



Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el aprendizaje del cálculo diferencial

Information and Communication Technologies in the learning of differential calculus

MSc. Amilcar Rojas Taño

Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba

ORCID <http://orcid.org/0000-0001-7851-1124>.

Correo(s) electrónico(s):

amilcar@uci.cu

Recibido: 28/08/2021

Aceptado: 05/12/2021

Resumen: El proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial en la formación de ingenieros en la Universidad de las Ciencias Informáticas ha presentado dificultades. Se propuso como objetivo elaborar un sistema de tareas en el Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje que permita aumentar la motivación y el papel protagónico a partir de su intervención reflexiva, consciente y sistematizada en la construcción del contenido de aprendizaje. Para la realización de la investigación se utilizaron métodos del nivel teórico y empírico. Con la aplicación de la propuesta se logró promover un proceso más participativo y reflexivo en el contenido del cálculo diferencial.

Palabras clave: Proceso de enseñanza-aprendizaje; Cálculo diferencial; Entorno virtual de enseñanza aprendizaje; GeoGebra; Sistema de tareas

Abstract: The teaching-learning process of differential calculus in the training of engineers at the University of Computer Science has presented difficulties. The objective was to develop a system of tasks in the Virtual Learning Teaching Environment subject that would increase motivation and a leading role based on their reflexive, conscious and systematized intervention in the construction of learning content. For the realization of the investigation methods of the theoretical level and empiric. With the application of the proposal, a more participatory and reflective teaching-learning process was promoted in order to improve the teaching results of students in the content of differential calculus.

Keywords: Teaching-learning process; Differential calculus; Virtual learning teaching environment; GeoGebra; Tasks system.

Introducción

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) surge en el año 2002, a partir de una idea del Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, con el objetivo de que se llegara a convertir en una universidad de excelencia caracterizada por ser una institución experimental, educacional y productora en el área de la informática.

Esta universidad se crea con dos misiones:

- a) Formar profesionales comprometidos con su Patria y altamente calificados en la rama de la Informática.
- b) Desarrollar aplicaciones y servicios informáticos, a partir de la vinculación estudio-trabajo como modelo de formación y servir de soporte a la industria cubana de la informática. (Colectivo de autores Plan de Estudio “E”, 2019, p. 4)

Para lograr el cumplimiento de las misiones se hace necesario incrementar la calidad en el proceso de formación del profesional y lograr una mayor excelencia en los resultados científico-tecnológicos, expresada en el incremento de la pertinencia, la calidad y el impacto de los productos que se desarrollan en la Universidad.

Pese al esfuerzo desplegado de profesores y especialistas los resultados obtenidos no han sido lo más esperado, el nivel de eficiencia y calidad en su proceso de formación no ha alcanzado los indicadores que se esperaban, en lo que han incidido fundamentalmente los bajos resultados de promoción y retención alcanzados en los primeros años de la carrera, constituyendo el primer año el eslabón decisivo y de mayor incidencia en los resultados formativos de la Universidad.

Una de las disciplinas imprescindibles en la formación de los ingenieros es la disciplina Matemática, integrada por Álgebra Lineal, Matemática I, Matemática II y Matemática Numérica. A través de estas asignaturas se pretende lograr que:

(...) el futuro Ingeniero en Ciencias Informáticas domine el aparato matemático que lo haga capaz de modelar y analizar los procesos técnicos, económicos, productivos y científicos, utilizando en ello, métodos analíticos o aproximados, desarrollando así los pensamientos: lógico, heurístico y el algorítmico. (Cuellar et al, 2019, p. 69)

El programa analítico de la asignatura Matemática I juega un papel importante en la búsqueda de solución a los problemas de la profesión que debe enfrentar el ingeniero en su actividad laboral.

Se refleja en el programa analítico de la asignatura entre los objetivos generales que los futuros Ingenieros en Ciencias Informáticas deben ser capaces, entre otros aspectos, de:

- Interpretar los conceptos de función, límite y continuidad de funciones, así como, teoremas y métodos del cálculo diferencial como vía para interpretar modelos ya creados y en algunos casos para modelar problemas físicos, geométricos y vinculados con el perfil; que permitan una consolidación de la concepción científica del mundo.
- Resolver problemas matemáticos, físicos y de la especialidad que les son inherentes utilizando conceptos, teoremas y métodos de trabajo del cálculo diferencial para resolver problemas, con el empleo de asistentes matemáticos, aplicaciones móviles y otros medios tecnológicos disponibles como vía para la racionalización del trabajo durante la realización de las tareas y como contribución a la fijación de conceptos, procedimientos y para el establecimiento de conjeturas.
- Desarrollar la capacidad de razonamiento, el pensamiento lógico y algorítmico, a partir de situaciones matemáticas que den respuesta a problemas relacionados con la práctica social y la informatización de procesos haciendo uso del cálculo diferencial.

En el estudio exploratorio que incluyó los documentos normativos de la carrera, junto a la revisión de informes de análisis de pruebas parciales y finales, informes de controles a clases, las entrevistas a estudiantes, profesores y directivos, se pudo constatar dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) del cálculo diferencial, tales como:

- Dificultades en la comprensión de los conceptos esenciales del cálculo diferencial como:
 - la derivada de función en un punto, su interpretación geométrica y en las reglas de derivación de funciones.
- Generalmente no se aplican métodos diferentes que propicien la comprensión del cálculo diferencial.
- No se resuelve la cantidad necesaria de problemas vinculados con la especialidad.

- Los estudiantes no demuestran el interés necesario por el estudio del tema ni por las aplicaciones que tienen en la vida cotidiana y en su especialidad.

Las dificultades antes mencionadas conducen a la formulación de la situación problemática:

Existencia de dificultades en el desarrollo del PEA del cálculo diferencial que influyen desfavorablemente en el logro de los objetivos del tema relacionados con el aprendizaje de los estudiantes.

Existen investigaciones que dan cuenta de las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje del cálculo diferencial que se estudia en varias carreras universitarias como es el caso de la Ingeniería y han realizados importantes aportes para tratar de revertir la situación. Ejemplos de estas investigaciones son las desarrolladas por

Rincón et al. (2014), Abreu (2015), Irazoqui (2015) y por Pico, Díaz y Escalona (2017).

Rincón et al. (2014) elabora una estrategia sobre el aprendizaje activo basado en la técnica de la pregunta en los cursos de cálculo diferencial, especialmente en el área de negocios y ciencias sociales. La propuesta ayuda a mejorar el promedio de calificaciones y a reducir el porcentaje de no aprobados de forma significativa.

Abreu (2015) propone una estrategia didáctica centrada en la resolución de problemas contextualizados y la integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para el perfeccionamiento del PEA del cálculo diferencial e integral en la carrera de Ingeniería Financiera en la Universidad Politécnica del Golfo de México. El trabajo que realizan con el asistente matemático wxMaxima, y el espacio virtual de la Universidad promovió un PEA participativo, reflexivo y contextualizado de manera que mejoraron los resultados docentes.

Irazoqui (2015) propuso una innovación curricular en materia de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial que pasa por la participación decidida de profesores, alumnos y de los directivos de la Universidad.

Pico et al. (2017) elaboró una alternativa didáctica para favorecer el PEA del cálculo diferencial en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”, la cual está sustentada por la teoría del aprendizaje significativo, usando el asistente matemático Derive. El trabajo estuvo motivado por la necesidad de elevar a niveles superiores la motivación, y

capacidades intelectuales para la resolución de ejercicios y problemas de esta temática del currículo de estudio.

En ninguno de los casos los resultados que proponen estos investigadores son aplicables en su totalidad en la UCI, por lo que se hace necesario buscar una solución al problema del aprendizaje del cálculo diferencial en la formación de Ingenieros en Ciencias Informáticas.

Para paliar estas dificultades, se pretende elaborar un sistema de tareas en el Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje (EVEA) que permita aumentar la motivación y el papel protagónico a partir de su intervención reflexiva, consciente y sistematizada en la construcción del contenido de aprendizaje.

Materiales y métodos o Metodología computacional

Para la realización de la investigación se utilizaron métodos del nivel teórico y empírico.

Teóricos: Histórico-lógico, Análisis y síntesis y Análisis documental.

Empíricos: Observación y Entrevistas.

Para comprobar la viabilidad de la propuesta se considera como población a los 23 estudiantes de un grupo de primer año y al profesor de la asignatura.

Desarrollo

Utilización de las TIC en función del aprendizaje de la Matemática.

El acelerado desarrollo científico, generador de los avances en el campo de las TIC, hacen que la sociedad necesite de un hombre capaz de usar estas tecnologías para aprender a aprender a lo largo de toda la vida. Vivimos en la sociedad de la era digital donde la información y el conocimiento adquieren un valor cada vez mayor.

En el actual contexto tecnológico en que se desarrolla el PEA en los diferentes niveles de enseñanza, se imponen nuevas formas de enseñar y aprender en el mundo moderno. En este proceso, el docente desempeña el papel de mediador y orientador del aprendizaje, por lo que es imprescindible el dominio de las tecnologías, y de la creación de nuevas estrategias para el desarrollo del PEA en el que el estudiante desempeña el papel principal en la gestión del conocimiento.

En la actualidad el acceso al conocimiento es ilimitado, se puede adquirir en disímiles instituciones o instalaciones, incluso en el hogar y se le puede dedicar al aprendizaje todo el tiempo que se desee e incursionar en las más variadas materias lo que precisa que el PEA sea perfeccionado en función de que toda la tecnología que se dispone en las universidades u otros espacios académicos sea integrada a dicho proceso en beneficio de la labor de los profesores y estudiantes que permita elevar los niveles de formación de los estudiantes. (Abreu, 2015, pp. 26-27)

El uso de las TIC se hace cada día más necesario, específicamente, en las instituciones de enseñanza superior, pues contribuyen al desarrollo del individuo y consecuentemente de la sociedad, en consonancia con la globalización del acceso a la información y democratización del conocimiento.

La incorporación de las TIC al PEA, demanda no solo de su aprendizaje, sino del uso y aprovechamiento de las potencialidades que estas ofrecen para estar en correspondencia con las constantes transformaciones que se llevan a cabo en el actual siglo.

Con la introducción de la computadora, el DVD, asistentes matemáticos, teléfonos inteligentes, tabletas y otros recursos, se debe desarrollar un PEA más activo, interdisciplinario y contextualizado a las necesidades de los estudiantes y de la sociedad. Estos recursos, además de servir de medios en el PEA, motivan y despiertan intereses de los estudiantes, lo que favorece que ellos se inserten en un mundo en el que las redes informáticas alcanzan un mayor protagonismo, acortando distancias y socializando los conocimientos y nuevos descubrimientos con gran rapidez.

Una de las bondades que ofrece las computadoras es la interactividad que se crea con el estudiantado; una forma de conseguirlo es mediante el empleo del software educativo, lo que se convierte en una herramienta para propiciar la actividad de construcción y reconstrucción del conocimiento por el propio alumno en interacción con el software y el grupo, bajo la dirección del profesor quien actuará como mediador en el proceso.

Un proyecto realizado en Cuba fue la elaboración de las colecciones de software educativos para los diferentes niveles de enseñanza de esta manera se confeccionaron las colecciones: A Jugar, Multisaber, El Navegante y Futuro que cubren curricularmente los contenidos de las diferentes

asignaturas en todos los grados. Estas colecciones se desarrollaron bajo el concepto hiperentorno de aprendizaje que no es más que un sistema informático basado en la tecnología hipermedia que contiene una mezcla o elementos representativos de diversas tipologías de software educativos.

Los profesores Rivera, García y Díaz (2013) ofrecen un software sobre significados de la derivada, así como Cortés, Guerrero y Pedroza (2014) han trabajado en un software para el concepto de derivada como función.

Otros programas muy utilizados en la actualidad son los asistentes matemáticos, algunos son de propósito general, tienen incorporados una amplia serie de herramientas de cálculo y de representación que permite abordar distintas ramas de la Matemática: aritmética, álgebra simbólica, geometría, cálculo vectorial y matricial, funciones, curvas y superficies, entre otros. Dentro de ellos se encuentran el Derive 6.0 y el GeoGebra.

Álvarez y Villegas (2014) hacen una caracterización del GeoGebra y refieren que:

Uno de los asistentes matemáticos desarrollados como software libre más popular en los últimos años es el GeoGebra, un recurso escrito en Java y disponible en múltiples plataformas, este permite el dinamismo de las figuras geométricas, lo que facilita analizar la variación o no de sus propiedades y relaciones al modificarlas. De la misma forma posibilita examinar un objeto matemático en diferentes registros de representación, por medio de la articulación de su interfaz gráfica con una algebraica, una de cálculo simbólico y una hoja de cálculo, lo que favorece el establecimiento de relaciones y una comprensión más profunda de lo que se estudia. Este software permite visualizar propiedades y relaciones, experimentar, efectuar simulaciones, elaborar conjetura, y obtener ideas para su demostración, sin excluir la interacción con otros para gestionar el conocimiento y enriquecer sus ideas matemáticas. Tiene como gran ventaja que permite muy fácilmente la representación de objetos en 3D. (Álvarez y Villegas, 2014).

Otro software muy difundido en la enseñanza de la Matemática es el MATLAB, un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices. Como caso particular puede también trabajar con números escalares, tanto reales como complejos, con cadenas de caracteres y con otras estructuras de información más complejas. “Una de las capacidades más atractivas es la de

realizar una amplia variedad de gráficos en dos y tres dimensiones. MATLAB tiene también un lenguaje de programación propio” (García de Jalón, Rodríguez y Vidal, 2005).

También ha incursionado en la enseñanza de la Matemática las plataformas educativas. La UCI posee la plataforma educativa Moodle o Modular Object - Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de Aprendizaje Modular y Dinámico Orientado a Objetos). El trabajo en Moodle se centra en la creación y actualización de cursos que son creados y gestionados por los profesores y por la atención a los usuarios que son matriculados como estudiantes.

Moodle ofrece varios servicios y recursos que posibilitan la comunicación en línea entre profesores y estudiantes, ya sea vinculada a alguna actividad lectiva o no. Las actividades (tareas, consultas, lección, cuestionarios, charlas, fórum, glosarios, encuestas, taller, diario, entre otras), constituyen el núcleo del sistema de gestión de cursos.

En esta investigación se trata de utilizar el EVEA de la Matemática I en la universidad, de manera que participen más en el proceso y se sientan más acompañados y asistidos en su aprendizaje.

Sistema de tareas en el EVEA de la Matemática I.

Una de las formas de utilizar las TIC en los PEA, lo constituye el uso complementario de los EVEA, que permiten la interacción entre el profesorado y el alumnado de forma dinámica.

Los EVEA brindan al estudiante la posibilidad de interactuar colaborativamente en su proceso de aprendizaje, los contenidos pueden ser presentados en forma lógica y organizada, y de este modo representan un recurso útil para estimular la motivación del usuario y promover en él, un aprendizaje significativo.

En esta investigación se proyecta utilizar el EVEA de la Matemática I de la Universidad, donde se pretende que se incorporen problemas de la especialidad y de su vida cotidiana en el tratamiento del cálculo diferencial con el empleo del asistente matemático GeoGebra.

Para el logro de tal propósito, se diseña un sistema de tareas, las cuales son:

- Problemas de la especialidad y de su vida cotidiana del cálculo diferencial empleando el GeoGebra.

Este aspecto tiene como características:

- Prepara a los estudiantes en la resolución de problemas. Las soluciones serán vistos por el docente para reorientar de mejor forma el PEA.
- Se profundiza en el concepto de modelar desarrollando capacidades de abstracción.
- Vincula el cálculo diferencial con el área de la ingeniería.
- Un mayor uso del GeoGebra.
- Ejercicios del tema utilizando el GeoGebra.

Este aspecto tiene como características:

- Son ejercicios interactivos que incluyen diferenciación de casos, trabajo con tesis positivas, negativas e indeterminadas, análisis de condiciones necesarias y suficientes, fundamentación y refutación de proposiciones vinculadas al desempeño de los Ingenieros en Ciencias Informáticas.
- Un mayor uso del GeoGebra.
- Cuestionario de autoevaluación del tema.

Este aspecto tiene como características:

- Contribuye a que el estudiante esté mejor preparado en el contenido.
- Es una posibilidad más que tiene el profesor para evaluar al estudiante.
- Mide el nivel de responsabilidad.
- Creación de sala de encuentros profesor-estudiantes, estudiante-estudiante para evacuar las dudas en la realización de los ejercicios.

Este aspecto tiene como características:

- Permite que el profesor tenga mayor interacción con los estudiantes, que exista comunicación estudiante-estudiante posibilitando un verdadero aprender del otro. Las dudas pueden ser aclaradas entre ellos existiendo un ambiente de unidad y de solidaridad.
- Mayor atención diferenciada.
- Videos.

Este aspecto tiene como características:

- Visualiza el contenido.
- Motiva más al estudiante a interesarse por el contenido.

En general son aspectos en el que se evidencia el empleo de mensajes educativos, que estimulen los buenos resultados, que los estimulen a tratar de llegar al resultado correcto, que los motiven a

platearse nuevas hipótesis, realizar conjeturas y poder comprobarlas, contribuye al desarrollo de sentimientos en el estudiante como la autoconfianza y la autoestima, la asunción de actitudes positivas hacia sus deberes en el estudio del cálculo diferencial y al desarrollo de valores como la responsabilidad, laboriosidad, honestidad, unidad y solidaridad.

Todo este accionar se puede considerar válido para comprobar en qué medida los estudiantes se han motivados con la propuesta y en qué medida muestran que lo aprendido tiene una significación y un sentido para ellos.

Resultados y discusión

Para valorar la efectividad de la aplicación del sistema de tareas en el EVEA de Matemática I en el tema del cálculo diferencial se procedió a la observación y a la entrevista como prueba de salida. En resumen, se pudo constar lo siguiente:

- Un mayor uso de las TIC, donde los estudiantes se sienten más motivados a utilizar las laptops, tabletas y celulares en función de su aprendizaje.
- Se verificó que la mayoría de los estudiantes mantienen la atención durante el desarrollo de la actividad, se muestran dispuestos a cumplir con las tareas que se le proponen, son responsables antes las tareas que se asignan para el estudio independiente.
- Se mostraron más dispuestos a manifestar sus dudas, tanto en el aula como por medio de la plataforma educativa.
- Se potencia el trabajo con el EVEA y de los asistentes matemáticos, particularmente el GeoGebra para la solución de los problemas que se les plantean.

Es importante destacar que la investigación aporta tanto en el orden económico como en el orden social.

En el orden social, se realiza un aporte a la formación integral de los estudiantes, a la actitud ante el estudio mediante la participación activa en la dirección de aprender a aprender mediante la utilización de las TIC y especialmente en la formación de valores y compromiso con la Revolución, que redunde en su accionar ante los diversos problemas que deba enfrentar en su labor como futuros ingenieros.

En el orden económico, posibilita la obtención de nuevos productos informáticos relacionados con el aprendizaje del cálculo diferencial, que permita su aplicación en la resolución de problemas en la carrera.

Conclusiones

El PEA del cálculo diferencial en la formación de ingenieros en la UCI se caracteriza por presentar dificultades relacionadas en la forma que se ejecuta, donde no se incorporan con sistematicidad problemas y ejercicios del perfil de ingeniero.

El proceso de planificación de la clase debe concebirse conjuntamente con las actividades que se desarrollarán en el EVEA de Matemática I donde propiciará la motivación y el papel protagónico del estudiante en el aprendizaje del cálculo diferencial. Permite mayor facilidad para el estudio y un mayor grado de cumplimiento de los objetivos enmarcados en el programa analítico de la asignatura.

Los estudiantes expresaron su aceptación en el uso del EVEA y del GeoGebra y los problemas propios de la especialidad del cálculo diferencial en la que se forman los estudiantes lo que motiva a seguir trabajando en los demás temas de la Matemática I.

La aplicación del sistema de tareas debe traer como consecuencia o impacto social una elevación de los índices académicos en la asignatura Matemática I y por tanto una mayor promoción de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Colectivo de autores. Plan de Estudio “E” (2019). *Plan de Estudio de Ingeniería en Ciencias Informáticas*. Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Cuellar, O. et al. (2019). *Programa de la disciplina Matemática*. Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Rincón, E. et al., (2014). *El aprendizaje activo como estrategia didáctica para la enseñanza del cálculo*. <http://funes.uniandes.edu.co/5452/1/RinconELaprendizajeALME2014.pdf>
- Abreu, L. A. (2015). *El proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial e integral mediante la resolución de problemas contextualizados y la integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la carrera de Ingeniería Financiera*. (Tesis de doctorado). Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”. La Habana.

- Irazoqui, E. (2015). *El aprendizaje del cálculo diferencial: Una propuesta basada en la modularización*. (Tesis de doctorado). Facultad de Educación. Departamento de didáctica, organización escolar, didácticas especiales. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Esirazoqui>
- Pico, R. J., Díaz, F. M. y Escalona, M. (2017). Enseñanza y aprendizaje del cálculo diferencial aplicando el asistente matemático Derive. *Tecnología Educativa*, 2(1).
- Rivera, A., García, M. R. y Díaz, M. (2013). *Comprensión de los significados de la derivada. Un estudio con profesores de Bachillerato y una propuesta didáctica en ambientes virtuales*.
- Cortés, J. C., Guerrero, L., Morales, Ch. y Pedroza, L. (2014). Tecnología de la Información y las Comunicación: Aplicaciones Tecnológicas para el aprendizaje de la Matemática. *Unión, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*.
- Álvarez, M. y Villegas, E. (2014). *Aprovechamiento de las potencialidades de GeoGebra en la formación de profesores de Matemática*. Trabajo presentado en el 9no. Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2014. La Habana.
- García de Jalón, J., Rodríguez, J. I. y Vidal, J. (2005). *Aprenda Matlab 7.0 como si estuviera en primero*. Universidad Politécnica de Madrid. <http://mat21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/Matlab70/matlab70primero.pdf>.