asignaturas Álgebra y Matemática I en el primer año de la carrera?
() Sí, ambas () Solo Álgebra () Solo Matemática I () Ninguna

2. A continuación, se presentan afirmaciones relacionadas con su experiencia al usar GeoGebra durante las asignaturas Álgebra y Matemática I (primer año). Por favor, indique con "x" su grado de acuerdo con cada afirmación usando la escala:

1 -Totalmente en desacuerdo **2** - En desacuerdo **3** – Neutral **4** - De acuerdo **5** - Totalmente de acuerdo

A. Motivación hacia el uso de GeoGebra

	1	2	3	4	5
1 El uso de GeoGebra despertó mi interés por los temas de Álgebra y Matemática I.					
2 Me sentí motivado a explorar más allá de lo explicado en clase gracias a GeoGebra.					
3 La posibilidad de visualizar gráficamente los conceptos aumentó mi motivación para estudiar.					
4 Recomendaría que se siga utilizando GeoGebra en asignaturas de matemática en la carrera.					

¿Qué fue lo que más te motivó? (ej. interactividad, visualización, posibilidad de experimentar, etc.):

B. Aceptación y facilidad de uso

Estrategia didáctica con la utilización de GeoGebra para la enseñanza- aprendizaje del cálculo diferencial

B, Aceptación y facilidad de uso		1	2	3	4	5
1	Encontré GeoGebra fácil de usar desde el principio.					
2	La integración de GeoGebra con el entorno virtual de aprendizaje fue adecuada.					
3	Prefiero las explicaciones tradicionales (solo pizarra) a aquellas que incluyen GeoGebra.					
4	El uso de GeoGebra en las evaluaciones (modo examen) me generó confianza.					

C. Habilidades adquiridas y utilidad didáctica

		1	2	3	4	5
1	GeoGebra me ayudó a comprender mejor los conceptos abstractos (ej. límites, continuidad, sucesión).					
2	Aprendí a utilizar GeoGebra como calculadora gráfica, simbólica y numérica para resolver problemas.					
3	Los ficheros .ggb diseñados por el profesor me sirvieron para practicar de forma autónoma.					
4	Considero que el uso de GeoGebra mejoró mi capacidad para modelar problemas de ingeniería.					

D. Preferencia por elementos interactivos

Escala: 1 = No me gusta; 2 = Me es indiferente; 3 = Me gusta; 4 = Me gusta mucho

		1	2	3	4	5
1	Botones (para mostrar/ocultar, reiniciar, etc.)					
2	Deslizadores (para variar parámetros)					
3	Entrada de datos (campos para escribir valores, expresiones, ecuaciones, etc)					
4	Casillas de verificación (activar/desactivar elementos)					

3. Preguntas de selección múltiple (marque con una X)

- 1) ¿En cuáles de las siguientes actividades utilizó GeoGebra? (puede marcar más de una)
- Clases prácticas Seminarios investigativos
- Estudio independiente Evaluaciones (modo examen)
- 2) ¿Qué tipo de uso le dio más utilidad para su aprendizaje? (seleccione una)
- Comprender de conceptos nuevos
- Resolución de problemas genéricos (ej: Analizar la continuidad, Resolver sistema de ecuaciones lineales (SEL), resolver numéricamente ecuaciones no lineales)
- Resolución de problemas específicos (ej: problemas de aplicación de SEL, ecuaciones no lineales, matrices)
- Como calculadora (numérica, simbólica, gráfica)
- 3) ¿Con qué frecuencia utilizó GeoGebra en el estudio independiente?
- Nunca Rara vez A veces Frecuentemente Siempre
- 4) ¿Cómo valora la integración de GeoGebra con el entorno virtual de aprendizaje (acceso a materiales, foros, etc.)?
- Nunca Rara vez A veces Frecuentemente Siempre