



UNIVERSIDAD DE LA HABANA
Facultad de Matemática y Computación

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE
DEL CÁLCULO DIFERENCIAL CON ENFOQUE PROFESIONAL EN
LA FACULTAD INTRODUCTORIA DE CIENCIAS INFORMÁTICAS**

*Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias Matemáticas.
Mención: Enseñanza de las Matemáticas.*

Aspirante: Ing. Alexander Rodríguez Rabelo
Tutor: Dra.C. Ivonne Burguet Lago

La Habana, Cuba

2018



*Esta universidad debe caracterizarse
por la gran variedad de formas diferentes*

de enseñar, de preparar.

Debe tener un nivel de flexibilidad alto.

Centro docente experimental,

centro docente productor.

Fidel Castro Ruz 2002

AGRADECIMIENTO

A la Revolución y a Fidel, por la oportunidad de ser el hombre que soy.

*Al claustro de profesores de la maestría, por los conocimientos, la
dedicación y la entrega.*

*A mis compañeros de trabajo, por las incalculables horas de
dedicación y el esfuerzo.*

A mi tutora, sin la cual esta tesis no fuera posible.

A toda mi familia, por estar ahí, por la paciencia y el amor, por todo.

*A todas las personas que de una forma u otra han influido
positivamente en el desarrollo de esta tesis.*

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada...

A mis hijos

A mis padres

A la mejor hermana del mundo

A mi esposa

A toda mi familia

A FIDEL

SÍNTESIS

La investigación profundiza en el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas. Se propone una estrategia didáctica para contribuir al mejoramiento del dicho proceso desde un enfoque profesional, dando así respuesta a las exigencias del modelo del profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Se destacan como contribución práctica además de la estrategia didáctica de utilidad para los docentes y encaminada a la obtención de mejores resultados en el aprendizaje de sus estudiantes, posibilitando extrapolarlo a otras carreras y en otras asignaturas de la disciplina siempre que se cumplan los requisitos para su aplicación; un folleto de ejemplos y ejercicios con enfoque profesional. La aplicabilidad de la estrategia didáctica propuesta se valoró mediante el criterio a expertos, la realización de un pre-experimento pedagógico a una muestra de estudiantes del primer año de la carrera en el curso 2016-2017, el test de satisfacción de ladov y pruebas no paramétricas.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS INFORMÁTICAS	11
1.1 El cálculo diferencial en la formación de ingenieros en ciencias informáticas.	11
1.2. Caracterización actual del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.	22
1.3 Inventario de problemas identificados en el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.	26
Conclusiones del capítulo 1	31
CAPÍTULO II. ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL CON ENFOQUE PROFESIONAL EN LA FACULTAD INTRODUTORIA DE CIENCIAS INFORMÁTICAS. CONSTATACIÓN PRÁCTICA	33
2.1 Referentes teóricos que sustentan la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.....	33
2.2 Descripción de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.....	39
2.2.1 Estructura de la estrategia didáctica.....	43
2.3 Constatación práctica de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.....	53
2.3.1 Valoración mediante la consulta a expertos variante Delphi.....	54
2.3.2 Resultados de la aplicación del pre-experimento pedagógico.....	55
2.3.3 Aplicación del test de satisfacción de ladov.....	63
Conclusiones del capítulo 2	65
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Las universidades enfrentan en la actualidad el gran reto de ampliar su capacidad de respuesta a las exigencias sociales, de formar profesionales capaces de insertarse plenamente en los procesos sociales, productivos y científicos en un contexto complejo, caracterizado por las desiguales situaciones económicas, los vertiginosos cambios tecnológicos y la amplia diversidad sociocultural.

Se reconoce el proceso de formación del profesional que se desarrolla en la Educación Superior como un espacio de construcción de significados y sentidos entre los sujetos participantes que implica el desarrollo humano progresivo, lo que se puede explicar desde un modelo pedagógico que reconozca este proceso como un proceso consciente, complejo, holístico y dialéctico.¹

La formación del profesional constituye un proceso en el que los sujetos desarrollan un compromiso social y profesional, la flexibilidad ante la cultura, la trascendencia en su contexto, toda vez que elevan su capacidad para la reflexión divergente y creativa, para la evaluación crítica y autocrítica, para solucionar problemas, tomar decisiones y adaptarse de manera flexible a un mundo cambiante. Se asume que alcanzar una integralidad en la formación del profesional implica formar un profesional comprometido con su labor y con la sociedad en que se inserta, flexible y trascendente, independiente de la especificidad que impone su profesión.¹

En el Reglamento Docente Metodológico del Ministerio de Educación Superior de Cuba (MES),² se define que “la formación de profesionales de nivel superior es el proceso... para garantizar la preparación integral de los estudiantes universitarios,

que se concreta en una sólida formación científico- técnica, humanística y de altos valores ideológicos, políticos, éticos y estéticos, con el fin de lograr profesionales revolucionarios, cultos, competentes, independientes y creadores, para que puedan desempeñarse exitosamente en los diversos sectores de la economía y de la sociedad en general”. De esta forma, la Educación Superior cubana debe lograr la formación de profesionales capaces de actuar con responsabilidad, con competencia profesional, humanismo y compromiso social.

Se hace necesario reflexionar sobre esta realidad, desde el primer año de las carreras universitarias, esto se debe, en parte, al tránsito de un nivel de enseñanza a uno nuevo, con metas y objetivos más complejos y un proceso de enseñanza aprendizaje más riguroso y exigente con el desempeño de los estudiantes; en el cual estos tienen mayor autonomía e independencia de su familia, de los docentes, del colectivo estudiantil, pero al mismo tiempo se ven en la necesidad de asumir de forma consciente una mayor responsabilidad, disciplina y autodirección en su aprendizaje y comportamiento.

El autor de esta tesis asume que el primer año de las carreras universitarias constituye el peldaño más complejo dentro de la formación profesional de los estudiantes y es por ello que se deben concebir cambios en sus estructuras, concepciones curriculares, aplicación de nuevos enfoques e innovaciones especialmente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. ³

Como forma de contribuir a dar respuesta a esta exigencia social, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), en el año 2014, crea la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, en la cual se concentran todos los estudiantes del primer

año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

El plan de estudios D es el vigente de dicha carrera, en el mismo la disciplina Matemática en el primer año de la carrera representa el 48% de horas/clases en el primer semestre, el 41% de horas/clases en el año y el 50 % de los exámenes finales. ⁴⁻⁵ Las matemáticas y las ciencias informáticas no son dos ramas de la ciencia, sino la extensión de la primera en un universo de aplicaciones que las extienden al resto. Esta situación evidencia la necesidad de que los estudiantes, potenciales ingenieros, usuarios de las matemáticas, logren ver su presencia y aplicación en las ciencias informáticas; lo cual implica la aplicación de nuevos enfoques en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina.

En la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas es considerada la Matemática como disciplina básica, la cual contempla un total de siete asignaturas que se desarrollan durante los dos primeros años de estudio. Entre las asignaturas se encuentra la Matemática I, que se imparte en el primer año y dedica 42 horas clases al estudio del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real. Este tema se evalúa en dos momentos dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura, en una prueba parcial y en un segundo momento donde se evalúan estos propios contenidos y los referentes a sus aplicaciones en las convocatorias de exámenes finales.

Para la fase exploratoria de la presente investigación se consideraron los dos cursos escolares de creada la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas. Se realizó el análisis de los informes docentes semestrales, de los informes de controles a clases y los planes de trabajo metodológico de la asignatura

Matemática I, se revisó el diseño del tema en el Entorno Virtual de Aprendizaje y la existencia de objetos de aprendizaje correspondientes a este tema en el repositorio de la universidad; además de considerar los criterios derivados del intercambio con docentes en las actividades metodológicas.

Como resultado de la exploración se pudo constatar un grupo de debilidades en el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real, las cuales se configuran en la **situación problemática** que se plantea a continuación:

Con respecto a los estudiantes

- El 73% en el curso 2014-2015 y el 64% en el curso 2015-2016, plantean no percibir la aplicación del cálculo diferencial con la profesión escogida.
- Presentan deficiencias en la comprensión de los conceptos básicos de los temas precedentes necesarios para enfrentar los conocimientos que deben adquirir en el tema del cálculo diferencial.
- Los resultados del aprendizaje del cálculo diferencial no rebasan al 48% de aprovechamiento.

Con respecto a los docentes

- Colectivo de asignatura mayoritariamente joven con poca experiencia en la enseñanza del cálculo diferencial con enfoque profesional.
- Insuficientes propuestas de ejercicios vinculados con situaciones prácticas relacionadas con el perfil del ingeniero en ciencias informáticas.

- Aún no es óptimo el aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación para la enseñanza del cálculo diferencial con enfoque profesional.

Como consecuencia de lo planteado se evidencia una contradicción entre el estado actual del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real y las exigencias del currículo referentes a la enseñanza, desde el primer año, de los temas con un enfoque profesional.

A partir de la situación problemática existente se plantea como **problema científico** ¿Cómo contribuir al desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real, en correspondencia con las exigencias del modelo del profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas?

El **objeto de estudio** que se asume en esta investigación lo constituye el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

El **campo de acción** quedó determinado como el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

Para contribuir a la solución del problema planteado se propone como **objetivo general**: elaborar una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

Teniendo en cuenta el problema de investigación, se han considerado las

siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Qué fundamentos teóricos sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real?
2. ¿Cuál es el estado actual del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias informáticas?
3. ¿Cuáles son los componentes de una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas?
4. ¿Qué resultados se obtienen con la aplicación de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas?

Con el propósito de orientar el desarrollo lógico de la investigación se elabora la visión horizontal de la tesis (anexo 1) ,⁶ en la cual se presentan las **tareas de investigación** siguientes:

1. Sistematización de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real.
2. Caracterización del estado actual del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.
3. Elaboración de una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.
4. Valoración de los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica para

la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

Para el cumplimiento del objetivo trazado y de las tareas de investigación planteadas se utilizaron los **métodos de investigación** siguientes:

Del nivel teórico:

- **Histórico- lógico:** permitió determinar las regularidades en la evolución del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real
- **Análisis y síntesis:** permitió profundizar en los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje y determinar las características generales de este proceso en el cálculo diferencial de funciones reales de una variable real.
- **Inducción y deducción:** posibilitó, a través del estudio de las particularidades del proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina Matemática, hacer conclusiones generalizadoras acerca de la enseñanza del cálculo diferencial.
- **Enfoque sistémico:** facilitó la identificación de las relaciones entre los núcleos teóricos y las etapas de la estrategia didáctica que se propone.

Del nivel empírico:

- **Análisis documental:** posibilitó el estudio de resultados de investigación relacionados con el objeto de estudio y campo de acción, así como la revisión de los documentos rectores de la formación profesional de la universidad, informes y actas relacionadas con la disciplina Matemática.
- **Observación participante:** realizada por el investigador como miembro del colectivo de docentes de la asignatura Matemática I, con el propósito de

comprobar el tratamiento del tema con enfoque profesional.

- **Entrevista a los estudiantes:** permitió conocer el nivel de satisfacción en cuanto a su aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.
- **Consulta a expertos:** permitió corroborar el valor científico y la pertinencia de la estrategia didáctica propuesta.
- **Pre-experimento pedagógico:** permitió comprobar la aplicabilidad de la estrategia didáctica propuesta.
- **Test de satisfacción:** se aplicó a los estudiantes del grupo experimental con la finalidad de corroborar la aplicabilidad de la estrategia didáctica propuesta.

Del nivel estadístico

- El **método Delphi** se utilizó para procesar la información ofrecida por la consulta a expertos.
- La **técnica de IADOV** se utilizó para procesar la información ofrecida por el test de satisfacción.
- **Estadística descriptiva:** permitió mediante el análisis de frecuencias absolutas y relativas, medidas de tendencia central (moda y mediana), la valoración de los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados.
- **Estadística inferencial:** se emplearon las pruebas no paramétricas de los signos y la de Kolmogorov Smirnov para dos muestras independientes, para valorar la significación del cambio en el aprendizaje de los estudiantes y comprobar la eficacia una vez aplicada la estrategia didáctica propuesta.

Se considera para la investigación como población los estudiantes matrícula de la asignatura Matemática I del primer año de la Facultad Introdutoria de Ciencias

Informáticas del curso 2016-2017. Se toma una muestra no probabilística intencional, ya que se seleccionaron los estudiantes de los grupos en los cuales imparte la asignatura el autor de esta investigación.

Como **aporte práctico** se considera la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, de utilidad para los docentes y encaminada a la obtención de mejores resultados en el aprendizaje de sus estudiantes. Posibilitando extrapolarlo a otras carreras y en otras asignaturas de la disciplina siempre que se cumplan los requisitos para su aplicación.

Derivado de la aplicación de la estrategia surge también como aporte práctico: el folleto titulado “Cálculo diferencial para ingenieros en ciencias informáticas” en el que se proponen un conjunto de ejemplos y ejercicios con enfoque profesional.

La **novedad de la investigación** radica en el desarrollo de acciones dirigidas a la comunicación y gestión de los conocimientos del cálculo diferencial con enfoque profesional, así como el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en función del aprendizaje donde se aprecien el vínculo de los conocimientos del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real con su profesión.

La **actualidad** de la investigación se justifica por cuanto, la estrategia didáctica que se propone responde a las exigencias establecidas en el modelo del profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

El informe de la investigación se estructura en: introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas redactadas según el

sistema o estilo Vancouver.⁷ También se presenta un conjunto de anexos que coadyuvan a una mejor comprensión de la investigación.

En el primer capítulo se presentan los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial y concluye con la caracterización del estado actual de dicho proceso en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas. En el segundo capítulo se presenta el diseño de la estrategia didáctica, así como el proceso de constatación práctica.

CAPÍTULO 1. LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS INFORMÁTICAS.

Este capítulo tiene como objetivo el estudio de los fundamentos teóricos del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial. El capítulo se estructura en tres epígrafes, el primero de ellos se dedica al análisis del cálculo diferencial en la formación del profesional de este perfil. En el segundo epígrafe se caracteriza el estado actual del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, lo cual permite culminar el capítulo con un tercer epígrafe en el que se presenta el inventario de problemas identificados en el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

1.1 El cálculo diferencial en la formación de ingenieros en ciencias informáticas.

El estudio de la matemática superior comienza precisamente en el primer año de las carreras universitarias y resulta imprescindible en cualquiera de las carreras de ingeniería, son esenciales para este tipo de profesional la comprensión de los conceptos del cálculo diferencial y de las aplicaciones de este a la rama en particular de que se trate.

La disciplina Matemática incluye estos conceptos que contribuyen además al desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico del profesional en formación, desarrolla su capacidad de resolver problemas, la habilidad para expresar en el lenguaje matemático fenómenos y procesos reales, es decir, modelar matemáticamente, también la habilidad para interpretar los resultados obtenidos.⁸

El aprendizaje del cálculo diferencial debe además hacer una importante contribución a la preparación de los estudiantes en el empleo de la computación, mediante la utilización amplia de asistentes matemáticos para realizar cálculos simbólicos, numéricos y gráficos.

Debe caracterizarse por el trabajo sistemático y diferenciado, garantizando la orientación, los niveles de ayuda y el trabajo educativo necesario con los estudiantes, que permitan mejorar la motivación, interés y compromiso de estos con su preparación profesional, así como la calidad de su aprendizaje en el desarrollo de los conocimientos, habilidades, hábitos y valores que le permitan alcanzar los objetivos trazados para la asignatura en el primer año.

Al objetivo de formar profesionales capaces, responsables y comprometidos con el desarrollo social se han dedicado muchos esfuerzos en el sistema de educación cubano. Es la meta que ha animado la concepción de los planes y programas de estudio de las diferentes carreras y el proceso de su perfeccionamiento continuo, para lo cual se han realizado múltiples investigaciones sobre cómo mejorar el proceso docente educativo que conlleva a la formación de esos profesionales, identificando los conocimientos y habilidades que debe poseer y las vías y formas a emplear para desarrollarlos.

No obstante, no se ha prestado la suficiente atención al desarrollo de otros aspectos de la formación profesional, también muy importantes para formar ese profesional que se necesita, como son: motivaciones, intereses, valores, hábitos. Y más que eso, se necesita un enfoque integral en la formación del profesional, que posibilite incidir en el desarrollo de todas las potencialidades de la personalidad,

que permitirán transformar al estudiante universitario en un profesional capaz, responsable y comprometido.

La universidad de las Ciencias Informáticas fue creada 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, definiéndose como misión de la misma la de formar profesionales comprometidos con su Patria, altamente calificados en la rama de la informática, y producir aplicaciones y servicios informáticos, a partir del vínculo docencia - investigación - producción como modelo de formación, sirviendo de soporte a la industria cubana del software.

Otro elemento importante en el desarrollo del proceso curricular de la Universidad de las Ciencias Informáticas ha sido su carácter de universidad y empresa, como respuesta a las ideas del Comandante en Jefe Fidel Castro, al definirla como universidad productiva y que implica la necesidad de integración de sus procesos fundamentales: la formación, la producción y la investigación. Esta característica es trascendental pues presupone la inserción de los estudiantes en proyectos productivos reales, donde se desempeñan en la solución de problemas profesionales y teniendo como modelo la formación desde la producción. Es decir, el estudiante antes de graduarse se enfrenta a una práctica profesional que lo pone en condiciones similares a los entornos laborales en los que se desempeñará una vez egresado.

Para dar respuesta a esta necesidad, el currículo del ingeniero en ciencias

informáticas se divide en dos grandes ciclos que se han denominado: ciclo de integración básico (los cinco primeros semestres) y ciclo de integración profesional (los cinco últimos semestres). En el ciclo de integración básico, el énfasis se hace en la formación académica y tiene como objetivo fundamental la preparación para el desempeño. Por otro lado en el ciclo de integración profesional el peso fundamental lo tiene la formación desde lo laboral y su objetivo fundamental concretar el desempeño de los estudiantes en situaciones profesionales reales.⁴

De esta manera la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas forma profesionales integrales, comprometidos con la Patria y con el desarrollo del modelo socialista cubano, cuya función esté asociada al desarrollo de la Informatización de la Sociedad Cubana desde tres aristas importantes: el desarrollo de la industria de software nacional, las transformaciones de procesos en las entidades para asumir su informatización y el soporte necesario para su mantenimiento.

Estas necesidades están en concordancia con el nivel alcanzado en la informatización de la sociedad, los objetivos que se proponen el país, las tendencias internacionales y los problemas profesionales actuales y futuros. El ingeniero en ciencias informáticas tiene como objeto de la profesión el proceso de informatización de la sociedad; entendiéndose como tal, la introducción, de forma gradual, masiva y planificada, de las tecnologías de la información y las comunicaciones en todas las esferas de la sociedad, con el objetivo de incrementar la eficiencia y eficacia en todos los procesos y en aras de lograr el aumento en la calidad de vida de los ciudadanos.⁴

En el modelo del profesional de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas se definen también un grupo de objetivos que deben alcanzarse en el primer año de la carrera, entre los cuales se destaca el referido a:

- “Mostrar vocación e interés por la profesión, familiarizándose e identificándose con el objeto de trabajo y las funciones profesionales que debe cumplir el ingeniero en ciencias informáticas y argumentar cuál es el papel que le corresponde desempeñar en la economía nacional, la defensa y la sociedad. Para ello deben ser capaces de solucionar problemas computacionales y de modelación de información de pequeña complejidad utilizando adecuadamente los contenidos del cálculo diferencial (...), aplicando correctamente los procesos lógicos del pensamiento abstracto, con énfasis en el razonamiento inductivo y deductivo y la algoritmización”.⁵

En el primer año como parte del currículo el estudiante debe cursar en el primer semestre la asignatura de Matemática I, en la cual se enseña el tema cálculo diferencial de funciones reales de una variable real.

En la enseñanza de las matemáticas para el ingeniero en ciencias informáticas hay una premisa que se vuelve necesaria, y es precisamente esa, que se enseña a ingenieros en ciencias informáticas y no a matemáticos, es necesario tener en cuenta que la heurística del aprendizaje es un parámetro fundamental en la educación, la cual debe estar orientada tanto al futuro profesional como al quehacer cotidiano, poniendo especial énfasis en la epistemología de las matemáticas y en sus aspectos cognitivos, así como en las aplicaciones de las matemáticas en el día a día del informático.

Se trata de favorecer la creatividad, motivar a los estudiantes de cara a sus necesidades reales en los contenidos curriculares y poner a su disposición un conjunto de recursos para comprender la aplicabilidad de los conceptos que se transmiten en su formación.⁹

Se denota la necesidad de una articulación del contenido del cálculo diferencial que favorezca la perspectiva interdisciplinaria y el pensamiento creativo, utilizando y descubriendo conocimientos matemáticos a través del planteamiento de problemas profesionales reales. Esto implica un cambio sustancial en la metodología, que adquiere una vertiente heurística y, a la vez, utilizar técnicas de modelización matemática, replantear los procesos de evaluación ofreciendo recursos y métodos innovadores que proporcionen un aspecto más útil a los contenidos matemáticos curriculares.

Hay que considerar que los estudiantes de hoy en día son los ingenieros en ciencias informáticas del mañana y que por tanto el grado de profesionalidad que consigan depende en cierta manera del proceso de aprendizaje actual.¹⁰

En el ámbito de la investigación en didáctica de las matemáticas es bastante conocido que la enseñanza habitual del cálculo diferencial se basa en la transmisión de conocimientos con un énfasis muy marcado en el desarrollo de habilidades algebraicas y se desatiende el discernimiento intelectual para la comprensión de ideas, nociones y conceptos.¹¹

En la literatura consultada se pudo apreciar interés de la comunidad científica por mejorar la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial, desde argumentaciones teóricas hasta propuestas prácticas que incluyen tanto los

conocimientos previos que necesitaría tener un estudiante para tener éxito en el estudio de cálculo diferencial, como la elaboración de materiales didácticos.¹²

Por ejemplo, Moreno en el año 2005 refiere que: "La enseñanza de los principios del cálculo resulta bastante problemática, y aunque seamos capaces de enseñar a los estudiantes a resolver de forma más o menos mecánica algunos problemas estándar, o bien a realizar algunas derivadas o integrales, tales acciones están muy lejos de lo que supondría una verdadera comprensión de los conceptos y métodos de pensamiento de esta parte de las matemáticas".¹¹

Un problema importante relacionado a esta situación es que el conocimiento generalmente se trata fuera de contextos apropiados. Así, cuando se pretende mostrar la utilidad de los contenidos, se propone solamente resolver los llamados problemas de aplicación que aparecen en los epígrafes finales del tema en el libro de texto, los cuales casi nunca corresponden a la realidad.

Esto tiene consecuencias negativas cuando los que aprenden son futuros ingenieros en ciencias informáticas que en el ejercicio de su profesión necesitarán de conocimientos y habilidades que les permitan resolver problemas de la práctica social.

Parte de la problemática en ingeniería es que el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática se encuentra en parte desvinculado de las asignaturas de la ingeniería, y la realidad del ingeniero reclama esta integración que en materia de educación está en tierra de nadie.¹³

El primer objetivo educativo declarado en el programa analítico de la asignatura Matemática I correspondiente al plan D de la carrera Ingeniería en Ciencias

Informáticas plantea:

- “Aplicar la concepción científica del mundo para comprender las relaciones entre los modelos matemáticos, los conceptos y resultados que se estudian en la asignatura con realidad objetiva”

Y en los objetivos instructivos se declaran:

- “Interpretar los conceptos de... derivada..., estableciendo sus relaciones con fenómenos de la realidad.”
- “Utilizar los conceptos del cálculo diferencial... para interpretar modelos ya creados y en algunos casos para modelar problemas... vinculados con el perfil”.
- “Resolver problemas de razón de cambio, graficación, aproximación y optimización, así como de cálculo de áreas y de volúmenes de sólidos de revolución, relacionados con el perfil que se modelen a través de objetos del cálculo diferencial ...”¹⁴

Sin embargo, la manera de tratar dichos conceptos y modelos en el aula dista mucho de la realidad objetiva que se desea.

Estas situaciones, producto de la experiencia, creencias y costumbres de los profesores, así como de su inmersión en el sistema didáctico habitual, repercuten directamente en el aprendizaje de los estudiantes y crea ideas falsas tanto sobre lo que se debe (qué y cómo) aprender, cómo sobre la importancia del cálculo diferencial en su formación.¹⁵

En diversos trabajos se mencionan las consecuencias negativas de estas situaciones. Zúñiga L. en el año 2007 cita a Artigue (1995) cuando señala:

"Numerosas investigaciones realizadas muestran, con convergencias sorprendentes, que si bien se puede enseñar a los estudiantes a realizar de forma más o menos mecánica algunos cálculos de derivadas, primitivas y a resolver algunos problemas estándar, se encuentran grandes dificultades para hacerlos entrar en verdad en el campo del cálculo y para hacerlos alcanzar una comprensión satisfactoria de los conceptos y métodos de pensamiento que son el centro de este campo de las matemáticas.

Estos estudios también muestran de manera clara que, frente a las dificultades encontradas, la enseñanza tradicional y, en particular, la enseñanza universitaria, aún si tiene otras ambiciones, tiende a centrarse en una práctica algorítmica y algebraica del cálculo y a evaluar en esencia las competencias adquiridas en este dominio. Este fenómeno se convierte en un círculo vicioso: para tener niveles aceptables de éxito, se evalúa aquello que los estudiantes pueden hacer mejor, y esto es, a su vez, considerado por los estudiantes como lo esencial, ya que es lo que se evalúa..."¹⁴

Esta problemática condiciona el ambiente en el aula, la disposición de los estudiantes para aprender y su actitud ante los nuevos conocimientos. Saber matemáticas significa, para los alumnos, tener alguna habilidad en la resolución de ecuaciones, desarrollar procedimientos, aplicar fórmulas y métodos. Rara vez un estudiante concibe a las matemáticas como algo que le pueda ser útil más allá de eso, y cuando llega a suceder, no es del todo claro. Surgen entonces interrogantes sobre el ¿qué hacer? y ¿el cómo hacerlo?

Vincular los contenidos matemáticos con las ciencias informáticas siempre va a

interesar al estudiante. Al respecto, Camarena en el año 2000 plantea:

"La matemática en contexto: ayuda al estudiante a construir su propio conocimiento de una matemática con significado, con amarres firmes y no volátiles; refuerza el desarrollo de habilidades matemáticas, mediante el proceso de resolver problemas vinculados con los intereses del alumno..."¹⁶

Con respecto a la enseñanza aprendizaje con enfoque profesional, en la literatura consultada se pudo apreciar definiciones que ofrecen un marco teórico que fundamenta una concepción pedagógica con enfoque profesional, aunque es específica para el desarrollo de las habilidades de estudio en la formación de docentes se puede tomar como referente para la presente investigación.¹⁷⁻²¹

Al respecto Rubio I, en el año 2005 plantea una posición que: "lleva a considerar la necesidad de establecer nexos sistémicos entre las habilidades de estudio y las habilidades profesionales para su proceso de formación y desarrollo, al replanteamiento de este proceso en correspondencia con los problemas profesionales y desde esta perspectiva se evidencia el enfoque profesional de estas habilidades atendiendo rasgos esenciales como los siguientes:

- Se subordinan a los problemas profesionales.
- Se articulan con las habilidades profesionales de la carrera identificando los nexos estructurales con estas habilidades considerando la estructura interna de ambos tipos de habilidades.
- Se articulan con las habilidades particulares de las disciplinas y asignaturas, considerándolas como habilidades generales del año que penetran en todas las áreas del saber en el proceso formativo".¹⁷

“El análisis descrito del procedimiento seguido para determinar las habilidades de estudio de la carrera, ubica a los elementos relativos al plan de estudio D y al modelo del profesional como esenciales para llegar a identificar las habilidades de estudio y estos elementos posibilitan además consolidar la concepción profesional de las mismas, al subordinarlas a los problemas profesionales de la carrera, lo cual constituye un rasgo distintivo de profesionalización, pero además estas habilidades se determinan considerando el objeto de la profesión al cual convergen los objetos de las Ciencias Exactas y de la profesión, o sea: el proceso educativo de las Ciencias Exactas”¹⁷

Pedroso Y, en el año 2011, plantea que el desarrollo de habilidades de estudio con enfoque profesional parte de: “la necesidad de establecer nexos entre las habilidades de estudio y las habilidades profesionales, para el proceso de desarrollo, así como al replanteamiento de este proceso en correspondencia con los problemas profesionales”. Dicho proceso posee rasgos distintivos como el que define que: “Estructuralmente, se integran las habilidades de estudio con las habilidades profesionales y las habilidades particulares de las disciplinas.”¹⁸

El enfoque profesional de las materias ubican a los elementos relativos al plan de estudio y al modelo del profesional como esenciales para llegar a identificar los problemas y contenidos que se abordan, así como la manera de presentar los mismos, estos elementos posibilitan además consolidar la concepción profesional de las mismas, al subordinarlas a los problemas profesionales de la carrera, lo cual constituye un rasgo distintivo de profesionalización, pero además estas formas se determinan considerando el objeto de la profesión.

La posición asumida en relación con las características del proceso educativo, lleva a considerar la necesidad de establecer nexos sistémicos entre los conocimientos matemáticos y el objeto de la profesión, así como las esferas y modos de actuación de los futuros profesionales, para su proceso de formación y desarrollo, al replanteamiento de este proceso en correspondencia con los problemas profesionales y desde esta perspectiva se connota el enfoque profesional de las asignaturas.

En el contexto de la presente investigación el autor siente la necesidad de definir operativamente enfoque profesional como: “la interrelación entre los contenidos de una asignatura y el objeto de la profesión definidos en el modelo del profesional para el proceso de formación”.

Un análisis de las necesidades de conocimiento matemático en los ingenieros en ciencias informáticas, ubica a los elementos relativos al plan de estudio y al modelo del profesional como esenciales para llegar a identificar los elementos que posibilitan además consolidar la concepción profesional de las mismas, al subordinarlas a los problemas profesionales de la carrera. Elementos que deben tomarse en cuenta para la propuesta del nuevo plan de estudio E.

1.2. Caracterización actual del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

Para caracterizar el estado actual del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, se emplearon la observación participante y el análisis documental en el nivel empírico, referente a los cursos 2014-2015 y 2015-2016.

En el programa analítico de la asignatura Matemática I se definen entre los objetivos instructivos:

- Utilizar los conceptos del cálculo diferencial... para interpretar modelos ya creados y en algunos casos para modelar problemas... vinculados con el perfil.
- Resolver problemas de razón de cambio, graficación, aproximación y optimización..., relacionados con el perfil que se modelen a través de objetos del cálculo diferencial¹⁴

A continuación se presentan los resultados del procesamiento de los instrumentos aplicados, correspondientes a los primeros semestres de los cursos 2014-2015 y 2015-2016, en los cuales se impartió la asignatura Matemática I:

- Del análisis de los dos informes de los resultados docentes, no se hace referencia al aprendizaje de las asignaturas con enfoque profesional. En los mismo se plantea explícitamente que:

Los estudiantes demostraron en su mayoría falta de estudio consiente, organizado y sistemático, dado en gran medida por el desconocimiento de estrategias y estilos de aprendizajes, falta de preparación para enfrentar las actividades prácticas, despreocupación por sus resultados docentes y desmotivación hacia las asignaturas.

Demostraron bajo nivel de comprensión de los conceptos, falta de capacidad analítica, presentando una enseñanza memorística, esquemática, reproductiva y poca fijación de las habilidades básicas (calcular, graficar) de la disciplina.

- En la tabla 1 se muestra un resumen del 100% de los informes de controles a clases que se realizaron en el tema del cálculo diferencial. Se pudo constatar que solo en un 10.44 % de los controles a clases, se expone como uno de los principales logros el vínculo de los conceptos y ejercicios con el perfil del profesional. Solo en un 7.46 % se plantean en las recomendaciones la enseñanza de los conceptos o propuestas de ejercicios con enfoque profesional. Cabe destacar que en ninguno de los controles se plantea como señalamiento negativo el no enseñar los conceptos con enfoque profesional.

Tabla 1. Resumen del análisis de los controles a clases en el tema del cálculo diferencial

Curso escolar	Profesores del Colectivo	Controles a clases en el tema cálculo diferencial				
		RGA	Instructores	Asistentes	Auxiliares	Titulares
2014-2015	47	18	6	14	1	0
2015-2016	53	12	7	8	1	0

- En los planes de trabajo metodológico de la asignatura Matemática I, no se contempla un proceso de enseñanza aprendizaje con enfoque profesional. Cabe destacar que situación similar sucede desde el plan de trabajo metodológico del año, de la disciplina Matemática, a pesar de estar expresado en los objetivos de esta y en los objetivos del modelo del profesional.
- En consulta del tema en el Entorno Virtual de Aprendizaje
- No existen objetos de aprendizaje creados para el tema del cálculo diferencial.
- Durante la preparación metodológica de la asignatura Matemática 1, se

realizó un intercambio con el colectivo de docentes los cuales plantean dificultades para enseñar el cálculo diferencial con enfoque profesional, que como tipo de problemas utilizados en el aula generalmente no van más allá de los ejercicios típicos que se presentan en los libros de texto, no los vinculan al perfil del profesional en formación. Cabe destacar que en las preparaciones metodológicas es insuficiente el espacio que se dedica a tratar los conceptos y propuestas de ejercicios con enfoque profesional, así como no se evidencian propuestas de materiales didácticos que sirvan para orientar a los docentes y estudiantes.

- El autor de esta investigación en los cursos 2014-2015 y 2015-2016 al finalizar el tema del cálculo diferencial entrevistó estudiantes del primer año de la Facultad de Ciencias Informáticas con el propósito de valorar su apreciación del aprendizaje del tema con enfoque profesional. Como resultado de esta entrevista se obtuvo el 68% no reconoce el ¿para qué? le sirven estos conceptos en su profesión (anexo 2).

Expresan que los principales motivos por los que seleccionaron la carrera son: porque siempre les gustó, porque tiene futuro en cualquier parte del mundo, porque salen preparados para la vida y porque les parece interesante.

- La revisión de los instrumentos evaluativos (pruebas parciales y convocatorias de exámenes finales) evidenció que en los objetivos relacionados con el tema del cálculo diferencial el 16.69 % logró vencerlos con buenos resultados, el 37.49% con regulares resultados y el 45.82% no logró vencer los objetivos.

Como se aprecia del análisis anterior, 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, y específicamente en las asignaturas de matemática, en los que por diversas razones no se han logrado desarrollar en los estudiantes las motivaciones, conocimientos, habilidades, hábitos y valores que les permitan transitar con éxito esos primeros años y vencer los objetivos previstos para estos niveles; así como en el desarrollo de las potencialidades necesarias para enfrentar con responsabilidad y éxito su vida universitaria y su preparación profesional.

1.3 Inventario de problemas identificados en el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

A raíz de los resultados de las indagaciones empíricas realizadas, se determinó el siguiente inventario de problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas los cuales inciden en el campo de acción de la presente investigación:

1. El 73% de los estudiantes en el curso 2014-2015 y el 64% en el curso 2015-2016, plantean no percibir la aplicación del cálculo diferencial con la profesión escogida.
2. Poca motivación de los estudiantes para el aprendizaje del cálculo diferencial.

Teniendo en cuenta las exigencias planteadas a la formación del profesional, se debe trabajar porque el estudiante universitario se apropie y desarrolle no solo los

conocimientos y habilidades necesarios para el ejercicio eficiente de la profesión, sino a la par, las motivaciones e intereses por la profesión y los valores humanos y profesionales que lo conduzcan a sentir la necesidad de cumplir con satisfacción sus deberes y empeñar todos sus esfuerzos y potencialidades personales y profesionales en lograrlo. ²¹

El proceso de formación de los profesionales, como todos los que involucran al hombre, es complejo, multidimensional y en tanto realidad objetiva se tiene que interpretar desde una perspectiva dialéctica y multidimensional, nutriéndose de la diversidad.¹

Cuando se comienza el estudio de la formación de los profesionales se encuentra una tendencia indiscriminada en la utilización de los términos orientación vocacional y orientación profesional. González en el año 2002,²² al respecto afirma que se pueden identificar tres tendencias:

- Aquella en la cual se utilizan indistintamente los términos Orientación Vocacional o Profesional sin establecer diferencias entre ellos.
- La que considera que la Orientación Vocacional se refiere a la ayuda al estudiante para la formación de la vocación, mientras que la Orientación Profesional se refiere a la información que se brinda al estudiante acerca de las diferentes carreras por las que puede optar en el momento de elegir la profesión.
- Aquella que apuesta por una diferenciación de los términos considerando que la Orientación Vocacional es la que se realiza durante el período anterior al ingreso del estudiante a un centro de formación profesional, mientras que la

Orientación Profesional se refiere a la ayuda que se presta al estudiante una vez que ha ingresado a un centro de formación profesional.²³

En la presente investigación se asume la última posición. A juicio del autor, orientación vocacional y orientación profesional, aunque están estrechamente relacionadas, pues la calidad de la primera marcará el camino a seguir por la segunda, no son lo mismo. Al realizar un proceso de enseñanza aprendizaje con enfoque profesional se contribuye a la orientación profesional del estudiante y por ende influye en elevar su motivación por la carrera.²⁴⁻²⁶

Sin embargo, al hacer un análisis de las propuestas de orientación profesional, se aprecia que en su gran mayoría se han centrado en dos temáticas fundamentales:

- El problema de la selección profesional.
- El abordaje de la motivación profesional como elemento determinante de la calidad de esa selección.

Reducir las acciones a estos dos propósitos limitaría el alcance y propósito final que debe tener la orientación profesional. Considerando que en última instancia la meta fundamental de la orientación profesional debe ser favorecer el proceso de construcción de la identidad profesional para de esta manera contribuir a un desempeño profesional responsable y eficiente. Esta es una noción más compleja del proceso que, por supuesto, incluye los dos problemas antes mencionados pero los trasciende.²¹

Es por ello que pensar en la orientación profesional en el contexto de la educación superior conduce a realizar una mirada global y sistémica al proceso de formación profesional.

Así, la orientación profesional en la universidad debe tener en cuenta la diversidad de situaciones que presenta el estudiante por lo que requiere una atención individualizada al mismo tiempo que debe potenciar el desarrollo de los elementos estructurales y funcionales que garantizan la formación profesional.²¹

En tal sentido Gómez JV (2008) afirma que la innovación es esencial, y no tan difícil como parece. Se trata de situar la enseñanza en un status que favorezca la creatividad, en lugar de fomentar la memorización y los retorcidos algoritmos mecánicos de cálculo.²⁷

3. Los estudiantes presentan deficiencias en la comprensión de los conceptos básicos de los temas de la asignatura precedentes necesarios para enfrentar los conocimientos que deben adquirir en el tema del cálculo diferencial.
4. Los resultados del aprendizaje del cálculo diferencial en el curso 2014-2015 no rebasan al 61% de aprovechamiento y en el curso 2016-2017 el 44%.

Dentro de la dinámica propia del desarrollo, seguimiento y control del proceso docente educativo en la universidad, se realizan sistemáticamente varios procesos que tributan información relevante para determinar los factores que están incidiendo en los resultados del primer año, entre los que podemos mencionar los cuestionarios diagnósticos que se le realizan a todos los estudiantes de nuevo ingreso, como es el caso del diagnóstico integrador y motivacional, el que se realiza con el objetivo de obtener información sobre el grado de motivación hacia la profesión de los estudiantes que ingresan en la UCI, y sobre aquellos aspectos sociales que pueden tener una mayor influencia en su vida personal y estudiantil.

Los análisis que periódicamente hacen docentes y estudiantes sobre la marcha

del proceso, fundamentalmente después que se realizan evaluaciones como: pruebas parciales y cortes evaluativos, van sirviendo de medida del cumplimiento de los objetivos y de retroalimentación para llevar a cabo las acciones correctivas necesarias sobre el mismo. Todo ello va aportando información para el análisis cualitativo de los resultados docentes de cada asignatura, que se realiza al final de cada semestre.

Continuando con los problemas identificados se tiene:

5. Insuficiente dominio de los docentes del enfoque profesional del tema del cálculo diferencial.
6. Insuficientes propuestas de ejercicios vinculados con situaciones prácticas relacionadas con el perfil del ingeniero en ciencias informáticas.
7. Aún no es óptimo el aprovechamiento de las Tecnología de la Informática y las Comunicaciones para a enseñanza del cálculo diferencial con enfoque profesional.

Es necesario analizar la impartición de las matemáticas y específicamente del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas desde el punto de vista de sus aplicaciones de cara al futuro profesional y su entorno curricular.

¿Cuál es la Matemática y la forma de enseñarla más conveniente para este nivel de aprendizaje y la manera más eficaz para que esta Matemática sea bien asimilada por los estudiantes? ¿Es necesario dar a la enseñanza de las matemáticas otro tipo de orientación? ¿Es necesario introducir aplicaciones y fomentar el debate entre el binomio matemáticas - ciencias informáticas?

Algunas de estas relaciones podrían proporcionar una motivación; otras serían aplicaciones y otras, motivo de debate, pero siempre estarían estrechamente vinculadas con el objeto de la profesión que se define en el perfil del profesional en Ciencias Informáticas.⁴ En el contexto de la presente investigación se trata de ofrecer una nueva orientación al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial.

Teniendo en cuenta la complejidad del primer año y las dificultades que a su ingreso a las carreras técnicas presentan los estudiantes, se considera que para la superación de esas dificultades y el tránsito exitoso de los estudiantes por el año se requiere de la realización de un profundo y serio trabajo de orientación profesional, llevado a cabo de forma intencionada, bien concebido y con el esfuerzo integrado de todo el colectivo de docentes de la asignatura Matemática 1. Estos aspectos fundamentales reflejan la necesidad de que durante la enseñanza aprendizaje de la matemática en el primer año esta contribuya activamente a la formación profesional del estudiante.²⁸

A partir de estos análisis, se consideró necesario elaborar una estrategia didáctica para contribuir al mejoramiento de los problemas identificados en la presente investigación.

Conclusiones del capítulo 1

El proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas no cumple con la exigencia del modelo del profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas referido al enfoque profesional, en parte se debe a la poca experiencia del claustro en la impartición

del contenido y a la ausencia de un trabajo metodológico sistemático que fomente la didáctica, la enseñanza de los contenidos con enfoque profesional.

Como solución a los problemas identificados se propone una estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas. Su diseño y validación serán tratados en el próximo capítulo.

CAPÍTULO II. ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL CON ENFOQUE PROFESIONAL EN LA FACULTAD INTRODUCTORIA DE CIENCIAS INFORMÁTICAS. CONSTATAción PRÁCTICA.

En el inicio del presente capítulo se fundamenta y describe la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas como resultado científico de la presente tesis. Posteriormente, se expone la manera en que se validó de forma empírica la estrategia, se describen: la aplicación del criterio de expertos, con el fin de validar el valor científico y pertinencia de la estrategia, el pre-experimento pedagógico que constata la aplicabilidad de la estrategia y la técnica del test de satisfacción de ladov que permitió conocer el grado de satisfacción de los estudiantes que participaron en la ejecución de la estrategia propuesta.

2.1 Referentes teóricos que sustentan la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

La estrategia didáctica propuesta se sustenta en la filosofía marxista-leninista, y tiene sus fundamentos teóricos en las dimensiones filosóficas, psicológicas, sociológicas y pedagógicas marxistas acerca del proceso educativo y los aportes y tradiciones del pensamiento pedagógico cubano. Estos fundamentos se describen a continuación:

Dimensión filosófica: se asume la concepción dialéctico materialista del desarrollo, y en particular su teoría del conocimiento, pues para aprender es

necesario que el sujeto se aproxime a la realidad mediante la actividad y a partir de sus vivencias, conocimientos e intereses.

El materialismo dialéctico permite concebir las leyes objetivas fundamentales de la dialéctica que revelan todo el proceso de desarrollo, su causa, cómo se produce y su dirección; son a su vez el contenido esencial del conocimiento del mundo y el fundamento científico del quehacer pedagógico.²⁹

La concepción dialéctica materialista obliga a utilizar los principios de la dialéctica y en particular se tiene en cuenta el de la concatenación universal que expresa que no existe nada aislado, todos los objetos, fenómenos y procesos están estrechamente relacionados en interconexión e interdependencia.³⁰

Dimensión psicológica: el autor de la presente investigación determinó que el eje rector de la misma es el Enfoque Histórico Cultural del Desarrollo Humano (EHC), por la pertinencia y vigencia de sus principales aportes en el modelo de la organización de la actividad cognoscitiva que incluye, desde una posición materialista dialéctica, un conjunto de principios, categorías, leyes, métodos, la comprensión del aprendizaje grupal y del grupo como sujeto de la actividad, fundamentos teóricos-metodológicos que explican, de manera científica, el proceso de desarrollo humano.³¹⁻³²

Se tiene en cuenta con esta teoría el principio de la relación entre enseñanza y desarrollo, el cual plantea que el aprendizaje determina el nivel de desarrollo, pero teniendo en cuenta aquellas funciones (o estructuras) que van madurando, no para quedarse o adaptarse al nivel de desarrollo alcanzado, sino para elevarlo hacia niveles superiores, evoluciona de acuerdo a las potencialidades del

estudiante. En esta consideración se refleja el carácter sistémico del proceso y la estrecha relación entre el marco teórico conceptual de la ciencia pedagógica y su instrumentación desde el punto de vista metodológico, lo cual configura la política de impartición de las ciencias y se presenta como una unidad dinámica, ya que sus componentes además de encontrarse en permanente interrelación, se encuentran también en permanente desarrollo.

De ahí la importancia que se le concede en la investigación a los recursos pedagógicos que constituyan motores impulsores del desarrollo y que, en este caso, se materializan en una concepción didáctica. Este principio se redimensiona con el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), formulado por Vigotsky. Su análisis establece una diferenciación entre el nivel de desarrollo actual y el nivel de desarrollo potencial en el proceso de desarrollo que es conducido por la enseñanza.³¹

Este enfoque analiza el aprendizaje como un proceso de construcción y reconstrucción de conocimientos, habilidades, actitudes, afectos, valores y sus formas de expresión, donde el alumno es considerado como un ente activo, consciente, con determinados objetivos, en interacción con el resto del colectivo y en un determinado contexto histórico.³³⁻³⁵

Los fundamentos psicológicos constructivistas se apoyan en la afirmación de que el conocimiento es el resultado de la interrelación que realiza la personalidad con la realidad en el que sujeto y conocimiento interactúan dinámicamente. El nuevo conocimiento no es copia de la realidad, sino que se construye partiendo de la experiencia precedente del individuo en su interacción con el ambiente. El

aprendizaje es el resultado de la interacción entre el alumno que aprende, el contenido que es objeto de aprendizaje y el docente que ayuda al alumno a construir significados y a atribuir sentido a lo que aprende. Considera que el aprendizaje humano es siempre una construcción interior.³⁶

De igual forma, se apoya en los aportes de Galperin acerca de la formación por etapas de las acciones mentales y su base orientadora, la formación del pensamiento teórico y la función de la reflexión como cualidad del pensamiento.³⁷

Para Galperin toda actividad psíquica tiene tres momentos funcionales: orientación, ejecución y control. La orientación es la instancia directora que establece el conjunto de condiciones concretas y necesarias para la construcción correcta y racional de la parte ejecutora. La ejecución es el momento de realización de las acciones. El control garantiza la ejecución correcta de la acción, a partir del ajuste o corrección de la parte orientadora y ejecutora de la acción en función de los resultados obtenidos.³⁷⁻³⁸

Estos elementos antes mencionados cobraron relevancia en el diseño de la solución propuesta en la investigación, se considera al estudiante un sujeto que posee potencialidades para el desarrollo y que a él se puede acceder mediante la actividad conjunta, en interacción con los demás, constituyendo este uno de los principios fundamentales de dicho enfoque. Además, en la estructura de la estrategia propuesta, se evidencian las etapas de Galperin antes mencionadas.³⁷

Otro de los planteamientos de este enfoque que se asumen en esta investigación es la unidad de lo cognitivo y lo afectivo en el desarrollo del hombre, principio que retoma después A. N. Leontiev en su teoría de la actividad.³⁹ Se manifiesta en la

utilización al máximo de las posibilidades educativas que brinda cualquier situación de instrucción que "... al ser concebida íntimamente vinculada con la vida de la sociedad y de la profesión, en el contexto socio histórico en que vive el estudiante, ha de encerrar necesariamente facetas que pueden ser analizadas y valoradas con una perspectiva axiológica ante la cual se puede adoptar determinada actitud".⁴⁰

Este principio, cobra vida en la propuesta enfocada al empleo del enfoque profesional en el aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, en la forma que se trabaja con cada uno de los componentes didácticos, diseñados, en este caso, en la estrategia propuesta para la contribución a la educación y desarrollo del futuro profesional de la Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Dimensión sociológica: en el plano social se sustenta en fundamentos marxistas-leninistas, asumiendo la concepción de la educación como un fenómeno social que no se puede aislar de los contextos en que se desarrolla. Este fenómeno se inicia desde las exigencias de la sociedad, hasta su desarrollo en el marco de las relaciones que la caracterizan; relaciones que se enriquecen y trascienden en su interacción y desenvolvimiento social, materializándose en el proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo a la preparación del hombre para la vida.

En la educación "...el aprendizaje de los estudiantes se ve favorecido cuando se aprovechan las potencialidades de la comunicación entre los sujetos que participan en esta actividad. No solo entre el docente y los estudiantes, sino

también de los estudiantes entre sí (...) lo cual enriquece el aprendizaje, contribuye a elevar la calidad de la actividad y favorece la relación de lo individual y lo colectivo.⁴¹

La estrategia didáctica propuesta contribuye a la preparación de un egresado que intervenga en el desarrollo de la sociedad, que se forme desde la formación inicial, que esté presto para desempeñar un papel en el contexto social, con cualidades que se correspondan con los intereses de este, para enfrentar los retos que se le presenten; de una manera práctica, creadora y transformadora.⁴²

Dimensión pedagógica: se soporta sobre las bases de resultados recientes y novedosos del sistema educativo cubano y en lo más avanzado de la Filosofía de la Educación, como tradición del pensamiento cubano y universal, todo lo cual tiene su reflejo en la estrategia didáctica que se expone como vía para transformar el proceso de enseñanza aprendizaje con el empleo del enfoque profesional para la impartición del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

La propuesta se fundamenta en las ideas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje que ha sido estudiado por numerosos investigadores cubanos, que sistematizan la obra pedagógica de su país.^{31, 37, 43-48}

Se contribuye también a la formación de la cultura general e integral del estudiante, a partir de la relación dialéctica que existe entre la escuela y la sociedad. La escuela se relaciona con el medio, con la sociedad y recibe de esta el encargo social. El docente por tanto, constituye el mediador entre la cultura y los estudiantes, con vista a potenciar la apropiación de los contenidos por éstos que

han sido seleccionados atendiendo a los intereses de la sociedad y al desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes en cada momento histórico concreto. La estrategia está sustentada en el enfoque del aprendizaje, que tiene como presupuestos teóricos esenciales el desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes con énfasis en el estado actual y potencial del desarrollo, así como el papel de la interacción grupal en el desarrollo individual, los procesos meta cognitivos y el auto-aprendizaje. El sistema categorial de las Ciencias Pedagógicas vinculado con la educación, enseñanza e instrucción, se revela en la estrategia didáctica propuesta, como parte del proceso de formación, desarrollo y socialización en el contexto de esta universidad.

2.2 Descripción de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

Un análisis etimológico permite conocer que el término estrategia proviene de la voz griega *stratégos* (general) y que, aunque en su surgimiento sirvió para designar el arte de dirigir las operaciones militares, luego, por extensión, se ha utilizado para nombrar la habilidad, destreza, pericia para dirigir un asunto. En el área de las ciencias pedagógicas, comenzó el uso del vocablo estrategia aproximadamente en la década de los años 1960 del siglo XX, con el comienzo del desarrollo de investigaciones que describen los indicadores relacionados con la calidad de la educación. En la actualidad ha encontrado su espacio como resultado científico de investigación de tesis de maestrías y doctorados.⁴⁹

Acerca del empleo de estrategias en las investigaciones educativas Valcárcel N,⁵⁰

en el año 2002, refiere algunas consideraciones que se resumen en:

- Siguen una secuencia de lo general a lo particular.
- Es un proceso de derivación de objetivos, que establece la armonía entre los plazos para que se cumplan y las maneras de medirlos.

En el campo de las investigaciones educativas se han conceptualizado diferentes tipologías de estrategias, como por ejemplo: pedagógica, didáctica, educativa y metodológica.⁵¹⁻⁵³

En las definiciones de estrategias didácticas que ofrecen estos autores: “Es el conjunto de acciones secuenciales e interrelacionadas que partiendo de un estado inicial y considerando los objetivos propuestos permite dirigir el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje en la escuela”.⁵¹ “Es la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza aprendizaje en 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”,⁵² se evidencian como rasgos característicos:

- Acciones que siguen una secuencia lógica y en enfoque de sistema.
- Relación esencial con el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Presencia de la categoría didáctica rectora.

Considerando el contexto y propósito de la presente investigación el autor asume para el desarrollo de la misma la segunda definición. Esto se debe a que su doble vertiente: anticipadora y previo a la práctica educativa, le da un carácter de preacción interpretativa y estimuladora de la pertinencia de las acciones

formativas; a la vez que su visión de postacción facilita, una vez realizada la práctica, adoptar la representación mental más valiosa y apropiada para mejorar tanto el conocimiento práctico como la teorización de la tarea didáctica.⁵⁴

Los rasgos que caracterizan a las estrategias como resultados científicos de investigación,⁵² se manifiestan en la estrategia didáctica que se propone de la manera siguiente:

- Responde a una contradicción entre el estado actual y el deseado del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.
- Dentro de la taxonomía existente, adopta la tipología específica que viene condicionada por el elemento que se constituye en objeto de transformación “para el aprendizaje con enfoque profesional del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real”.
- En la búsqueda del cambio cualitativo deseado y por la articulación entre los objetivos y las acciones que se definen para lograrlos, expresa su carácter dialéctico.
- Posee una estructuración a partir de seis etapas relacionadas con las acciones que se proponen en estas, con el fin de mejorar el aprendizaje del cálculo diferencial.
- Su carácter de sistema está presente en toda etapa y acción que posee, de esta manera se refuerza el concepto de interrelación entre las etapas y a la vez grado de independencia.
- Es irrepetible y contextualizada, pues se centra en el aprendizaje con enfoque profesional que permite satisfacer las exigencias del modelo del profesional y

por ende contribuir a la orientación profesional de los estudiantes. Lo cual no significa que su estructura y algunas acciones puedan repetirse en otro contexto.

La estrategia didáctica propuesta posee además, características particulares, como son:

- El carácter sistémico.

En ella se deben integrar las acciones necesarias en todos los momentos de desarrollo del proceso.

- Su dualidad objetiva-subjetiva.

En el primer caso por estar vinculada al desarrollo de un objetivo determinado y sobre un objeto específico, el proceso enseñanza aprendizaje, en el segundo porque el logro del objetivo depende de conocer el nivel de desarrollo de los estudiantes, la motivación hacia su cumplimiento y porque el mismo se alcanza atendiendo a las diferencias individuales de estos.

- Su subordinación al contenido y éste, a su vez, al objetivo como elemento rector del proceso de enseñanza aprendizaje.

En este sentido se manifiesta la dependencia de la estrategia con la lógica de la ciencia que se describe y permite establecer acciones para su desarrollo.

- La búsqueda de un aprendizaje significativo.

A partir de la elaboración de estructuras estables y sólidas de conocimiento con actitudes tendentes a la flexibilidad, donde sea prioritario el elemento cualitativo en la apropiación de los conocimientos.

- Carácter planificado y a la vez flexible.

Una estrategia didáctica debe organizarse a través de acciones graduales y teniendo en cuenta el grado de asimilación, síntesis, generalización, sistematización y rapidez de desarrollo. El docente debe estar preparado para, en la ejecución de una estrategia didáctica, valorar las contingencias y aplicar los cambios correspondientes.⁵⁵

– Coexisten dos tipos de control.

Los que miden su efectividad (control por resultados) y los que permiten su mejoramiento (control sistemático).

– La integración del trabajo individual y en grupos.

Donde los roles del docente y los estudiantes se complementan en un proceso en que enseñan y aprenden, alcanzándose actitudes positivas hacia el análisis colectivo y la autovaloración.⁵⁶

Estos elementos constituyeron una guía para la elaboración de la presente estrategia didáctica que tiene como **objetivo principal**: contribuir a la mejora del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas mediante la utilización del enfoque profesional.

2.2.1 Estructura de la estrategia didáctica.

La estrategia didáctica se estructura en seis etapas (figura 2) que se encuentran estrechamente relacionadas, pues cada una tributa a las demás, conformando un sistema en su dinámica.⁵⁷ Como estructura interna de cada etapa se propone: objetivo, explicación y un sistema de acciones. La estrategia propuesta tiene como actores principales los docentes, los estudiantes y los grupos docentes, la implementación de la misma se realiza cuando se pone en funcionamiento el

sistema de acciones que se recomienda en cada etapa.

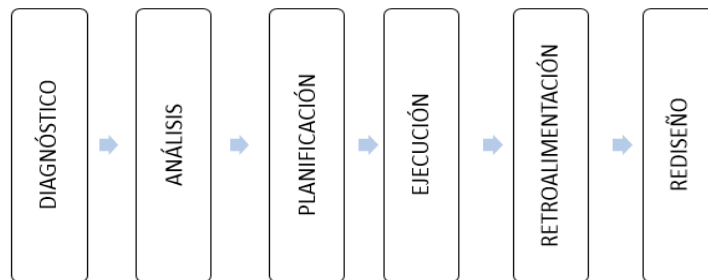


Figura 2. Etapas de la estrategia didáctica propuesta.

A continuación se describen cada una de las etapas:

Primera etapa. Diagnóstico.

Objetivo: identificar las dificultades para el desarrollo de un proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.

Explicación: esta etapa comienza desde la preparación del tratamiento del contenido en el sistema de clases, que comienza con el análisis del plan de estudio y los programas de la disciplina, continúa con el examen de los componentes que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje con enfoque profesional. Concluye al realizar un conjunto de acciones que permiten familiarizarse con el contenido y diagnosticar el estado actual.

Sistema de acciones:

Docentes

1. Evaluación inicial sobre el contenido que se va a impartir.
2. Intercambio de criterios en el colectivo de la disciplina o asignatura sobre los conocimientos, habilidades y valores que se derivan del mismo.
3. Indagación en las fuentes bibliográficas encontradas sobre distintas interpretaciones alrededor del contenido y el descubrimiento de nuevas

asociaciones del perfil del profesional con el mismo.

4. Determinación del nivel de conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre el contenido que se va a tratar en la clase, las formas de relacionar este con los modos de actuación del ingeniero en ciencias informáticas y el aprovechamiento de las tecnologías relacionadas con la información y las comunicaciones, que contribuyan a la asimilación de la cultura informática necesaria para el desarrollo del profesional.

Estudiantes

1. Intercambios para determinar las posibles asociaciones del tema con el perfil del profesional.
2. Disposición para relacionar los contenidos que recibe con la ingeniería en ciencias informáticas.

Grupo

1. Identificación del desarrollo potencial a partir del análisis de cuánto es capaz de avanzar cada estudiante cuando recibe la ayuda del docente y del grupo.

Segunda etapa. Análisis.

Objetivo: analizar las posibles vías o alternativas que contribuyen al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.

Explicación: el docente después de haber realizado el diagnóstico y familiarización con el contenido procede al análisis de las diferentes vías o alternativas que existen para efectuar el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional. Este momento comienza desde la autopreparación del docente y se concreta en la práctica educativa en un intercambio de ideas entre

docente - estudiantes, estudiantes - estudiantes, docente - grupo y estudiantes – grupo.

Sistema de acciones:

Docentes

1. Reflexión sobre las influencias recíprocas que se producen entre cada componente del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial y el enfoque profesional.
2. Aplicación al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial los conocimientos, las habilidades y los valores que se necesitan en la formación del ingeniero en ciencias informáticas así como se expresan en el perfil de profesional.
3. Identificación de las relaciones de los contenidos a desarrollar en la clase con temáticas de alto valor para el encargo social del profesional en formación.
4. Selección de medios de enseñanza aprendizaje, portadores de un contenido que permita la aproximación del estudiante a la vida, a la formación de valores y al vínculo con el objeto de la profesión y de perfil del profesional.
5. Relación del contenido de la asignatura con el trabajo político e ideológico, la formación de valores y los problemas éticos que son creados por el uso de las tecnologías informáticas y de las comunicaciones, entre ellos la introducción de virus informáticos, el espionaje de datos, la falta de confidencialidad en la información, las acciones de fanáticos y personas irresponsables y la protección a la propiedad intelectual.

Estudiantes

1. Solución de tareas docentes donde se apliquen los lenguajes de programación desde una interrelación consciente y organizada con el cálculo diferencial y la posterior valoración de las soluciones obtenidos.

Grupo

1. Establecimiento de las relaciones entre dos objetos y fenómenos: Las relaciones mutuas y las influencias recíprocas entre las partes y el todo.

Tercera etapa. Planificación.

Objetivo: planificar el sistema de clases correspondiente al cálculo diferencial con enfoque profesional.

Explicación: el docente está familiarizado con el contenido y los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje, busca las vías que les permite lograr en sus estudiantes un aprendizaje con enfoque profesional, se está en condiciones de concebir y elaborar un sistema de acciones que les permite alcanzar el objetivo propuesto. Este sistema de acciones se ha concebido desde la autopreparación y el tratamiento metodológico del sistema de clases y se llevan a la práctica en dicho sistema.

Sistema de acciones:

Docentes

1. Definición de las categorías de la didáctica para el sistema de clases, que permitan desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.
2. Identificación de las relaciones con el objeto de la profesión de los conceptos,

definiciones y teoremas.

3. Identificación de las habilidades que se deben desarrollar desde el programa de la asignatura en el tema del cálculo diferencial y que estarán presentes en los modos de actuación definidos en el perfil del profesional de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.
4. Elaboración y resolución de problemas informáticos donde se ponga de manifiesto directamente la aplicación de los contenidos del cálculo diferencial, en los mismos se deben utilizar los medios informáticos para su solución, como son: las hojas electrónicas de cálculo, los lenguajes de programación y otros sistemas, apoyándose en el trabajo con fórmulas y funciones matemáticas, así como la construcción de gráficos, relacionados con los contenidos.

Estudiantes

1. Realización de tareas docentes que conlleven a la utilización de los asistentes matemáticos como medios que contribuyan al desarrollo de los contenidos relacionados con el cálculo diferencial.
2. Preparación de los estudiantes para presentar proyectos afines con su profesión que incluyan el cálculo diferencial como herramienta en la construcción de los mismos, en fórum y eventos científicos estudiantiles, así como en la Jornada del ingeniero en ciencias informáticas.

Grupo

1. Planificación de visitas a los centros de desarrollo productivo de la universidad para ver la aplicabilidad del tema en su profesión.

Cuarta etapa. Ejecución.

Objetivo: Desarrollar el sistema de clases correspondientes al tema del cálculo diferencial con enfoque profesional.

Explicación: esta etapa se caracteriza por la actuación práctica, donde se ejecutan las acciones antes concebidas, que como resultado de un análisis de las principales vías examinadas por el docente en su autopreparación y debatidas en las preparaciones metodológicas y en el grupo de estudiantes, se ejecutan con la participación activa de los mismos.

La ejecución del sistema de acciones se realiza en la clase bajo las condiciones en que se produce el proceso de enseñanza aprendizaje en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

Sistema de acciones:

Docentes

1. Cumplimiento de los objetivos planteados desde el modelo del profesional y derivados hasta el sistema de clases y cada clase del tema cálculo diferencial con respecto a la enseñanza aprendizaje del tema con enfoque profesional.
2. Desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.

Estudiantes

1. Observación directa de objetos, pantallas, menús, procesos y sus representaciones, arribando a conclusiones sobre las propiedades comunes de dichos objetos y procesos, bajo la dirección del docente.
2. Presentación de trabajos en el fórum de ciencia y técnica y eventos científicos

estudiantiles.

3. Definición de algoritmos de trabajo para la solución de problemas relacionados con objetivos concretos de su futura práctica profesional y los contenidos del cálculo diferencial.

Grupo

1. Análisis de iniciativas ante la solución de una tarea, la modestia, la perseverancia y el amor por la profesión, el espíritu colectivista, la crítica y la autocrítica y la responsabilidad ante el estudio y el trabajo.

Quinta etapa. Retroalimentación.

Objetivo: evaluar la efectividad de la estrategia didáctica.

Explicación: el control se realiza desde la primera etapa, aunque adquiere mayor relevancia durante y después de la ejecución del sistema de acciones, lo que permite el conocimiento de los logros y dificultades en la aplicación de la estrategia didáctica propuesta, para su posible rediseño. Significa esto que el control pretende poner de manifiesto el estado real de la marcha del proceso, sus barreras y éxitos, además de descubrir las causas de las dificultades y concretar las vías para su solución.

Sistema de acciones:

Docentes

1. Identificación de los logros obtenidos hasta el momento y analizar las dificultades, buscando los nodos de interacción entre los contenidos y el modelo del profesional.
2. Toma de decisiones sobre las dificultades analizadas, buscando sus causas y

analizando las posibles soluciones.

3. Estudio constante de temas relacionados con el enfoque profesional del cálculo diferencial desde la autosuperación personal y en el colectivo.

Estudiantes

1. Análisis de su aprendizaje en el tema del cálculo diferencial con enfoque profesional.

Grupo

1. Comprobación de la percepción de la relación e importancia del cálculo diferencial en su formación como ingenieros en ciencias informáticas.

Sexta etapa. Rediseño.

Objetivo: rediseñar el sistema de clases y de acciones llevadas a cabo en cada etapa.

Explicación: es la etapa que permite rehacer o reconsiderar el sistema de clases y las acciones que se desarrollan en cada momento que compone la estructura de la estrategia en correspondencia con los resultados obtenidos.

Sistema de acciones:

Docentes

1. Reorientación de la forma en que se realiza el análisis del sistema de clases en cuanto a: la identificación de los contenidos idóneos para establecer vínculos con el modelo del profesional del ingeniero en ciencias informáticas en cada clase.
2. Reorientación de la forma en que se imparte la clase, atendiendo a explicitar en el objetivo la forma en que se llevará a cabo el enfoque profesional en la clase.

3. La selección de métodos, medios y tipologías de clases como forma organizativa, que propicien el aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.

Estudiantes

1. Reorientación de la forma en que se realiza el análisis del sistema de clases en cuanto a: el nivel de participación activa cuando se realiza el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial.
2. Reorientación de la forma en que se recibe la clase, atendiendo a la introducción en la práctica como criterio valorativo de la verdad, es la vía para constatar su efecto en la transformación del objeto de estudio.

Grupo

1. Reorientación de la forma en que se realiza el análisis del sistema de clases en cuanto a: la comunicación que se produce entre los estudiantes, el docente y el grupo.

La estrategia que se propone es didáctica porque:

- Está dirigida a propiciar la elevación de los resultados del aprendizaje de los estudiantes con acciones que influyen sobre cada uno de los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial.
- Tiene en cuenta la actividad del docente para enseñar, en unidad indisoluble con la actividad de los estudiantes y del grupo para aprender.
- Potencia las relaciones entre los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial, teniendo en cuenta el empleo de la resolución de problemas, la heurística y el uso de las TIC como medio de

enseñanza aprendizaje, en particular los asistentes matemáticos, todo lo cual se concreta en las tareas docentes que favorecen la apropiación activa, reflexiva y significativa de los contenidos del tema.⁵⁸⁻⁵⁹

Con la estrategia didáctica se promueve:

- La reducción de las debilidades de los estudiantes en el aprendizaje del cálculo diferencial.
- El reforzamiento de las relaciones interdisciplinarias entre el cálculo diferencial y las asignaturas de la especialidad, mediante la resolución de problemas relacionados con estas.
- El reforzamiento de las relaciones objetivo-contenido-método que condicionan la lógica interna del proceso de enseñanza aprendizaje.
- El fortalecimiento del uso de las tecnologías de la información y la comunicación para la visualización, el dinamismo, la experimentación, la simplificación de los cálculos, la modelación, así como para el uso de procedimientos heurísticos y algorítmicos en la resolución de ejercicios.
- El desarrollo de estrategias cognitivas y metacognitivas, así como el incremento de la comunicación estudiante-docente-grupo.³

2.3 Constatación práctica de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introductoria de Ciencias Informáticas.

La valoración de la estrategia propuesta se realizó de forma empírica, mediante la aplicación del criterio de expertos, con el fin de validar el valor científico y la pertinencia del modelo de capacitación, su puesta en práctica a través de un pre-

experimento y la aplicación del test de ladov para constatar el grado de satisfacción de los estudiantes.

2.3.1 Valoración mediante la consulta a expertos variante Delphi

Para validar el valor científico y la pertinencia de la estrategia didáctica para el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional, se recurrió al criterio de expertos (variante Delphi), método que surgió alrededor del año 1963 y constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas, mediante la elaboración estadística de las opiniones de expertos en el tema tratado.⁶⁰

La aplicación del método Delphi presupone la confección de una lista de personas que, a criterio del investigador, cumplen los requisitos de expertos. En la presente investigación para la selección de los expertos se listaron alrededor de 25 especialistas a los que previo al envío del cuestionario (anexo 3), se les consultó su deseo por participar, a partir de comunicarle que es considerado experto en la temática que se trata.

Del total de expertos seleccionados contestaron 20, que a criterio del autor cumplen los requisitos de expertos. Entre los mismos se incluyeron profesores del departamento de matemática de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, graduados de Ingeniería en Ciencias informáticas con experiencia impartiendo la matemática y graduados de pedagógico con experiencia trabajando en la carrera. Se tomaron en consideración los siguientes aspectos: Asignatura que imparte, categoría docente y/o investigativa, categoría o grado científico, años de experiencia.

Se valoraron, según la metodología para determinar si podían considerarse o no expertos (anexo 4), la población de posibles expertos y resultó el 100% con un coeficiente de conocimiento (Kc) alto en la temática. A partir de los resultados del coeficiente de argumentación (Ka) el 80,0% de los encuestados con un coeficiente de argumentación alto y un 20,0% medio.

Para determinar el coeficiente de competencia (K), a partir de la integración de los resultados anteriores se aplicó la fórmula siguiente: $K = \frac{1}{2} (Ka + Kc)$. Como resultado de la aplicación de este procedimiento se obtuvo que el 93,33% de los encuestados posee un nivel de competencia alto y el 6,67% medio, por lo tanto, los 20 especialistas fueron seleccionados como expertos.

Una vez seleccionado los expertos se aplica el método Delphi y se procesan resultados (anexo 4). Se evidencia mediante los puntos de corte que los expertos consultados consideran los indicadores en la categoría de bastante adecuado.

Los resultados que se obtienen demuestran el valor científico y pertinencia de la estrategia didáctica propuesta.

2.3.2 Resultados de la aplicación del pre-experimento pedagógico.

Para valorar la efectividad de la estrategia didáctica diseñada fue aplicado un pre-experimento, durante el primer semestre del curso escolar 2016-2017, que exigió el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Las clases se desarrollan por el docente (autor de la presente investigación).
- No se producirían modificaciones en el programa de la asignatura, sino en la concepción de las categorías didácticas del sistema de clases correspondientes al tema del cálculo diferencial.

La muestra estuvo conformada de manera intencional, por dos grupos docentes, el FI07 y FI08 que son los que impartió la docencia el autor de la presente investigación. Dichos grupos estaban compuestos por 24 y 17 estudiantes respectivamente, pertenecientes a la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

El pre experimento pedagógico⁶¹ se desarrolló de manera que el grupo FI07 fue tomado como grupo de control y en el mismo se desarrolló el proceso de enseñanza aprendizaje sin el enfoque profesional y en el grupo FI08 se aplicó la estrategia didáctica propuesta con el objetivo de comparar los resultados obtenidos por ambos grupos.

Al realizarse la caracterización de ambos grupos docentes se constata que su composición es similar en cuanto a procedencia de los estudiantes, motivación por la carrera y resultados del ingreso a la universidad.

A continuación, se detallan las acciones realizadas en cada una de las etapas de la implementación de la estrategia en el grupo FI08 de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.

Primera etapa. Diagnóstico.

1. Análisis inicial de los contenidos a impartir, se discutió el programa de la asignatura, así como los principales conocimientos, habilidades y valores a desarrollar en la misma.
2. Asociación de los contenidos del cálculo diferencial con el perfil del profesional a partir de intercambios entre profesores del colectivo.
3. Indagación en las fuentes bibliográficas encontradas sobre distintas

interpretaciones alrededor del contenido y el descubrimiento de nuevas asociaciones del perfil del profesional con el mismo.

4. Verificación acerca de las indagaciones realizadas partiendo de intercambio con docentes del colectivo graduados de la especialidad y otros graduados que se encuentran en la universidad en otras áreas.

Para el diagnóstico del estado actual se realizaron las siguientes acciones:

5. Entrevista grupal inicial (anexo 2) para indagar sobre la percepción de los estudiantes sobre la relación de los contenidos del cálculo diferencial con los modos de actuación del ingeniero en ciencias informáticas.
6. Levantamiento de los asistentes matemáticos más utilizados en la impartición del cálculo diferencial para lograr el aprovechamiento de las tecnologías relacionadas con la información y las comunicaciones, que contribuyan a la asimilación de la cultura informática necesaria para el desarrollo del profesional.

Segunda etapa. Análisis.

1. Análisis del profesor sobre las influencias recíprocas que se producen entre cada componente del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial y el enfoque profesional.
2. Preparación por el profesor de los contenidos del cálculo diferencial que se necesitan en la formación del ingeniero en ciencias informáticas así como se expresan en el perfil de profesional.
3. Identificación las relaciones de los contenidos a desarrollar en la clase con temáticas de alto valor para el encargo social de profesional en formación.

4. Solución de tareas docentes donde se apliquen los lenguajes de programación desde una interrelación consciente y organizada con el cálculo diferencial y la posterior valoración de las soluciones obtenidos. Para ello se prepararon materiales que permitieron la algoritmización de los procedimientos para el trabajo con los contenidos del cálculo diferencial.
5. Selección de siete materiales audiovisuales, portadores de un contenido que permita la aproximación del estudiante a la vida, a la formación de valores y al vínculo con el objeto de la profesión y de perfil del profesional.
6. Relación del contenido de la asignatura con el trabajo político e ideológico, la formación de valores y los problemas éticos que son creados por uso de las tecnologías informáticas y de las comunicaciones, entre ellos la introducción de virus informáticos, el espionaje de datos, la falta de confidencialidad en la información, las acciones de fanáticos y personas irresponsables y la protección a la propiedad intelectual.

Tercera etapa. Planificación.

1. Confección de un folleto “Cálculo diferencial para ingenieros en ciencias informáticas” en el que se establece la relación entre los objetivos de las clases, las temáticas, las vías y el sistema de acciones permitiendo desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.
2. Identificación de los principales conceptos, definiciones, teoremas y otros conocimientos en sus relaciones con el objeto de la profesión definido para el ingeniero en ciencias informáticas.

3. Identificación de las habilidades que se deben desarrollar desde el programa de la asignatura en el tema cálculo diferencial y que estarán presentes en los modos de actuación definidos en el perfil del profesional de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.
4. Preparación de tareas docentes que conlleven a la utilización de los asistentes matemáticos como medios que contribuyan al desarrollo de los contenidos relacionados con el cálculo diferencial.
5. Elaboración y resolución de problemas informáticos donde se ponen de manifiesto directamente la aplicación de los contenidos del cálculo diferencial, con la premisa de la necesidad de utilizar los medios informáticos para su solución, como son: las hojas electrónicas de cálculo, los lenguajes de programación y otros sistemas, apoyándose en el trabajo con fórmulas y funciones matemáticas, así como la construcción de gráficos, relacionados con los contenidos. (Ver anexo 5) ⁶²
6. Preparación de los estudiantes en grupos de trabajo científico estudiantil para presentar proyectos afines con su profesión que incluyan el cálculo diferencial como herramienta en la construcción de los mismos en la Jornada del Ingeniero en Ciencias informáticas.

Cuarta etapa. Ejecución.

1. Análisis de los objetivos a cumplir en el sistema de clases, el sistema de contenidos, métodos, medios, formas organizativas y el rol del grupo, el docente y los estudiantes para que el proceso de enseñanza aprendizaje se realice desde un enfoque profesional.

2. Observación directa de objetos, pantallas, menús, procesos y sus representaciones, arribando a conclusiones sobre las propiedades comunes de dichos objetos y procesos, bajo la dirección del docente.
3. Identificación de los vínculos entre los contenidos del cálculo diferencial y el objeto de la profesión, así como los campos de acción y los modos y esferas de actuación del ingeniero en ciencias informáticas. (Ver anexo 5)⁶³
4. Tutoría para la presentación de tres trabajos en la Jornada del Ingeniero en Ciencias Informáticas de los cuales dos obtuvieron mención y uno Relevante.
5. Definición de algoritmos de trabajo para la solución de problemas relacionados con objetivos concretos de su futura práctica profesional y los contenidos del cálculo diferencial, problemas de tasa y razón de cambio, de optimización y otros con enfoque profesional.

Quinta etapa. Retroalimentación

1. Se realiza una entrevista grupal final (anexo 2) donde se constató como aspectos fundamental la valoración de la importancia de la asignatura Matemática 1 y en especial de los contenidos del cálculo diferencial en su formación como ingenieros en ciencias informáticas.

Al iniciar y finalizar el tema se aplicó la entrevista, referida en el epígrafe 1.2, a ambos grupos donde se constató como aspecto fundamental la valoración de la importancia de la asignatura Matemática 1 en su formación como ingenieros en ciencias informáticas.

Los resultados de la entrevista al inicio del semestre muestran la poca importancia que le asignan los estudiantes a la asignatura en su formación (tabla 2).

Tabla 2. Orden de importancia de las asignaturas al inicio del semestre

F107		F108	
1	Introducción a la Programación	1	Introducción a las Ciencias informáticas
2	Introducción a las Ciencias informáticas	2	Introducción a la Programación
3	Matemática Discreta 1	3	Matemática Discreta 1
4	Álgebra Lineal	4	Álgebra Lineal
5	Matemática 1	5	Defensa Nacional
6	Defensa Nacional	6	Matemática 1
7	Educación Física 1	7	Educación Física 1

Sin embargo, luego de recibir la asignatura, dicha opinión varió favorablemente en el grupo experimental.

En el grupo de control la Matemática 1 pasó de un quinto puesto a un cuarto lugar, mientras que en el grupo experimental la impartición de los contenidos del cálculo diferencial con enfoque profesional provocó que la Matemática 1 pasara de un sexto lugar en importancia para su formación como ingenieros en ciencias informáticas a un segundo lugar, solo precedida por la asignatura Introducción a la Programación como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Orden de importancia de las asignaturas al final del semestre.

F107		F108	
1	Introducción a la Programación	1	Introducción a las Ciencias informáticas
2	Introducción a las Ciencias informáticas	2	Matemática 1
3	Matemática Discreta 1	3	Introducción a las Ciencias informáticas
4	Matemática 1	4	Matemática Discreta 1
5	Álgebra Lineal	5	Álgebra Lineal
6	Defensa Nacional	6	Defensa Nacional
7	Educación Física 1	7	Educación Física 1

Para la valoración de acciones interventivas en el grupo de estudiantes que participó en el pre-experimento, a partir de determinar la significación en el cambio de los niveles de su aprendizaje en el cálculo diferencial una vez que le fue

enseñado con enfoque profesional, se aplicó la prueba no paramétrica de los signos (ver anexo 6).

Se definen las hipótesis de partida:

Hipótesis nula (H_0): la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional no contribuye a mejorar la orientación profesional de los estudiantes.

Hipótesis alternativa (H_a): la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional contribuye a mejorar la orientación profesional de los estudiantes.

Como $Z_{\text{calculado}} > Z_{\text{teórico}}$, se rechaza H_0 y se infiere que la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional contribuye a mejorar la orientación profesional de los estudiantes de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, con nivel de confiabilidad mayor de 95%.

Para comprobar la eficacia de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional se aplica la prueba no paramétrica de Kolmogorov Smirnov para dos muestras independientes (ver anexo 6). Se analizó del instrumento de la evaluación final, las habilidades relacionadas con el tema. ⁶¹

Tanto en las habilidades como en el resultado final de la pregunta correspondiente al tema del cálculo diferencial se cumple que $X^2_{\text{calculado}} > X^2_{\text{teórico}}$, entonces se puede rechazar la hipótesis nula y afirmar que la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial contribuye a mejorar los resultados en el aprendizaje del tema.

Sexta etapa. Rediseño.

1. Reorientación de la forma en que se realiza el análisis del sistema de clases con vista a:
 - La identificación de la habilidad para la formulación del objetivo en la clase, de los contenidos idóneos para establecer vínculos con el modelo del profesional del ingeniero en ciencias informáticas en cada clase y de los valores a formar en los estudiantes.
 - Explicitar en el objetivo la forma en que se llevará a cabo el enfoque profesional en la clase.

2.3.3 Aplicación del test de satisfacción de ladov.

A los estudiantes del grupo experimental (FI08) que participaron en la propuesta de la estrategia didáctica, se les aplicó la técnica de cuadro lógico de ladov,⁶⁴ con la finalidad de valorar el estado de la satisfacción grupal, con respecto a la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional. Se consideraron los principios éticos básicos de la investigación como el consentimiento informado de los participantes en la investigación.

La técnica se basa en el análisis de un cuestionario que tiene una estructura de cinco preguntas: tres cerradas y dos abiertas, sigue una relación entre las tres preguntas cerradas que se intercalan y cuya relación el sujeto desconoce (Ver anexo 7).

Fue posible encuestar el 100% de la muestra de los estudiantes del grupo experimental. El número resultante de la interrelación de las tres preguntas indicó el grado de satisfacción personal (Tabla 4):

Tabla 4. Escala de satisfacción.

	Escala	Total	Por ciento
A	Clara satisfacción	22	91.6
B	Más satisfecho que insatisfecho	2	8.4
C	No definida o contradictoria	0	0
D	Más insatisfecho que satisfecho	0	0
E	Clara insatisfacción	0	0
Total de encuestados		24	100

Para determinar la significación de este índice se empleó la escala que se muestra a continuación:

(+1) Máximo de satisfacción

(+0,5) Más satisfecho que insatisfecho

(0) No definido y contradictorio

(-0,5) Más insatisfecho que satisfecho

(-1) Máxima insatisfacción

Para calcular el índice de satisfacción grupal se empleó la siguiente expresión:

$$ISG=(A (+1) + B (+0,5) + C (0) + D (-0,5) + E (-1))/N$$

Donde N es la cantidad total de encuestados. A, B, C, D y E son el número de estudiantes, según las categorías de satisfacción personal.

Se obtuvo un índice de satisfacción grupal de 0,95 que pertenece al intervalo de 0,5 a 1.

La valoración positiva de satisfacción de los estudiantes con respecto a la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional, con un índice grupal de satisfacción (ISG) de 0,95 que se corresponde con la categoría de muy satisfecho, permitió afirmar la aplicabilidad de la estrategia didáctica.

Conclusiones del capítulo 2

Los resultados del proceso de abstracción desarrollado por el autor alrededor del objeto de estudio y el campo de acción, permitió la concepción teórica y metodológica de una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional.

La aplicabilidad de la estrategia didáctica propuesta, es mostrada por los resultados de la consulta a experto, el pre-experimento pedagógico, el test de satisfacción de ladov y las pruebas no paramétricas empleadas en la investigación.

CONCLUSIONES

1- Los resultados de la sistematización y análisis documental efectuado a los fundamentos teóricos y metodológicos, posibilitaron la sustentación del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional, objeto de estudio y campo de acción respectivamente de esta investigación.

2- Los resultados obtenidos con las indagaciones empíricas, posibilitó la caracterización del estado actual del objeto de estudio y campo de acción de la investigación, e identificar los problemas.

3- El estudio desarrollado por el autor permitió la fundamentación y elaboración de una estrategia didáctica para el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, respetando las características a cumplir para que sea considerada un resultado científico de investigación.

4- Los criterios emitidos por los especialistas consultados y los resultados del pre-experimento con la puesta en práctica de la estrategia didáctica y el test de satisfacción de ladov, permitieron valorar positivamente el cumplimiento del objetivo de la investigación y la solución al problema científico.

5- El empleo de la estadística inferencial evidenció que la estrategia didáctica propuesta constituyó una vía para favorecer el proceso enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional contribuyendo a: una mejor orientación profesional de los estudiantes de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas y a la mejora de los resultados en el aprendizaje del tema.

RECOMENDACIONES

- 1- Valorar la factibilidad de aplicar la estrategia didáctica propuesta para el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje del resto de los temas de la asignatura Matemática I.
- 2- Sugerir al departamento de Matemática de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas planificar ciclos metodológicos que permitan la preparación de los docentes para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina Matemática con enfoque profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ VALERA, R. El proceso de formación del profesional en la educación superior basado en competencias: el desafío de su calidad, en busca de una mayor integralidad de los egresados. *Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas*, 10 (18), 117-134; 2010.
- ² MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Reglamento Docente Metodológico del Ministerio de Educación Superior. Resolución 210/2007. La Habana, Cuba; 2007. p 9.
- ³ CHILÚA, M. Estrategia didáctica para el aprendizaje de la Geometría Analítica en la formación inicial de docentes de Matemática en Huambo, República de Angola. [Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas]. La Habana, Cuba: Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”; 2017.
- ⁴ DIRECCIÓN DOCENTE METODOLÓGICA. Modelo del Profesional y Objetivos de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas; 2010.
- ⁵ DIRECCIÓN DOCENTE METODOLÓGICA. Plan de Estudios “D” de Ingeniería en Ciencias Informáticas. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas; 2014.
- ⁶ AÑORGA J. De la situación problemática a la visión horizontal. En: *Las particularidades de la producción intelectual en el desarrollo de la teoría de la Educación Avanzada*. La Habana, Cuba; Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”; 2013. Pp.1-21.
- ⁷ DÍAZ C. Las referencias bibliográficas según el estilo Vancouver. En: Díaz C, Añorga J (Comp). *La producción intelectual: proceso organizativo y pedagógico*. 62-81. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria; 2002.
- ⁸ GEWERC A. Identidad profesional y trayectoria en la universidad. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 5, núm. 2, p. 0. Universidad de Granada. España 2001.
- ⁹ MOLINA A. La Competencia Profesional en el Ingeniero del Nuevo Milenio.

Revista Facultad de Ingeniería, núm. 8, pp. 65-71, Universidad de Tarapacá. Chile. 2000.

- ¹⁰ CARABALLO C. La andrología en la educación superior en el marco de las tecnologías de la información y la comunicación. Tesis doctoral. Universidad de los Andes. Mérida. Venezuela. 2011.
- ¹¹ ZÚÑIGA L. El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo. Tomado de Relime vol.10 no.1 versión On-line ISSN 2007-6819 versión impresa ISSN 1665-2436. México; 2007.
- ¹² MORENO M. El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros. En A. Maz, B. Gómez & M. Torralba (Eds.), IX Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (pp. 81–96). Córdoba, España: Universidad de Córdoba; 2005.
- ¹³ CAMARENA P. Especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica. México: ESIME– IPN. 1990.
- ¹⁴ Departamento Docente de Matemática de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informática. Programa analítico de la asignatura Matemática I. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas; 2016.
- ¹⁵ RODRÍGUEZ G. El Aprendizaje de la Matemática en el nivel Superior. Tesis Doctoral. Universidad de Madrid: Coruña 2009.
- ¹⁶ CAMARENA P. Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería (Reporte técnico de investigación). México: ESIME–IPN; 2000.
- ¹⁷ RUBIO, I. Modelo para la gestión del proceso de desarrollo de habilidades de estudio, con enfoque profesional, en la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Ciencias Exactas. Pinar del Río. Tesis (en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas). 2005.
- ¹⁸ PEDROSO Y. Modelo didáctico del proceso de desarrollo de habilidades de estudio en la disciplina Fundamentos de la Matemática Escolar. Pinar del Río. Tesis (en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas) 2011.
- ¹⁹ INCIARTE A y CANQUIZ L. Una concepción de formación profesional integral. Revista de Artes y Humanidades UNICA. Volumen 10 N° 2. Universidad Católica Cecilio Acosta 2009,

- ²⁰ CONCEPCIÓN T, ROJAS I, SANDOVAL R M. Tendencias en la formación profesional universitaria en educación. Perfiles Educativos, núm. 71, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación. México. 1996.
- ²¹ ALMEYDA A. Programa de orientación profesional para estudiantes de nuevo ingreso a la carrera de psicología. Revista científica y profesional de la Asociación Latinoamericana para la Formación y la Enseñanza de la Psicología – ALFEPSI. Volumen 2. Número 6. 2014. ISSN: 2007-5588 Facultad de Psicología de la Universidad de la Habana. Cuba. 2014.
- ²¹ GONZÁLEZ V. La orientación profesional y curriculum universitario. Una estrategia educativa para el desarrollo profesional responsable. Barcelona: Laertes; 2004.
- ²² GONZÁLEZ V. ¿Qué significa ser un profesional competente? Reflexiones desde una perspectiva psicológica. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. XXII (1), pp. 45-53; 2002.
- ²³ DEL PINO J.; RECAREY F. La orientación educacional y la facilitación del desarrollo desde el rol profesional del maestro. Material Básico del curso de orientación profesional de la maestría en Psicología Educativa. Facultad de Psicología de la Universidad de La Habana. s/f.
- ²⁴ FUENTES M T La orientación profesional para elegir fundamentadamente una ocupación: Propuesta alternativa. Revista Mexicana de Psicología, vol. 27, Sociedad Mexicana de Psicología A.C. México. 2010.
- ²⁵ COLECTIVO DE AUTORES. Grupo Comunicar. Materiales multimedia para la orientación profesional Comunicar, núm. 19, España. 2002.
- ²⁶ TORRES M. Metodología para definir funciones profesionales. Revista Cubana de Salud Pública, vol. 34, núm. 4. La Habana, Cuba 2008.
- ²⁷ GÓMEZ JV. La modelización matemática como herramienta para la enseñanza aprendizaje de las matemáticas. En <http://hdl.handle.net/2117/2305>. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España; 2008.
- ²⁸ GUTIÉRREZ O., Jahir A.; ASPRILLA M, Elimeleth; GUTIÉRREZ L, José M. Emprendimiento e investigación en la escala de la formación profesional y la innovación empresarial en Colombia. Revista Escuela de Administración de

- Negocios, núm. 76, Bogotá, Colombia 2014.
29. MARX C. El Capital. T. I y II. La Habana, Cuba: Editorial Nacional de Cuba; 1970.
 30. CAPOTE, M. Dimensiones e indicadores para un aprendizaje y una enseñanza desarrolladora. Revista Científico Pedagógica Mendive, 2013.
 31. VIGOTSKI LS (Trad. por Ruiz L). Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. La Habana, Cuba: Científico Técnica; 1987.
 32. MORA A. Estrategia didáctica de formación docente para la enseñanza de la matemática en la escuela básica venezolana. Venezuela. 2005.
 33. ZILBERSTEIN J. Reflexiones acerca de la necesidad de establecer principios didácticos para un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador. Enseñanza y aprendizaje desarrollador. México: CEIDE. 2000.
 34. ZILBERSTEIN J., & SILVESTRE M. Hacia una didáctica desarrolladora. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 2002.
 35. CASTELLANOS D., CASTELLANOS B., LLIVINA M. J., SILVERIO M., & GARCÍA C. Aprender y enseñar en la escuela: una concepción desarrolladora. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 2002.
 36. REINOSO, C. El proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador y la comunicación interpersonal en el trabajo en colaboración. En Nociones de sociología, psicología y pedagogía (pp. 178-184). Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 2002.
 37. GALEPRIN P. Y. Introducción a la psicología. La Habana: Pueblo y Educación. 1982.
 38. MONTEALEGRE. La actividad humana en la Psicología Histórico-Cultural. Psicología Latinoamericana, 23, 33-42. 2005.
 39. LEONTIEV A. N. Artículo de introducción sobre la labor creadora de Vigotsky. Obras escogidas de Vigotsky (Vol. 1). Madrid, España: Visor. 1997.
 40. COLECTIVO DE AUTORES. Preparación pedagógica integral para docentes integrales. La Habana: Félix Varela. 2006.
 41. COLLAZO R. Una concepción teórico-metodológica para la producción de cursos a distancia basados en el uso de las Tecnologías de la Información y

- las Comunicaciones. Tesis en opción al grado científico en Doctor en Ciencias de la Educación, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría, La Habana, Cuba. 2004.
- ⁴² ADDINE, F., González, A. M., y RECAREY, S. Principios para la dirección del proceso pedagógico. *Pedagogía* (pp. 80-102). La Habana: Cuba. 2006.
- ⁴³ TALÍZINA N. Conferencias sobre “Los Fundamentos de la Enseñanza en la Educación Superior”. Universidad de la Habana. Cuba, 1984.
- ⁴⁴ ADDINE F. *Didáctica: teoría y práctica*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación; 2008.
- ⁴⁵ ADDINE F. *La didáctica general y su enseñanza en la Educación Superior Pedagógica. Aportes e impacto*. [Compendio en opción al grado científico de Doctor en Ciencias]. La Habana, Cuba; 2011.
- ⁴⁶ ÁLVAREZ C. *La Escuela en la vida*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela; 2002.
- ⁴⁷ CHÁVEZ J. *Acercamiento necesario a la Pedagogía General*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación; 2005.
- ⁴⁸ CASTELLANOS D, CASTELLANOS B, LLIVINA MJ, SILVERIO M. *Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador*. La Habana, Cuba: Colección Proyectos. Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona; 2001.
- ⁴⁹ BURGUET I. *Estrategia de superación centrada en la consultoría para el desarrollo de la competencia pedagógica del docente de la universidad de las ciencias informáticas*. [Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógica]. La Habana, Cuba: Universidad de ciencias pedagógicas “Enrique José Varona”. 2015; Pp 85-86.
- ⁵⁰ VALCÁRCEL N, CORZO E. *Aproximación evaluación de competencias profesionales: ¿criterios o normas?* *Revista Experiencias pedagógicas e innovación* 2013, Número 3, sep-dic. 2013. UEPSE, Ecuador. 2013.
- ⁵¹ VALLE A. *Metamodelos de la investigación pedagógica*. La Habana, Cuba: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas; 2007. p 99.
- ⁵² RAMÍREZ N, MARIMÓN J, GUELMES E, RODRÍGUEZ M, RODRÍGUEZ A, LORENCES J. *Los resultados científicos como aportes de la investigación*

- educativa. La Habana, Cuba: Universidad de Ciencias Pedagógica “Félix Varela”; 2013. p43.
53. FONDEN J C. Una estrategia didáctica interdisciplinaria para el proceso de enseñanza - aprendizaje de la computación de los bachilleres técnicos en la especialidad de informática. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana, 2006.
 54. CÁRDENAS W. Estrategias Didácticas de aprendizaje en Matemáticas. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Humanas. Especialización en Docencia Universitaria. Bogotá, Colombia. 2017.
 55. RODRÍGUEZ, A., y Rodríguez, M. A. La estrategia como resultado científico de la investigación educativa. En N. de Armas, & A. Valle, Resultados científicos en la investigación educativa. Editorial Pueblo y Educación. La Habana: Cuba. 2011.
 56. VALIENTE R. Estrategia didáctica desarrolladora para contribuir a la independencia cognoscitiva de los estudiantes de primer año desde el Proceso de Enseñanza– Aprendizaje de la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Tesis de Maestría. La Habana. 2015.
 57. FONDEN J. C. Una estrategia didáctica interdisciplinaria para el proceso de enseñanza - aprendizaje de la computación de los bachilleres técnicos en la especialidad de informática. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Editorial Universitaria ISBN 978-959-16-0813-0. La Habana. 2008.
 58. GODINO, J. D. Perspectiva de la Didáctica de las Matemáticas como disciplina tecnocientífica. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Revista de Educación. Madrid. España. 2010.
 59. MORA D. Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. Revista de Pedagogía. Caracas. Venezuela. 2003.
 60. CEREZAL J, FIALLO J. ¿Cómo investigar en pedagogía? La Habana. Cuba. Editorial Pueblo y Educación. 2004.
 61. HERNÁNDEZ R, FERNÁNDEZ C, BAPTISTA P. Metodología de la investigación. Sexta edición. Editorial Interamericana. México. 2014.

- ⁶². JAMES S. Cálculo con trascendentes temprana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 2005.
- ⁶³ CLAUSEN T. Teaching Maths to Pupils with Different Learning Styles. PCP. Paul Chapman Publishing London: Paris. 2005.
- ⁶⁴ LÓPEZ L, GONZÁLEZ V. La técnica de IADOV. Una aplicación para el estudio de satisfacción de los alumnos por las clases de Educación Física. Revista Digital 2002; 8(47). Disponible en:
URL:<http://www.efdeportes.com/efd47/iadov.htm>. (Consultado enero 15, 2018).

ANEXOS

Lista de anexos

1. Visión horizontal de la investigación.
2. Matriz de la entrevista grupal.
3. Cuestionario a expertos.
4. Procesamiento de los criterios de expertos mediante el método Delphi.
5. Ejemplos de problemas informáticos propuestos en el folleto.
6. Pruebas no paramétricas.
7. Instrumento y resultados del Test de satisfacción de ladov

Anexo 1. Visión horizontal de la tesis

Capítulo I. La enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la carrera de ingeniería en ciencias informáticas					
Pregunta científica 1: ¿Qué fundamentos teóricos sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real?					
Tarea investigativa 1		Epígrafes		Métodos	
Sistematización de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial de funciones reales de una variable real.		1.1	El cálculo diferencial en la formación del ingeniero en ciencias informáticas.	Métodos teóricos – Histórico-lógico	Métodos empíricos – Análisis documental
Pregunta científica 2: ¿Cuál es el estado actual del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias informáticas?					
Tarea investigativa 2		Epígrafes		Métodos	
Caracterización del estado actual del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.		1.2	Caracterización actual del proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.	Métodos empíricos – Observación participante – Entrevista a los estudiantes – Análisis documental	Estadística descriptiva: cálculo porcentual y medidas de tendencia central (moda y mediana)
		1.3	Inventario de problemas identificados en el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.		

Capítulo II. Estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la facultad introductoria de ciencias informáticas. Constatación práctica.

Pregunta científica 3: ¿Cuáles son los componentes de una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas?

Tarea investigativa 3	Epígrafes		Métodos teóricos
Elaboración de una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.	2.1	Referentes teóricos que sustentan la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.	<ul style="list-style-type: none"> – Histórico-lógico – Análisis-síntesis – Inducción y deducción – Enfoque sistémico
	2.2	Descripción de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.	

Pregunta científica 4: ¿Qué resultados se obtienen con la aplicación de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas?

Tarea investigativa 4	Epígrafes		Métodos	
Valoración de los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.	2.3	Constatación práctica de la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas.	Métodos empíricos <ul style="list-style-type: none"> – Consulta a expertos – Test de satisfacción – Pre-experimento 	Métodos estadísticos <ul style="list-style-type: none"> – Método Delphi – Técnica de ladov – Estadística inferencial: prueba no paramétricas

Anexo 2. Matriz de la entrevista grupal

Estimados estudiantes:

Con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Matemática 1, si ustedes lo permiten, se realiza esta entrevista grupal para que transmita sus criterios acerca de las principales inquietudes que identifican con respecto a su aprendizaje en la asignatura. De antemano se agradece su colaboración.

- 1- Consideran ustedes que es necesario recibir la asignatura de matemática 1 en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.
- 2- ¿Cuánto aportan los contenidos de la matemática al desarrollo de las habilidades del ingeniero en ciencias informáticas?
- 3- Ordene (1 como la más importante y 7 como la menos) las asignaturas según su apreciación de la importancia que tienen en la formación del ingeniero en ciencias informáticas

importancia	Asignatura
	Introducción a la Programación
	Introducción a las Ciencias informáticas
	Matemática Discreta 1
	Álgebra Lineal
	Matemática 1
	Defensa Nacional
	Educación Física 1

Anexo 3. Cuestionario a expertos

Estimado experto (a), usted se seleccionó para colaborar en su calidad de experto, mediante la presente encuesta, que forma parte de una investigación que está dirigida al mejoramiento del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial en la Facultad Introdutoria en Ciencias Informáticas.

Le agradecemos de antemano por su colaboración. Confiados de que sus valoraciones acerca de los temas que sometemos a su consideración serán de gran ayuda en la presente investigación.

I-Datos generales del encuestado:

- Asignatura que imparte _____
- Categoría docente y/o investigativa _____
- Categoría o grado científico _____
- Años de experiencia _____

El objetivo de la presente encuesta consiste en que usted evalúe, luego de analizar el material que se adjunta, cada uno de los indicadores que se le presentan en la tabla de la sección II. Marque con una cruz en la casilla que corresponde, tenga en cuenta para ello el siguiente código de categorías de clasificación:

- bastante adecuado (5)
- adecuado (4)
- medianamente adecuado (3)
- poco adecuado (2)
- inadecuado (1)

b) Evalúe la influencia de las siguientes fuentes de argumentación en los criterios valorativos aportados por usted:

Fuentes de argumentación	Grado de influencia		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Su propia experiencia			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

Gracias por su colaboración

Anexo 4. Procesamiento de los criterios de expertos mediante el método Delphi.

Tabla. Coeficiente de competencia de los expertos (K)

Coeficiente de competencia	Alto	Medio	Bajo
	$0.8 < K_c \leq 1$	$0.5 < K_c \leq 0.8$	$K_c \leq 0.5$
Coeficiente de conocimiento de los expertos (Kc)	20	0	0
Coeficiente de argumentación (Ka)	14	6	0
Nivel de competencia por experto ($K = \frac{1}{2} (K_a + K_c)$)	18	2	0

Tabla. Frecuencias relativas

No.	INDICADOR	BA	A	MA	PA	I
1	Cómo evalúa la fundamentación teórica para la elaboración de la estrategia didáctica	10	9	1	0	0
2	Cómo evalúa el objetivo de la estrategia	17	3	0	0	0
3	Cómo evalúa la coherencia entre las etapas de la estrategia didáctica propuesta	12	8	0	0	0
4	Cómo evalúa el sistema de acciones de las etapas de la estrategia didáctica propuesta	11	9	0	0	0
5	Cómo evalúa las relaciones esenciales que se identifican entre los conocimientos y el objeto de la profesión	15	5	0	0	0
6	Cómo evalúa la aplicabilidad de la estrategia	5	15	0	0	0
7	Cómo evalúa la contribución a la formación del profesional	7	13	0	0	0

Leyenda: bastante adecuado (BA), adecuado (A), medianamente adecuado (MA), poco adecuado (PA), inadecuado (I)

Tabla de frecuencias acumuladas

Indicadores	BA	A	MA	PA	I
1	10	19	20	20	20
2	17	20	20	20	20
3	12	20	20	20	20
4	11	20	20	20	20
5	15	20	20	20	20
6	5	20	20	20	20
7	7	20	20	20	20

Tabla de frecuencias relativas acumulativas

Indicadores	BA	A
1	0,5	0,95
2	0,85	1
3	0,6	1
4	0,55	1
5	0,75	1
6	0,25	1
7	0,35	1

Tabla de valores correspondientes con la tabla normal

Indicadores	BA	A	Suma	Promedio	N-P
1	0,00	1,64	1,64	0,41	0,26
2	1,04	3,49	4,53	1,13	-0,46
3	0,25	3,49	3,74	0,94	-0,26
4	0,13	3,49	3,62	0,90	-0,23
5	0,67	3,49	4,16	1,04	-0,37
6	-0,67	3,49	2,82	0,70	-0,03
7	-0,39	3,49	3,10	0,78	-0,10
			23,61		

N= 0,6908

Puntos de cortes:



Figura. Representación de la recta de los puntos de corte

Tabla. Conclusiones del criterio de expertos según los puntos de corte

Indicadores	N-P	Categoría
1	0,264	Muy Adecuado
2	-0,457	Muy Adecuado
3	-0,261	Muy Adecuado
4	-0,229	Muy Adecuado
5	-0,366	Muy Adecuado
6	-0,029	Muy Adecuado
7	-0,101	Muy Adecuado

Anexo 5. Ejemplo de problemas informáticos utilizados en el folleto “Cálculo diferencial para ingenieros en ciencias informáticas”

EJEMPLO 1. Interpretación de gráfica de una función y su derivada

Un estudiante de primer año de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas se dispone a realizar la implementación de una aplicación android para graficar funciones sencillas que se aplicarán en los contenidos trabajados en el aula, para validar la misma utiliza la función $f(x) = x^3 - x$, y su derivada, al mostrar los resultados de dichas gráficas en pantalla muestra lo siguiente (ver figura 4.5)

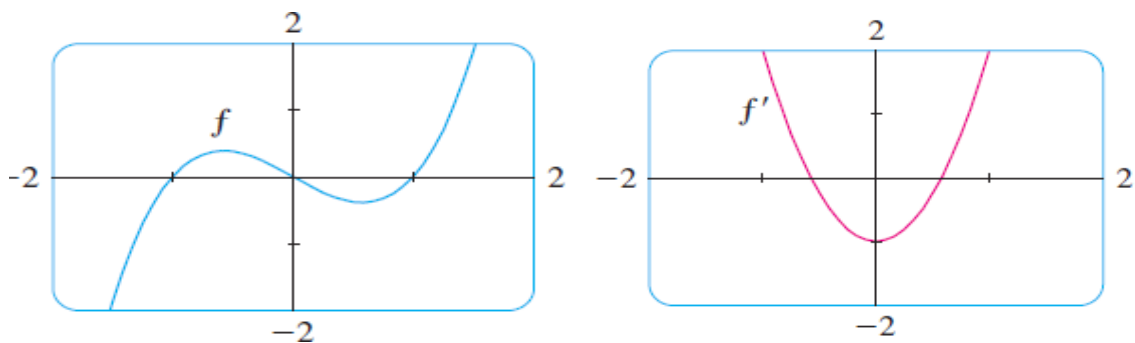


Figura 3. Información visual obtenida sobre $f(x)$ y $f'(x)$.

¿Cómo comprobar si el resultado obtenido es válido?

Esta comprobación se puede realizar de dos maneras: obteniendo analíticamente $f'(x)$ a partir de $f(x)$ o realizando la interpretación de las gráficas obtenidas.

Cuando se usa la ecuación

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

para calcular una derivada, hay que recordar que la variable es h y que x se considera temporalmente como una constante durante el cálculo del límite.

$$\begin{aligned}
f'(x) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{[(x+h)^3 - (x+h)] - [x^3 - x]}{h} \\
&= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{x^3 + 3x^2h + 3xh^2 + h^3 - x - h - x^3 + x}{h} \\
&= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{3x^2h + 3xh^2 + h^3 - h}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} (3x^2 + 3xh + h^2 - 1) = 3x^2 - 1
\end{aligned}$$

$f(x) = 3x^2 - 1$ es la ecuación de la parábola que se puede observar en la segunda gráfica de la figura 3.

Se puede observar de igual manera, solo observando las gráficas que $f'(x) = 0$ cuando f tiene tangentes horizontales y que $f'(x)$ es positiva cuando las tangentes tienen pendientes positivas. De modo que este análisis puede también servir como comprobación del correcto desempeño del software desarrollado.

EJEMPLO 2. Informática médica como razón de cambio.

Cuando se considera el flujo de sangre por un vaso sanguíneo, como una vena o una arteria, este vaso puede tomar la forma de un tubo cilíndrico con radio R y longitud l como se ilustra en la figura 4.

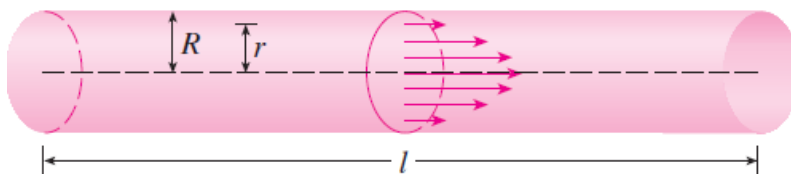


Figura 4. Flujo de sangre por una arteria.

Debido a la fricción en las paredes del tubo, la velocidad v de la sangre es máxima a lo largo del eje central del propio tubo y decrece conforme aumenta la distancia r al eje, hasta que v se vuelve 0 en la pared. La relación entre v y r está dada por la ley del flujo laminar descubierta por el físico francés Jean-Louis-Marie Poiseuille en 1840. En ésta se afirma que

$$v = \frac{P}{4\eta l} (R^2 - r^2)$$

Donde η es la viscosidad de la sangre y P es la diferencia en la presión entre los extremos del tubo. Si P y l son constantes, entonces v es función de r , con dominio $[0, R]$.

La razón de cambio promedio de la velocidad, al moverse desde $r = r_1$ hacia afuera hasta $r = r_2$, está dada por

$$\frac{\Delta v}{\Delta r} = \frac{v(r_2) - v(r_1)}{r_2 - r_1}$$

y si se hace que $\Delta r \rightarrow 0$, se obtiene el gradiente de velocidad; es decir, la razón de cambio instantánea de la velocidad respecto a r :

$$\frac{dv}{dr} = \frac{P}{4\eta l} (0 - 2r) = -\frac{Pr}{2\eta l}$$

En el Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas se desarrolla el PACS de imágenes médicas, el cual cuenta con una funcionalidad que se utiliza para determinar a partir del procesamiento de imágenes la velocidad posible de la sangre en las arterias para utilizarlas en posibles diagnósticos de deficiencias cardiovasculares.

Para una de las arterias humanas más pequeñas, puede tomar $\eta = 0.027$, $R = 0.008$ cm, $l = 2$ cm y $P = 4\,000$ dinas/cm², lo cual permite que el sistema muestre:

$$\begin{aligned} v &= \frac{4\,000}{4(0.027)^2} (0.000064 - r^2) \\ &\approx 1.85 \times 10^4 (6.4 \times 10^{-5} - r^2) \end{aligned}$$

En $r = 0.002$ cm la sangre fluye a una rapidez de

$$v(0.002) \approx 1.85 \times 10^4(64 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-6})$$

$$= 1.11 \text{ cm/s}$$

y el gradiente de velocidad en ese punto es

$$\left. \frac{dv}{dr} \right|_{r=0.002} = -\frac{4000(0.002)}{2(0.027)^2} \approx -74(\text{cm/s})/\text{cm}$$

La interpretación que el software hace de estos datos pretende entender que el radio de la arteria es de 80 μm . La velocidad en el eje central es de 11 850 $\mu\text{m/s}$, la cual disminuye hasta 11 110 $\mu\text{m/s}$ a una distancia de $r = 20 \mu\text{m}$. El hecho de que $dv/dr = -74 (\mu\text{m/s})/\mu\text{m}$

Significa que cuando $r = 20 \mu\text{m}$, la velocidad disminuye en una cantidad de casi 74 $\mu\text{m/s}$ por cada micrómetro que se aleja del centro.

EJEMPLO 3. Informática aplicada a la economía como razón de cambio.

La empresa cubana DESOFT se encuentra desarrollando un sistema de gestión de ventas, este sistema realiza el análisis de demanda, el ingreso, el costo y la utilidad marginal, para estas es necesario implementar funcionalidades que se basan en las derivadas de las funciones de demanda, ingreso, costo y utilidad.

Realizaremos a continuación el análisis del costo marginal como ejemplo del proceder integrado del cálculo diferencial y la informática en este sistema.

Se supone que $C(x)$ es el costo total en que se incurre al producir x unidades de cierto artículo. La función C se llama función de costo. Si el número de artículos producidos se incrementa desde x_1 hasta x_2 , entonces el costo adicional es $\Delta C = C(x_2) - C(x_1)$, y la razón de cambio promedio del costo es

$$\frac{\Delta C}{\Delta x} = \frac{C(x_2) - C(x_1)}{x_2 - x_1} = \frac{C(x_1 + \Delta x) - C(x_1)}{\Delta x}$$

El límite de esta cantidad conforme $\Delta x \rightarrow 0$, es decir, la razón de cambio instantánea del costo los economistas le llaman costo marginal respecto al número de artículos producidos:

$$\text{costo marginal} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta C}{\Delta x} = \frac{dC}{dx}$$

Si se toma entonces $\Delta x = 1$ y n grande (de modo que Δx sea pequeño en comparación con n), se tiene que

$$C'(n) \approx C(n + 1) - C(n)$$

Así, el costo marginal de producir n unidades es aproximadamente igual al costo de elaborar una unidad más [la $(n + 1)$ -ésima unidad].

A menudo resulta apropiado representar con un polinomio una función de costo total

$$C(x) = a + bx + cx^2 + dx^3$$

Donde a representa el costo de los gastos generales (alquiler, calefacción, mantenimiento) y los demás términos representan el costo de las materias primas, la mano de obra y demás. (El costo de las materias primas puede ser proporcional a x , pero los costos de la mano de obra podrían depender en parte de potencias mayores de x , debido a los costos del tiempo extra y a las faltas de eficiencia relacionadas con las operaciones a gran escala.)

EJEMPLO 4. Aproximaciones lineales.

Una buena manera de programar una librería matemática para un sistema de

cómputo en la cual se necesite encontrar raíces cuadradas es encontrar la linealización de una función raíz cuadrada construida a partir de una raíz exacta como puede ser $\sqrt{4}=2$. Esto se ilustra al encontrar la linealización de la función

$$f(x) = \sqrt{x + 3}$$

en $a = 1$ y utilizara para obtener una aproximación de los números $\sqrt{3.98}$ y $\sqrt{4.05}$.

¿Estas aproximaciones son sobreestimaciones o subestimaciones?

La derivada de

$$f(x) = (x + 3)^{1/2} \text{ es}$$

$$f'(x) = \frac{1}{2}(x + 3)^{-1/2} = \frac{1}{2\sqrt{x + 3}}$$

y se tiene que $f(1) = 2$ y $f'(1) = 1/4$. Si se ponen estos valores en la ecuación de linealización, esto es:

$$L(x) = f(1) + f'(1)(x - 1) = 2 + \frac{1}{4}(x - 1) = \frac{7}{4} + \frac{x}{4}$$

La aproximación lineal correspondiente es

$$\sqrt{x + 3} \approx \frac{7}{4} + \frac{x}{4}$$

Aplicando esta aproximación al problema planteado se tiene que

$$\sqrt{3.98} \approx \frac{7}{4} + \frac{0.98}{4} = 1.995 \quad \text{y} \quad \sqrt{4.05} \approx \frac{7}{4} + \frac{1.05}{4} = 2.0125$$

En la figura 5 se ilustra la aproximación lineal. En efecto, la recta tangente es una buena aproximación a la función dada cuando x está cerca de 1. También se ve que las aproximaciones son sobreestimaciones porque la recta tangente se encuentra por arriba de la curva.

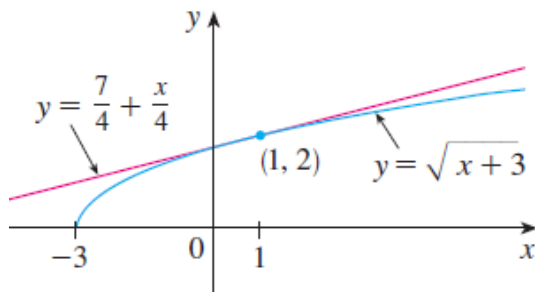


Figura 5. Aproximación lineal.

Por supuesto, una calculadora podría dar aproximaciones para $\sqrt{3.98}$ y $\sqrt{4.05}$, pero la aproximación lineal da una aproximación sobre todo un intervalo.

EJEMPLO 5. Diferencial

El software XAVIA PACS desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas, se encarga de la visualización, transmisión y almacenamiento de imágenes médicas. (Ver figura 6)

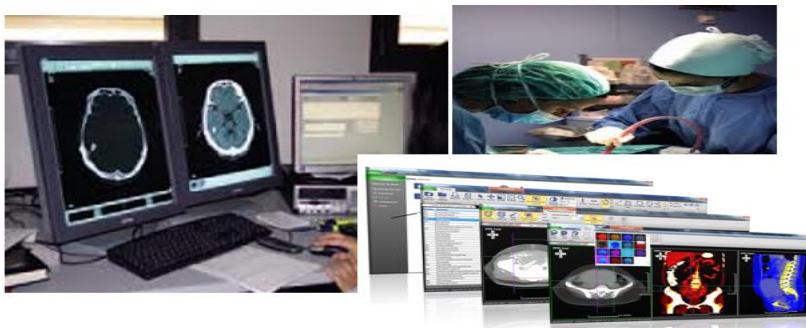


Figura 6 Informática Médica XAVIA PACS.

Dicho software presenta funcionalidades que permiten a los especialistas diagnosticar basándose en resultados obtenidos teniendo en cuenta el diferencial de funciones.

Las arterias coronarias irrigan de sangre al corazón. Las obstrucciones de estas arterias por placas de colesterol o calcio, son la causa más importante de fallecimiento por problemas del corazón. El tronco coronario izquierdo tiene un diámetro aproximado de 5mm.

En un estudio realizado a un paciente fumador de 55 años e hipertenso, se midió una sección de interés de dicho tronco (forma cilíndrica), resultando tener un diámetro de 3 mm y una longitud de 2 mm.

Seis meses después se le repitió el estudio y el diámetro de la misma porción ahora fue de 2.8 mm.

¿Cómo programar el software para determinar cuánto disminuyó el volumen de sangre que puede contener dicha porción de arteria? (Ver figura 7)

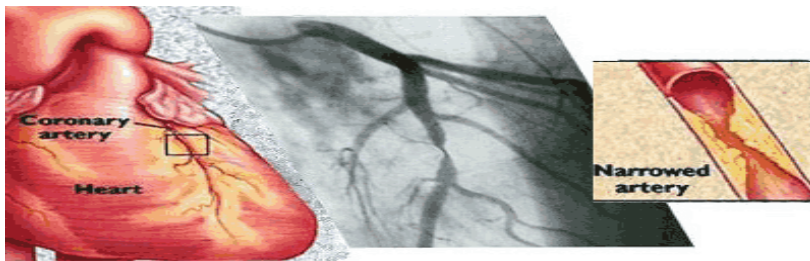


Figura 7. Arteria coronaria calcificada.

Diámetro normal es de 5.0mm

Diámetro inicial es de 3.0mm

Diámetro 6 meses después es de 2.8mm

La longitud de la muestra es de 2.0 mm

$$V \text{ muestra} = \pi r^2 \text{ Longitud}$$

$$dV = V'(r)dr$$

$$dv = 2 \pi r \text{ Longitud } dr$$

$$dv = 2 * \pi * 3 * 0.2$$

$$dv = 1.2 \pi$$

EJEMPLO 6. Optimización.

El satélite VENESAT-1 (Simón Bolívar) es el primer satélite artificial propiedad del estado venezolano lanzado desde China el 29 de octubre de 2008. Es

administrado por el Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y Tecnología a través de la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE) de Venezuela. Un modelo para la velocidad del transbordador portador del satélite durante esta misión, desde el lanzamiento en $t = 0$ hasta que los cohetes auxiliares de combustible sólido se desprenden en $t = 126$ s, está dado por

$$v(t) = 0.001302t^3 - 0.09029t^2 + 23.61t - 3.083$$

(en pies por segundo). Con este modelo, se desea estimar los valores máximo y mínimo absolutos de la aceleración del transbordador entre el despegue y el desprendimiento de los cohetes auxiliares.

De la función velocidad dada no es de la que se necesita hallar los valores extremos, sino de la función aceleración. Así que primero se tiene que derivar para encontrar la aceleración:

$$\begin{aligned} a(t) = v'(t) &= \frac{d}{dt} (0.001302t^3 - 0.09029t^2 + 23.61t - 3.083) \\ &= 0.003906t^2 - 0.18058t + 23.61 \end{aligned}$$

Ahora aplicando el método del intervalo cerrado a la función continua a en el intervalo $0 \leq t \leq 126$. Su derivada es $a'(t) = 0.007812t - 0.18058$

El único número crítico ocurre cuando $a'(t) = 0$: $t_1 = \frac{0.18058}{0.007812} \approx 23.12$

Evaluando $a(t)$ en el número crítico y en los puntos extremos del intervalo, se tiene $a(0) = 23.61$ $a(t_1) \approx 21.52$ $a(126) \approx 62.87$

Así que la aceleración máxima es aproximadamente 62.87 pies/s², y la aceleración mínima es aproximadamente 21.52 pies/s².

Anexo 6. Pruebas no paramétricas

Resultados de la Prueba de Kolmogorov- Smirnov para dos muestras independientes

Para comprobar la eficacia de la estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial se diseña un pre-experimento de dos grupos de estudiantes equivalentes en rendimiento académico con un diseño con prueba de control final. Se analizó del instrumento de la evaluación final las habilidades relacionadas con el tema, se califica por categorías y los resultados son:

Tabla. Frecuencias observadas

GRUPOS	HABILIDAD	E	B	R	M	total
experimental (FI08)	MODELADO	1	7	8	8	24
	APLIACION DEL CD	3	6	6	9	24
	RESULTADO FINAL	3	5	8	8	24
control (FI07)	MODELADO	1	1	2	13	17
	APLIACION DEL CD	0	2	1	14	17
	RESULTADO FINAL	1	1	1	14	17

Se definen como hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial no contribuye a mejorar los resultados en el aprendizaje del tema.

Hipótesis alternativa (H_a): la estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial contribuye a mejorar los resultados en el aprendizaje del tema.

Con un nivel de significación: $\alpha=0,05$ ó $\alpha=0,01$ (confiabilidad del 95% o del 99%)

Para determinar la región de aceptación o rechazo, como se tienen dos muestras independientes con más de 5 elementos, se compara con la distribución teórica

chi-cuadrado. En este caso con los grados de libertad (gl=2) y con el nivel de significación $\alpha=0,05$ de donde se obtiene en la tabla que: $X^2_{teórico}= 5,99$

El estadígrafo que corresponde es: $\chi^2 = 4D_{MAX}^2 \frac{N_1 \times N_2}{N_1 + N_2}$

Tabla. Frecuencias acumuladas

GRUPOS	HABILIDAD	E	B	R	M	total
experimental (FI08)	MODELADO	1	8	16	24	24
	APLIACION DEL CD	3	9	15	24	24
	RESULTADO FINAL	3	8	16	24	24
control (FI07)	MODELADO	1	2	4	17	17
	APLIACION DEL CD	0	2	3	17	17
	RESULTADO FINAL	1	2	3	17	17

Tabla. Frecuencias relativas acumuladas

GRUPOS	HABILIDAD	E	B	R	M	total
experimental (FI08)	MODELADO	0,04	0,33	0,66	1,00	24
	APLIACION DEL CD	0,13	0,38	0,63	1,00	24
	RESULTADO FINAL	0,13	0,33	0,66	1,00	24
control (FI07)	MODELADO	0,05	0,11	0,24	1,00	17
	APLIACION DEL CD	0,00	0,11	0,18	1,00	17
	RESULTADO FINAL	0,05	0,11	0,18	1,00	17

Tabla. Diferencias absolutas entre frecuencias relativas acumuladas

	HABILIDAD	E	B	R	M
experimental (FI08)	MODELADO	0,04	0,33	0,66	1,00
Control (FI07)	MODELADO	0,05	0,11	0,24	1,00
Diferencia absoluta		0,01	0,22	0,42	0,00
	HABILIDAD	E	B	R	M
experimental (FI08)	APLIACION DEL CD	0,13	0,38	0,63	1,00
Control (FI07)	APLIACION DEL CD	0,00	0,11	0,18	1,00
Diferencia absoluta		0,13	0,27	0,45	0,00
	HABILIDAD	E	B	R	M
experimental (FI08)	RESULTADO FINAL	0,13	0,33	0,66	1,00
Control (FI07)	RESULTADO FINAL	0,05	0,11	0,18	1,00
Diferencia absoluta		0,08	0,27	0,48	0,00

Tabla. Resultados finales

HABILIDAD	$D_{m\acute{a}xima}$	$X^2_{calculado}$	$X^2_{te\acute{o}rico}$	Conclusi3n
MODELADO	0,42	7,02	5,99	$X^2_{calculado} > X^2_{te\acute{o}rico}$
APLIACION DEL CD	0,45	8,06	5,99	
RESULTADO FINAL	0,48	9,17	5,99	

Tanto en las habilidades como en el resultado final de la pregunta correspondiente al tema del c\`alculo diferencial se cumple que $X^2_{calculado} > X^2_{te\acute{o}rico}$, entonces se puede rechazar la hip3tesis nula y afirmar que la estrategia did\`actica para para el aprendizaje del c\`alculo diferencial contribuye a mejorar los resultados en el aprendizaje del tema.

Resultados de la Prueba de los signos

Para la valoraci3n de acciones interventivas en el grupo de estudiantes que particip3 en el pre-experimento, a partir de determinar la significaci3n en el cambio de los niveles de su aprendizaje en el c\`alculo diferencial una vez que le fue ense\`nado con enfoque profesional.

Se definen las hip3tesis de partida:

Hip3tesis nula (H_0): la estrategia did\`actica para la ense\`nanza aprendizaje del c\`alculo diferencial con enfoque profesional no contribuye a mejorar la orientaci3n profesional de los estudiantes.

Hip3tesis alternativa (H_a): la estrategia did\`actica para la ense\`nanza aprendizaje del c\`alculo diferencial con enfoque profesional contribuye a mejorar la orientaci3n profesional de los estudiantes.

Se define como nivel de significaci3n: $\alpha=0,05$ 3 $\alpha=0,01$ (confiabilidad del 95% o del

99%) y como criterio de decisión: para todo valor de probabilidad $\alpha \leq 0,05$, se acepta H_0 . Donde el valor crítico de $Z_{\text{teórico}}$, según la tabla es de 1,96. El estadígrafo:

$$Z_c = \frac{(X \pm 0,5) - n/2}{1/2 \sqrt{n}}$$

Tabla. Datos para la prueba de los signos

Frecuencias		Número
Diagnóstico inicial- diagnóstico final	Diferencias negativas	0
	Diferencias positivas	23
Grupo experimental (FI08)	Empates	1
	Total de cambios	23

$n=23$, $X=23$ y $X > n/2$, por tanto se asume: $X - 0,5$, entonces: $Z_{\text{calculado}} \approx 4,60$.

Como $Z_{\text{calculado}} > Z_{\text{teórico}}$, se rechaza H_0 y se infiere que la estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional contribuye a mejorar la orientación profesional de los estudiantes de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, con un nivel de confiabilidad mayor de 95%.

Anexo 7. Instrumento y resultados del Test de satisfacción de ladov

Cuestionario

Querido estudiante al contestar esta encuesta usted podrá dar a conocer el grado de satisfacción con que percibe el aprendizaje del cálculo diferencial con enfoque profesional, gracias de antemano por su colaboración.

1- ¿Considera usted que se favoreció la percepción de la importancia del cálculo diferencial en su formación como futuro ingeniero en ciencias informáticas?

Si___ No sé___ No___

2- Con respecto a la impartición del cálculo diferencial con enfoque profesional ¿Cuáles necesidades siente que aún debe satisfacer?

3- Mencione tres aspectos que considere del proceso enseñanza aprendizaje de cálculo diferencial con enfoque profesional a partir del sistema de clases que recibió.

4- ¿Después del sistema de clases que recibió del tema cálculo diferencial puede evaluar de adecuada la comprensión de los conceptos y teoremas para su profesión?

Sí___ No sé ___ No___

5- ¿Le satisface el nivel de aprendizaje del cálculo diferencial y su aplicación en las ciencias informáticas? Marque con una cruz

Me satisface mucho	
Más satisfecho que insatisfecho	
Me es indiferente	
Más insatisfecho que satisfecho	
No me satisface	
No sé qué decir	

Cuadro lógico de ladov

	1- ¿Considera usted que se favoreció la percepción de la importancia del cálculo diferencial en su formación como futuro ingeniero en ciencias informáticas?								
	No			No sé			Sí		
5- ¿Le satisface el nivel de aprendizaje del cálculo diferencial y su aplicación en las ciencias informáticas?	4-¿Después del sistema de clases que recibió del tema cálculo diferencial puede evaluar de adecuada la comprensión de los conceptos y teoremas para su profesión?								
	Sí	No	No sé	Sí	No	No sé	Sí	No	No sé
Me satisface mucho	22	0	0	24	0	0	22	0	0
Más satisfecho que insatisfecho	2	0	0	0	0	0	2	0	0
Me es indiferente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Más insatisfecho que satisfecho	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No me satisface	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No sé qué decir	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Resultados

. Tabla. Escala de satisfacción

Escala	Total	%
A- Clara satisfacción	22	91.6
B- Más satisfecho que insatisfecho	2	8.4
C- No definida o contradictoria	0	0
D- Más insatisfecho que satisfecho	0	0
E- Clara insatisfacción	0	0
Total de encuestados	24	100%

Para determinar la significación de este índice se empleó la escala que se muestra a continuación:

(+1) Máximo de satisfacción

(+0,5) Más satisfecho que insatisfecho

(0) No definido y contradictorio

(-0,5) Más insatisfecho que satisfecho

(-1) Máxima insatisfacción

Para calcular el índice de satisfacción grupal se empleó la siguiente expresión:

$$ISG=(A (+1) + B (+0,5) + C (0) + D (-0,5) + E (-1))/N$$

Donde N es la cantidad total de encuestados. A, B, C, D y E son el número de recursos laborales, según las categorías de satisfacción personal.