



CENTRO DE ESTUDIOS DE EDUCACIÓN

**Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación
Mención Tecnología Educativa**

Multimedia: ¿Cómo modelar problemas?

Autora: Lic. Ana Ida Vilier Cintra

Guantánamo, 2016



CENTRO DE ESTUDIOS DE EDUCACIÓN

Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación

Mención Tecnología Educativa

Multimedia: ¿Cómo modelar problemas?

Autora: Lic. Ana Ida Vilier Cintra

Tutora: Dr. C. Yolanda Soler Pellicer. Profesor Titular

Guantánamo, 2016

Dedicatoria

A mis hijos, que son la razón de mi existencia.

A mi esposo, por su incondicionalidad.

A toda mi adorada familia, y en especial a mi tía Sara.

Agradecimientos

A mi esposo e hijos, por el tiempo que les privé de mis atenciones, además de su dedicación y entrega absoluta.

A mis profesores, por transmitirme sus conocimientos con suma preparación y responsabilidad.

A mi tutora, por haber confiado en mí, y por su apoyo incondicional en todo el sendero de esta obra.

A todos aquellos amigos que me ayudaron de una forma u otra.

A todos: infinitas gracias.

Síntesis

La modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden, es una habilidad que deben desarrollar los ingenieros informáticos, desde los contenidos de la asignatura Matemática III, de ahí que el objetivo de esta investigación sea: elaborar una multimedia como recurso didáctico, que favorezca las condiciones previas para el modelado de problemas donde se apliquen las ecuaciones diferenciales de primer orden, para los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad de Guantánamo.

Se sistematizan los elementos teóricos y las relaciones esenciales que distinguen el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática III en la carrera de Ingeniería Informática, a partir de la aplicación de varios métodos, técnicas e instrumentos de investigación, los cuales revelaron en el diagnóstico, insuficiencias por parte de los estudiantes del 2do año de esa carrera.

La multimedia “¿Cómo modelar problemas?”, está estructurada por 7 temas, 24 ejercicios, orientaciones metodológicas para su uso, un glosario; todo, relacionados con problemas prácticos tales como: modelos matemáticos, problemas geométricos, de temperatura, poblacionales, sustancias radiactivas, carbono 14, y circuitos eléctricos en serie.

La propuesta fue implementada en la asignatura Matemática III del segundo año de la especialidad de Ingeniería Informática de la Universidad de Guantánamo, donde se evidencian resultados positivos a partir de su implementación práctica.

Abstract

The modelacion applicative problems of the differential equations of the first order, is a skill that the IT engineers must develop, from the contents of the Mathematical subject III, of there that the aim of this investigation is: to elaborate a multimedia as dialectical resource, which favors the previous conditions for the shaped one of problems where there are applied the differential equations of the first order, for the students of the second year of the career of IT Engineering of the University of Guantanamo.

The theoretical elements are systematized and the essential relations that distinguish the process of education learning of the Mathematical subject III in the career of IT Engineering, from the application of several methods, technologies and instruments of investigation, which revealed in the diagnosis, insufficiencies on the part of the students of the second year of this career. The multimedia ¿Since problems shape? this one structured by 7 topics, 24 exercises, methodological orientations for his use, a glossary, all of them, related to such practical problems as: mathematical models, geometric problems, of temperature, populations, radioactive substances, carbon 14, and electrical circuits in series.

The offer was implemented in the Mathematical subject III of the second year of the speciality of IT Engineering of the University of Guantanamo, where positive results are demonstrated from his practical implementation.

Introducción

Lo más difícil al utilizar las matemáticas es traducir los fenómenos de la vida real al lenguaje matemático. Esto está dado en la conversión de hipótesis imprecisas en fórmulas altamente precisas. En el proceso de resolución de un problema, lo más complicado resulta ser la modelación que, según Carnegie, la mejor forma de lograrla, es: practicar, practicar y practicar

La modelación matemática como método que opera en forma práctica o teórica con un objeto, no en forma directa, sino utilizando cierto sistema intermedio, auxiliar, natural o artificial, es justamente el proceso mediante el cual, creamos modelos con vistas a investigar problemas de la realidad. Por el hecho de estar estrechamente vinculada con los problemas de la realidad, la modelación como método de enseñanza ha tenido una gran connotación desde el punto de vista educativo, tanto en la matemática aplicada como en otras ciencias, convirtiéndose en un recurso de enseñanza con mucho potencial para el proceso docente, tanto en las matemáticas aplicadas como en las demás ciencias.

Desde el punto de vista didáctico el modelo posee una gran importancia la que está sustentada en poseer un lenguaje claro, preciso, sin ambigüedades, además de permitir la obtención de resultados que exigen la utilización de recursos computacionales, para calcular sus soluciones numéricas.

Una buena modelación matemática involucra el establecimiento de relaciones entre el mundo real y el mundo matemático además de la habilidad, para moverse entre cada uno de ellos. Cuando se habla del mundo real, se está abordando todo lo que posee relación con la naturaleza, la sociedad o la cultura, involucrando lo concerniente a la vida cotidiana, las diferentes disciplinas curriculares de las matemáticas, el proceso docente universitario, entre otros.

¿Qué se entiende por modelar?

Crear una representación explícita del entendimiento que una persona tiene de una situación, o simplemente de las ideas que se tienen acerca de la misma.

Reproducir de manera simplificada la realidad, para descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades del objeto de estudio.

La habilidad para describir la situación problemática

Utilizar una abstracción que sirva para explicar la realidad.

Elaborar un modelo para interpretar la realidad objetiva y transformarla.

Los modelos matemáticos tratados en esta investigación son sistemas que evolucionan con el tiempo, además de estar supeditados a otras variables y el objetivo de los mismos no es producir una copia exacta del objeto real, sino representar algunas características de este.

en el ámbito de la Educación Superior, el desarrollo de esta sociedad del conocimiento precisa de estructuras organizativas flexibles que posibiliten tanto un amplio acceso social al conocimiento, como una capacitación personal crítica que favorezca la interpretación de la información y la generación del propio conocimiento. A tal fin, se ha hecho necesaria una nueva reconceptualización de la formación académica superior, basada en el aprendizaje del alumno y en el diseño de herramientas metodológicas que favorezcan la adquisición de habilidades y estrategias para la gestión, análisis, evaluación y recuperación de información, tanto electrónica como convencional.

Por otro lado, los modelos no deben estudiarse aislados de los avances de las nuevas tecnologías, por cuanto ellas pueden contribuir al acceso universal de la educación, la igualdad en la instrucción, al ejercicio de la enseñanza, al aprendizaje de calidad y al desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión, dirección y administración más eficientes del sistema educativo. En este sentido, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, se han convertido en una poderosa herramienta cognitiva que promueven a los estudiantes, a la colaboración, integración, motivación, interés, y estimulan el desarrollo de ciertas habilidades intelectuales tales como el razonamiento, la resolución de problemas y la creatividad en el aprendizaje.

El término "herramienta cognitiva" ha sido muy utilizado en la bibliografía educativa, al referirse a los diferentes papeles que podrían asumir las computadoras en los procesos de enseñanza aprendizaje. Véase algunas consideraciones sobre estas. De acuerdo a Jonassen et al., una herramienta cognitiva se refiere a las tecnologías, tangibles o intangibles, que mejoran la potencia cognitiva del ser humano durante el pensamiento, la resolución de problemas y el aprendizaje.

Las herramientas cognitivas representan formalismos que permiten pensar acerca de ideas. Ellas condicionan las formas en que se pueden organizar y representar ideas y, por ello, necesariamente, comprometen diferentes clases de pensamiento (Jonassen et al., 1997). (Lajoie, 1993), señala que la metáfora 'herramienta cognitiva' remite a herramientas que pueden asistir a los estudiantes a realizar tareas cognitivas, cumpliendo ciertas funciones, como por ejemplo: apoyar procesos cognitivos y metacognitivos, permitir a estos comprometerse en actividades que de otra forma estarían fuera de su alcance, facilitarles, generar y testear hipótesis en el contexto de resolución de problemas, etc., funciones que, no son mutuamente excluyentes.

Según la noción de Vygotsky, la herramienta cognitiva apunta a un objeto provisto por el ambiente de aprendizaje que permite al estudiante incorporar nuevos métodos auxiliares, o símbolos, a su actividad de resolver problemas, recursos que, de otro modo, podrían no estar disponibles, y nuestro sistema de educación teniendo en cuenta estos recursos informáticos aspira al uso de esta tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje en las

disciplinas docentes, e investigaciones científicas, claro, para formar un profesional en correspondencia con el desarrollo de la sociedad, no debe olvidarse que el proceso docente debe responder a los intereses sociales.

Considerando las problemáticas específicas del proceso de aprendizaje de los estudiantes, en la asignatura de Matemática III y sabiendo que, desde un punto de vista sociocultural, una de las consecuencias que tiene la inclusión de una nueva herramienta cognitiva en el proceso de comportamiento humano, es la de alterar el curso y las características de los procesos mentales, que entran en la composición del acto, reemplazando algunas funciones por otras, este trabajo incluye algunas reflexiones sobre las ventajas que ofrece el uso de las TIC en la formación matemática de los futuros ingenieros de nuestra universidad., esto será una nueva forma para privilegiar la interacción comunicativa entre el profesor y los estudiantes creando un ambiente de aprendizaje transformador.

El proceso de enseñanza- aprendizaje sabemos que se corresponde con los intereses sociales, y es por ello que la universidad con el uso de las Tecnologías de la Información y el Conocimiento (TIC), está retada a la búsqueda de nuevas transformaciones en los planes de estudio y programas docentes vigentes.

Una de las cuestiones esenciales que sustentan al proceso de enseñanza-aprendizaje es el desarrollo de habilidades en los estudiantes, lo cual implica que el conocimiento que los estudiantes adquieren, se patentiza a través del desarrollo de las habilidades declaradas en los planes de estudios, tan así es que Babanski en su libro "Optimización del proceso de enseñanza". 1982. plantea: "La eficiencia de los conocimientos se pone de manifiesto en la habilidad del alumno para utilizarlo en situaciones concretas..."¹.

Considerando este planteamiento de Babanski, y en especial la necesidad de modelar problemas de la realidad a través de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, declarada en el actual programa para la carrera de Ingeniería Informática, simultáneamente con las dificultades que poseen los estudiantes en el aseguramiento del nivel de partida para el modelado, se ha encaminado la investigación hacia la búsqueda de vías que mejoren la preparación de los futuros egresados. En este sentido se considera que, elaborando una multimedia como recurso didáctico integrador, se contribuye a tales mejoras.

Según la observación a diferentes actividades del proceso docente educativo, aplicación de entrevistas, encuestas a estudiantes y profesores, revisión de documentos de la carrera, tesis de maestría, textos y otras fuentes se contactó la existencia de las situaciones problemáticas siguientes:

¹Babanski, "Optimización del proceso de enseñanza". (1982, p 45).

- Los estudiantes confrontan dificultades en las condiciones previas para modelar problemas de la realidad, donde se apliquen las ecuaciones diferenciales.
- Insuficientes datos reveladores de acciones que contribuyan a mejorar la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden en la asignatura.
- Los profesores no cuentan con el auxilio de recursos informáticos, para el desempeño del modelado de problemas en la asignatura de Matemática III.

En vista de ello se plantea el **problema científico** siguiente, que debe ser resuelto en la tesis: ¿Cómo favorecer las condiciones previas, para modelar problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden, para los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Informática en la universidad de Guantánamo?

El objeto de estudio: el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Matemática III en la carrera de Ingeniería Informática.

Campo de acción: aplicación de las nuevas tecnologías a la modelación de problemas donde se apliquen las ecuaciones diferenciales de primer orden.

Objetivo: elaborar una multimedia como recurso didáctico, que favorezca las condiciones previas para el modelado de problemas donde se apliquen las ecuaciones diferenciales de primer orden, para los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad de Guantánamo.

Para el desarrollo del trabajo se plantean las preguntas científicas siguientes:

1. ¿Cuáles son los antecedentes históricos del proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura Matemática III para Ingeniería?
2. ¿Cuáles son los referentes teóricos que sustentan el proceso de enseñanza - aprendizaje en la asignatura matemática III para Ingeniería Informática?
3. ¿Cuál es el estado actual del modelado de problemas para los estudiantes de segundo año de Ingeniería Informática?
4. ¿Qué vías pudieran utilizarse para potenciar el modelado de problemas en la asignatura de Matemática III?

5. ¿Qué nivel de factibilidad tiene la multimedia elaborada?

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto y responder las preguntas formuladas, se proponen las tareas científicas siguientes:

1. Determinación de los antecedentes históricos del proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura matemática III para Ingeniería informática segundo año.
2. Sistematización de los referentes teóricos que sustentan el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura matemática III.
3. Caracterización del estado actual del modelado de problemas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura Matemática III, para Ingeniería Informática segundo año de la Universidad de Guantánamo.
4. Elaborar la multimedia (“Cómo modelar problemas”) como recurso didáctico, que favorezca a las condiciones previas para la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden en la carrera de Ingeniería Informática.
5. Valoración de la factibilidad de la multimedia elaborada.

El **aporte práctico** del trabajo se centra en la elaboración de una multimedia, que contribuya al fortalecimiento de las condiciones previas para el modelado de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden, para el segundo año de la carrera de Ingeniería Informática en la universidad de Guantánamo.

La **contradicción fundamental** está dada en la diferencia que existe entre la insuficiente preparación de los estudiantes en las condiciones previas para modelar problemas donde se apliquen las ecuaciones diferenciales de primer orden, y la necesidad de lograr niveles superiores en las mismas.

En el desarrollo del trabajo han sido considerados los métodos teóricos y prácticos de investigación que se destacan a continuación:

Métodos del nivel teórico:

Histórico lógico: Para profundizar en la evolución y el desarrollo de la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden.

Inductivo - deductivo: el primero permitió establecer relaciones sobre la base del estudio del aprendizaje de los conocimientos previos al modelado por los estudiantes y llegar a conclusiones referentes al tema, objeto de estudio, diseño y elaboración de la multimedia. El segundo permitió realizar reflexiones y planteamientos del fenómeno con sus particularidades, siguiendo una lógica determinada. Estos métodos se complementan mutuamente.

Análisis y Síntesis: Para analizar los antecedentes del problema y precisar sus regularidades y tendencias.

Modelación: facilitó la estructuración y diseño de la multimedia que contiene los contenidos previos al modelado de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales.

Sistémico estructural: Para concebir los componentes que integran el plan de estudios de la asignatura Matemática III con un carácter de sistema en su interrelación e interdependencia entre los contenidos y las habilidades.

Del nivel empírico:

Análisis de documentos: programas, orientaciones de la dirección nacional del Ministerio de Educación, para el diagnóstico de la situación actual del problema de investigación, relacionado con la modelación, además de profundizar en la fundamentación teórica, revisión de tesis de maestría, doctorado, artículos en digital y sitios Web.

Técnicas:

Encuestas: fueron empleadas para conocer el estado de opinión y puntos de vista de estudiantes y profesores acerca de cómo se desarrolla el proceso de modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden en la asignatura de Matemática III.

Entrevista a profesores: Para conocer los criterios que poseen acerca de las dificultades que poseen los estudiantes en la modelación y su incidencia en la solución de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden.

Prueba pedagógica: se aplicó para diagnosticar el estado de los conocimientos previos para la modelación de problemas en los estudiantes, así como la valoración de la multimedia como recurso didáctico.

Pre experimento: facilitó el desarrollo de la prueba de entrada y salida con el fin de evaluar la viabilidad de la propuesta.

Del nivel matemático:

Análisis porcentual: para el análisis cuantitativo de los datos que aportan los instrumentos aplicados y el

Criterio de especialistas: para constatar la validez de la multimedia que se propone.

Población y muestra

Para la realización de este trabajo de investigación se escogió una población de 50 estudiantes de segundo año de Ingeniería.

Se seleccionó una población de 30 estudiantes del segundo año de Ingeniería, representando un 60% y 7 profesores que imparten la asignatura además de otros especialistas. Respecto a los estudiantes puede decirse que están incentivados por la especialidad y por tanto interesados en la asimilación de los conocimientos concernientes a la modelación de problemas. Los profesores seleccionados están en un rango de 10 a 30 años de experiencia con un buen dominio en las matemáticas y en especial en la matemática III.

Significación práctica: constituye una herramienta poderosa para los estudiantes, por cuanto es un medio idóneo que fortalece los conocimientos previos para modelado de problemas y por otro lado, el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática III cuenta ahora con un producto para profesores y estudiantes, dotado de los contenidos necesarios, con el que puedan interactuar.

Novedad Científica: consiste en la puesta en práctica de una multimedia como recurso didáctico, para favorecer los contenidos previos para la modelación de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales, donde se incluyen los conocimientos necesarios con ilustraciones, imágenes y sonidos muy tentadores en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Matemática III.

Capítulo I: Estudio del proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura Matemática III.

Se abordan en este capítulo las consideraciones generales sobre la asignatura de Matemática III, (en especial de las ecuaciones diferenciales y el modelado a través de ellas), declaradas en el programa vigente del Plan de estudios D para el ingeniero informático en formación (segundo año) teniendo en cuenta: sus antecedentes, características, condiciones históricas, gnoseológicas, filosóficas y psicopedagógicas, así como el estado actual del mismo, concebidas en tres epígrafes.

1.1 Antecedentes históricos de la evolución de la Matemática III.

La Matemática III y dentro de ella (especialmente las ecuaciones diferenciales de primer orden), es una ciencia con carácter universal, por lo que adquiere importancia especial en este trabajo. En ella han existido tendencias distintas, en cuanto a su evolución histórica. Pero sin lugar a dudas, el aprendizaje de esta asignatura es muy importante por su aplicación en otras carreras y ramas de las Matemáticas como en Geometría, (con la aplicación de las ecuaciones diferenciales en la obtención de las trayectorias ortogonales de una familia de curvas dada), en Física(con el crecimiento o decrecimiento poblacional, la aplicación de las leyes de: enfriamiento de Newton, Kirchoff, determinación de la semivida de sustancias radiactivas, etc...) y otras, además de contribuir a desarrollar el pensamiento de forma general, y en particular el pensamiento lógico.

Las ecuaciones diferenciales no constituyen un tema nuevo, sino que data desde tiempos muy antiguos. Su origen está en los primeros trabajos referentes a la nueva ciencia del cálculo desarrollada por los matemáticos: Isaac Newton (1642-1727) y Gottfried Leibniz (1646 -1726), en el siglo XVII, pero aparece por vez primera, en una memoria de seis páginas en el Acta Eruditorium de 1684 de Leibniz, la misma contenía una definición de la diferencial y simultáneamente se dieron reglas sencillas para su cálculo en sumas, productos, cocientes, potencias y raíces. Además de esto, Leibniz también incluyó pequeñas aplicaciones a problemas de tangentes y puntos críticos. En ese informe hubo errores, lo que hizo que resultara un enigma para los matemáticos de la época.

En el continente, los hermanos Bernoulli fueron pioneros en el nuevo cálculo; precisamente Jean fue quien instruyó a L'Hôpital, quien a su vez, preparó a Huygens. Esta fue la atmósfera de entusiasmo que rodeó al nuevo cálculo al cerrar el siglo XVII

En primer lugar, señalaremos que el término *aequatio differentialis* fue primero usado por Leibniz (en un sentido bastante restringido) en 1676 para denotar una relación entre las diferenciales dx y dy y dos variables x e y (concepción que se conserva hasta los tiempos de Euler (en los años 1768-1770).

Así mismo, es importante destacar que las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) surgen prácticamente con la aparición del Calculus. En la célebre polémica Newton-Leibniz se tiene un gran hito cuando Newton comunica (por medio de Oldenburg) a Leibniz el siguiente anagrama: 6a ce d ae 13e ff 7i el 9n 40 4q rr 4s 9t 12 v x, el cual "Dada una ecuación con cantidades fluentes, determinar las fluxiones y viceversa". Este fue, como señala Arnold, el descubrimiento fundamental de Newton, que consideró necesario mantener en secreto, y el cual en lenguaje matemático contemporáneo significa: "Es útil resolver ecuaciones diferenciales". Curiosamente, Ince afirma que la fecha de aparición de estas fue el 11 de noviembre de 1675

Ya a finales de los años 30 del siglo XVIII, Euler elaboró un algoritmo de resolución de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes, basado en la reducción del orden de ciertas ecuaciones homogéneas con ayuda de la función exponencial. En el año 1743, en uno de sus trabajos, fue publicado el método de resolución de una ecuación lineal con ayuda de la sustitución $y = e^{kx}$. Es a Euler a quien le corresponde la primera sistematización de los trabajos anteriores en sus Instituciones Calculi Integralis (1768-1770), donde encontramos lo que se puede llamar la primera teoría de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Esta obra contiene una buena parte (y mucho más) del material que encontraríamos en un libro de texto actual, como el estudio de las ecuaciones diferenciales de primer orden (y su correspondiente clasificación en separables, homogéneas, lineales y exactas, son ellas parte del objeto de estudio del presente trabajo.

Este descubrimiento independiente del cálculo por Newton y Leibniz en ese siglo proporcionó el ímpetu para los grandes avances que siguieron en las matemáticas, ciencias, e ingeniería.

Las ecuaciones diferenciales constituyen una de las ramas más importantes y fascinantes de las matemáticas, proporcionando el medio para las formulaciones matemáticas, modelación y resolución de variados problemas en estas áreas.

Con el perfeccionamiento de los planes de estudio en la Educación Superior surgieron insuficiencias en el plan de estudios A, debidas a la estructuración del proceso docente educativo y falta de rigor en las tareas implícitas en la resolución de problemas del ingeniero, propios de su perfil.

En el Plan B hubo cierto progreso respecto al A, pues se mejoran los ciclos de asignaturas, completamiento bibliográfico y se incluyen las prácticas de laboratorios, lógicamente, la formación del egresado también mejora.

En ambos se determinaron insuficiencias que debían ser erradicadas, pues la modelación de problemas estaba concebida, pero no de forma adecuada, y es aquí donde surge la necesidad de precisar los contenidos académicos propios de la profesión. Esto hace que en este trabajo se consideren dos momentos:

1. 1990 – 2005

2. 2006 -2007 hasta la actualidad

En el año 1990 aparece el plan de estudio llamado “C”, para integrar los componentes académico, laboral e investigativo. Después de varios cursos de su aplicación se obtuvieron ciertos resultados satisfactorios, pero eran necesarias transformaciones en plan de estudio, en correspondencia no sólo con los adelantos de la ciencia la tecnología y las comunicaciones, sino también con los de la sociedad y la economía.

Uno de los mayores logros en el 2005-2006, fue la introducción del plan C perfeccionado(, el cual planteaba la concepción de un ingeniero informático de amplio perfil. En este se señalan algunas cuestiones que abordamos a continuación: la asignatura de Matemática III tributa a los fundamentos de la formación de un Ingeniero Informático, dado que todo ingeniero considera representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos con los cuales reflejan los rasgos cuantitativos de los fenómenos que estudia. De tal modo, el objetivo de esta asignatura es lograr que el ingeniero informático domine el aparato matemático que lo haga capaz de modelar y analizar los procesos técnicos, económicos, productivos y científicos, utilizando en ello, tanto métodos analíticos como aproximados y haciendo uso eficiente de las técnicas de cómputo.

Pero además esta asignatura adiestra a los estudiantes para utilizar los métodos analíticos y aproximados, en el uso de asistentes matemáticos y en la implementación de esquemas de cálculo en máquinas computadoras, desarrollando así su pensamiento lógico y algorítmico.

Ya en esta etapa aparece la modelación concebida en el sistema de habilidades previsto en el programa de la asignatura, pero ninguna vía de, ¿qué hacer para lograrla?

En el año 2006 y como resultado del proceso de perfeccionamiento y de optimización de recursos humanos y materiales a tener en cuenta en la elaboración de los planes de Estudios, inicia el D y tras un análisis riguroso de la Comisión Nacional de Matemáticas para Ciencias Técnicas, se arribó a la conclusión de que se preservara para esta asignatura de segundo año, las necesidades particulares de cada carrera y con vista a sustentar algunas disciplinas de la carrera de Ingeniería Informática, esta asignatura aportaría los conocimientos siguientes:

- Elementos de ecuaciones diferenciales: solución de ecuaciones diferenciales de variables separables.
- Por otra parte, la lógica interna de la Matemática como ciencia, induce al tratamiento de determinados contenidos y al orden en que los mismos se abordan.

En el diseño de la disciplina se considera la pertinencia de la Matemática para el Ingeniero Informático dado que:

- Amplía la madurez y la capacidad de trabajo con la abstracción.
- Desarrolla habilidades para la comunicación de propiedades y características de magnitudes en forma gráfica, numérica, simbólica y verbal.
- Contribuye a conformar una cultura científica general e integral actualizada, que toma en cuenta:
 - El uso de la computación en la resolución de problemas.
 - El procesamiento de literatura técnica,
 - El manejo de lenguaje interdisciplinario.

Se propuso en las indicaciones metodológicas que el tema de ecuaciones diferenciales fuese aprovechado especialmente para desarrollar la capacidad del estudiante en la modelación, además de la coordinación estrecha con Física para tratar el tema, realizando problemas y enfoques comunes. Se sugiere también en dicho plan, introducir el tratamiento numérico de las ecuaciones diferenciales de primer orden, no de manera profunda (ya que esto es objeto de estudio en la asignatura de matemática IV), del plan de estudios vigente, D.

1.2 Sistematización de los referentes teóricos del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III.

El plan de estudios D, tiene como uno de sus propósitos el desarrollo del pensamiento científico teórico, y esto significa, ante todo, la creación de objetos científicos específicos (de una objetividad específica) y el pensamiento sobre la realidad mediante ellos, y a través de ellos” [M.K. Mamardashvili, 1968, pp. 18-19]. Los alumnos en este caso, se encuentran en la situación de investigadores en relación con los hechos, propiedades y fenómenos del mundo circundante que se observan, y toda su actividad docente aquí cobra un carácter creador.

¿Qué representan estos objetos científicos específicos? En primer lugar, constituyen formaciones artificiales construidas en el desarrollo histórico de la ciencia; en segundo lugar, no son objetos reales, sino ideales, los cuales existen solamente en la imaginación y el pensamiento de sus creadores y de aquellos que lo perciben; estos objetos ideales sustituyen a los objetos, fenómenos y procesos reales que le corresponden, gracias a cuyo estudio se crearon los objetos científicos específicos en cuestión; por último, el estudio de estos objetos especialmente contruidos, constituye un método científico fundamental para conocer la realidad objetiva de los fenómenos y procesos correspondientes. Estos objetos ideales específicos, son modelos de diferentes tipos.

Según Davidov, nadie puede discutir el extraordinario papel y la significación en el conocimiento científico que tiene la modelación como método científico. Por otra parte, el contenido de las asignaturas en la actualidad, se estructura de manera que la experiencia de la vida que tienen los alumnos, y los hechos y fenómenos empíricos que ellos observan, no se comprenden a través de las representaciones de los modelos que se estudian. Luego se hace necesario según Davidov: familiarizar al estudiante de una manera clara y manifiesta con el carácter de modelo. La necesidad anterior de organizar de esta manera las asignaturas emana del objetivo de formar el pensamiento científico teórico de los alumnos, anteriormente señalado y está fundamentada en los trabajos de VV Davidov [1972], A. K. Markova [1974] y otros.

La amplia utilización de la modelación en el proceso docente modifica de manera radical el carácter de la actividad de los alumnos [L. M. Fridman, 1977]; esta se hace más concreta, más radical y por consiguiente más productiva. Según esa autora la modelación debe ser un objeto claro de estudio de muchas disciplinas escolares. La enseñanza en la que se utiliza sistemáticamente la modelación como parte integrante de su contenido, contribuye en gran medida a la formación de la actividad docente en los escolares. Esto en gran medida es confirmado por las largas e innumerables investigaciones experimentales hechas sobre la base de la concepción de la actividad docente.

La familiarización de los alumnos con la modelación de problemas matemáticos comienza desde los primeros grados y continua hasta el final de los estudios en la escuela, Durante todos estos años los estudiantes modelan y resuelven miles de estos problemas, comenzando por los más sencillos, hasta los más complejos, los cuales se resuelven en los estudios superiores, pero la metodología para la solución en todos los grados es aproximadamente la misma: los estudiantes leen el problema, analizan los datos de manera colectiva o individual, precisan lo que les pide el problema, llevan el texto del problema a un lenguaje formal y luego resuelven el mismo apoyándose en los modelos dados por el profesor. En este sentido se coincide con Davidov, Fridman y Markova (73-76), en que sólo una pequeña parte de los estudiantes resuelven de manera independiente los problemas y en este trabajo se defiende una de las causas propiciantes de ello.

Según experimentos realizados por [L. M. Fridman, A. Ya. Lievokhina, L. M. Taravkova, 1977]. Mientras los alumnos no dominaran todas las acciones que forman parte de la actividad de solución de los problemas, no resolverían totalmente estos. Este planteamiento es lógico, por cuanto una de las acciones involucradas en la solución de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales, es precisamente el aseguramiento del nivel de partida para la modelación y efectivamente los estudiantes al no poseer estos conocimientos, tienen problemas al obtener la expresión modeladora, en este caso, una ecuación diferencial de primer orden. Esta situación por supuesto ha sido la promotora del problema en el presente trabajo. Algo que debe ser considerado y

en lo que se está totalmente de acuerdo con (Davidov), es que, la imitación de un modelo y las acciones de acuerdo con un patrón constituyen la base de la formación y de las habilidades y capacidades en la solución de problemas.

En la ciencia, la modelación es un tipo peculiar de idealización simbólica semiótica. Hoy por hoy esta definición es utilizada de manera sistemática y consideramos como más acabada la que da V. Shtoff: "por modelo se entiende un sistema representado mentalmente o realizado materialmente el cual reflejando o reproduciendo el objeto de investigación es capaz de sustituirlo de manera que su estudio nos dé una nueva información sobre este objeto"

Existe algo muy interesante, dado por Talízina que ha sido considerado en el presente trabajo, y es que en el proceso de asimilación de la actividad, la primera de sus seis etapas es la motivación, por cuanto el profesor antes de organizar la actividad de los alumnos debe ocuparse de los motivos, que son los que garantizan la aceptación por los alumnos de los conocimientos y habilidades que se planifica, precisamente esto es parte de lo que se defiende en esta tesis: haber seleccionado la multimedia como medio integrador, para llevar los conocimientos previos y precisos, que necesitan los estudiantes, para la modelación de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden, por otro lado cada maestro sabe, que si el alumno no quiere estudiar no es posible que aprenda, eso significa que en cada estudiante debe existir un motivo para estudiar y están los motivos internos y externos, el interno es el interés cognoscitivo vinculado con un objeto dado. Exteriormente la actividad de todos los estudiantes es similar, ahora internamente es muy diversa y esta diversidad está dada ante todo por los motivos de la actividad. Son los motivos los que determinan el sentido que tiene la actividad para la persona que la realiza y cuando se habla de las vías para elevar la efectividad de la actividad docente el carácter de los motivos es totalmente decisivo. La cual es sustancialmente más elevada en presencia de los motivos internos.

Uno de los medios que coadyuvan a la motivación cognoscitiva, es la enseñanza problémica. No debe olvidarse que la necesidad cognoscitiva es el motivo más efectivo que empuja a la persona al estudio. En el producto que se propone, esto es vital, o sea incentivar a los estudiantes con el medio, y simultáneamente mostrarles la necesidad de aprender los conocimientos esenciales que deben tener, para poder modelar con éxito los problemas propuestos en su libro de texto básico. Independientemente de que el estudiante haya podido encontrar su solución o no, él debe concientizar la actividad a que esté asociada su solución. Y eso es lo que se trata de hacer, concientizarlo con las vías y procedimientos necesarios, previos a la solución, porque en definitiva, esta última tiene menor peso en este proceso, por cuanto el estudiante después que tiene ante sí, la expresión que define a la ecuación diferencial de primer orden, no tendrá problema alguno en resolverla. Viendo la solución de problemas como vía para el estudio psicológico del pensamiento, desde esta perspectiva el investigador debe

preocuparse no por si el sujeto llega o no a resolver el problema, es decir, si alcanza la respuesta correcta, sino por el proceso seguido, por qué vía se acerca a la solución (Rubinstein, 1966), él afirma que el estudio del pensamiento implica poner de relieve como transcurre, bajo qué condiciones tienen lugar los procesos de análisis y síntesis, de generalización y abstracción(quiere decir esto que, habrá que considerar no los resultados o productos finales, como se ha explicado anteriormente, sino las vías y los procedimientos por las cuales el sujeto tiene acceso a dichos productos, precisamente una de estas vías es la modelación del problema.

Por su función el pensamiento es un proceso que, en palabras de: "... A. N. Leontiev ("El pensamiento", en Psicología para maestros, pp 77-90): hace posible el conocimiento nexos, y relaciones esenciales de la realidad objetiva, permitiendo al hombre el conocimiento de aquello que no es dado directamente en la superficie de las cosas"

Pero según S. L Rubinstein (El ser y la conciencia), el pensamiento, en el auténtico sentido de la palabra, consiste en una penetración en una nueva capa de lo existente, de modo que se excava y se saca a la luz del día algo hasta entonces en ignotas profundidades; consiste en plantear y resolver problemas del ser y de la vida; consiste en buscar y hallar respuesta a la pregunta de cómo es en realidad lo que se ha hallado, que hace falta para saber cómo vivir y que hacer. Con estas palabras, S. L Rubinstein expresa que auténticamente, el pensamiento tiene su basamento en la modelación y resolución de problemas de la vida real, de ahí lo importante del tema seleccionado

Según Labarrere si uno se imagina como opera el hombre al resolver un verdadero problema, inmediatamente se da cuenta de que la aproximación progresiva (e incluso repentina), se produce como un acto de inclusión de los elementos conocidos en un nuevo sistema de relaciones. Esta peculiaridad del pensamiento de expresarse predominantemente como solución de problemas es reconocida por muchos autores además de S. L Rubinstein en 1979, tales como: (D. E. Berlyre, 1966, A. V. Brushlinski, 1970 y 1983; G. G. Gurova, 1976; I. S: Yakimanskaya, 1985 y otros). Obviamente cuando se dice que el pensamiento puede ser considerado como un proceso de solución de problemas, no significa la identificación de ambos, ni tampoco la no existencia del pensamiento fuera de la solución de problemas, simplemente se hace énfasis en que (la forma más peculiar y tal vez más importante para el hombre bajo la cual se manifiesta el pensamiento es la solución y la formulación de problemas)

Está claro de que el pensamiento puede y debe ser estudiado a través de la solución de problemas (y en ello la modelación previa). La solución de problemas es el tipo de actividad por excelencia que permite el acceso al conocimiento del pensar humano, en cualquier género de la actividad.

1.3 Caracterización del estado actual del desarrollo del proceso de Enseñanza - Aprendizaje de la asignatura Matemática III en la modelación de problemas.

Es la modelización la que le da al profesor la oportunidad de establecer la relación de las matemáticas con el mundo y simultáneamente demostrar a los estudiantes la importancia de estas en la transformación de la realidad objetiva, les ayuda a percibirla como una herramienta poderosa (Castro y Castro, 1997; Ortiz, 2000).

Un modelo es una abstracción simplificada de la realidad más compleja y desde el punto de vista matemático, modelar significa llevar una situación de la realidad objetiva al lenguaje de las matemáticas, claro para ello se necesita tener un sistema de conocimientos matemáticos, previos que en este caso constituyen las herramientas cognitivas que les permitan al que modela, traducir del lenguaje común al matemático, además de resolver el problema.

Un modelo nunca será una representación completamente exacta de una situación, en un buen modelo la realidad se simplifica lo suficiente para simplificar los cálculos matemáticos, pero incluso así, es bastante exacto para dar conclusiones valiosas. Tiene gran importancia que nos percatemos de las conclusiones del modelo, pues finalmente es la naturaleza la que tiene la última palabra.

Las relaciones matemáticas formales entre los objetos del modelo, deben representar de alguna manera las relaciones reales existentes entre las diferentes entidades o aspectos del sistema u objeto real. Así una vez "traducido" o "representado" cierto problema en forma de modelo matemático, se pueden aplicar: el cálculo, el álgebra, y otras herramientas matemáticas para deducir el comportamiento del sistema bajo estudio.

El modelo es ciencia porque está sustentado en un conjunto de procesos estructurados: análisis y detección de las relaciones entre los datos, estableciéndose las suposiciones y aproximaciones en la representación de los problemas desarrollados de algoritmos específicos de solución. Es arte pues materializa una visión interpretación de la realidad objetiva, no siempre única.

Etapas para desarrollar un modelo.

- Acopiamiento de la información e interpretación del problema, para su traducción del lenguaje común, al lenguaje matemático, en esta etapa los datos son vitales para la veracidad de las soluciones.
- Formulación matemática.

Es muy importante la formulación y escritura mediante ecuaciones matemáticas que describan el problema.

Resolución: es donde se selecciona un algoritmo para su solución

No basta poseer los conocimientos y transmitirlos, sino además es necesario apoderarse de otros, comprenderlos, desarrollar habilidades y muy importante aplicarlos a otras áreas, de ahí que la modelación puede ser considerada un método para tales objetivos.

La modelación matemática ha sido abordada por diferentes autores como (Castro y Castro, 1997; Ortiz, 2000). Quienes consideran que mediante esta, el estudiante reconoce la importancia de la disciplina en la transformación de la realidad, se está totalmente de acuerdo con este planteamiento, precisamente es una de las razones para el desempeño del trabajo, demostrar al estudiante la importancia de las matemáticas en la especialidad, pues a través de la modelación y resolución de problemas donde sean aplicadas las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, la realidad objetiva es transformada. Es importante, además, considerar lo siguiente:

Factores que influyen en el desarrollo del modelo matemático:

- Interpretación de los datos
- Conocimientos previos
- Métodos y medios empleados.
- Estructuración del contenido del problema

Es innegable que la matematización de los problemas a los que se enfrenta el ingeniero informático una vez egresado, es un punto de conflicto cognitivo, por cuanto recibió las Matemáticas por un lado y las asignaturas ingenieriles por otro, de forma tal que las estructuras cognitivas están desvinculadas y le toca a él integrarlas en estas dos áreas del conocimiento para resolver matemáticamente el problema que tiene ante sí (Camarena 1990,1995,1999). La autora de este trabajo está en desacuerdo con dicho planteamiento puesto que el mismo evidencia un divorcio entre las asignaturas de la especialidad y las matemáticas, y esto sucede en el caso de que el profesor no establezca la vinculación de las matemáticas con el resto de las asignaturas, de hecho, el presente trabajo, refiere el modelado de problemas relacionados con diferentes asignaturas, como matemática, física, entre otras. Esta autora en su obra, ejemplifica el modelado de un determinado problema físico (específicamente un circuito en serie en el que existe exactamente una capacitancia y una resistencia), pero sin más explicaciones de los elementos previos del conocimiento, involucrados en el modelo. Esta situación es la que similarmente hemos encontrado en la mayoría de las fuentes bibliográficas consultadas, el autor simplemente se da a la tarea de

modelar, pero sin entrar en detalles sobre las fuentes de los conocimientos aplicados en la modelación.

Es cierto que en los diferentes planes de estudios C y D inherentes a la carrera de Ingeniería Informática se aborda la modelación matemática en el sistema de habilidades, sin embargo no se dan vías para ello, de hecho no existe ninguna asignatura en la carrera de Ingeniería Informática, que este dedicada a la elaboración de modelos, por lo que se considera de suma importancia abordar en este trabajo aspectos esenciales de la modelación, como son: Los conceptos de modelo, modelar, las habilidades del pensamiento, elementos cognitivos, y conocimientos previos que deben ser considerados para afrontar con éxito la modelación de los problemas propuestos en el texto básico.

- Actualmente existen insuficiencias en la modelación de problemas donde se apliquen las ecuaciones diferenciales de primer orden declarados en el texto básico de la asignatura Matemática III, y estas incursionan en la habilidad de modelar declarada en el programa para el estudiante de segundo año de Ingeniería Informática, avalado esto por lo que a continuación se explica. Fueron aplicados diferentes métodos teóricos y empíricos para analizar la situación actual del problema que se investiga (análisis de documentos, encuestas, entrevistas, observaciones, prueba pedagógica), probatorios de la existencia de las siguientes insuficiencias:
- Los estudiantes poseen bajo nivel en los conocimientos previos para modelar problemas de la realidad, donde se apliquen las ecuaciones diferenciales de primer orden.
- No existen datos reveladores de acciones que contribuyan a mejorar la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden en la asignatura.
- Los profesores no cuentan con el auxilio de recursos informáticos (específicamente la multimedia), para el desempeño del modelado de problemas en la asignatura de Matemática III.

Para ello fueron considerados, además, los indicadores y criterios de medida que a continuación se relacionan:

Indicador 1. Nivel de conocimiento mostrado por los estudiantes para modelar problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden.

Para su evaluación se empleó la siguiente escala valorativa.

Bien: si los estudiantes demuestran que dominan los conocimientos previos para el modelado y lo aplican correctamente en la obtención de la ecuación diferencial modeladora, llegando incluso a obtener la solución del problema

Regular: si los estudiantes demuestran poco dominio de los conocimientos previos que deben aplicar.

Mal: si los conocimientos previos para el modelado son totalmente insuficientes.

Indicador 2. Dominio de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza de la asignatura Matemática III

Para su realización se empleó la siguiente escala valorativa:

Bien: si aplican otras herramientas computacionales de las nuevas tecnologías de manera sistemática, además del software declarado en el programa de la asignatura.

Regular: si se aplica al menos el software.

Mal: si no se aplica ninguna herramienta computacional

Análisis del indicador 1. Nivel de conocimiento mostrado por los estudiantes para modelar problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden en la asignatura de Matemática III.

Con vista a medir el nivel de los conocimientos previos que los estudiantes deben poseer para afrontar la modelación, fue implementada una guía de observación, para ello fueron consideradas las exigencias del indicador 1, obteniéndose los resultados siguientes.

Para el aprendizaje de la modelación, se comprobó que en el 60% de las clases observadas los estudiantes se mantuvieron motivados por la asimilación del contenido referido, además de existir ambiente de trabajo colaborativo entre estos, sin embargo, el 40 % demostró lo contrario (ver resultados del anexo 1)

En el 60 % de las clases observadas no se hizo uso de medios de enseñanza, solo en el 40 % de estas fueron aplicados de manera correcta, motivando a los estudiantes por el aprendizaje del modelado.

Respecto al dominio del contenido por el maestro, secuencia lógica y estructuración, se pudo contactar que en el 80 % de las clases observadas estos elementos estaban presentes, en tanto que en el 20 % restante no existió una adecuada organización ni secuencia lógica del contenido (ver resultados del anexo 1).

El aprovechamiento de las potencialidades que brinda el contenido para instruir desde la educación, solo se evidenció en el 60 % de las clases observadas (Ver anexo 1).

Respecto al dominio del contenido por los estudiantes, (Ver anexo #1), solo el 40% demostró de manera activa en el desarrollo de las clases, que dominaba algunos elementos involucrados en el modelado, claro, es bueno observar que: solo con la ayuda del profesor, lo que confirma la necesidad una vez más, del fortalecimiento de las condiciones previas para la modelación.

En las preguntas de comprobación el cumplimiento de los objetivos se dio de manera parcial, pues el 60 % de los estudiantes no demostró dominio del contenido.

Tomando en consideración lo explicado anteriormente, este indicador es evaluado de R.

Análisis del indicador 2. Dominio y aplicación de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza de la asignatura Matemática III.

En este sentido fueron aplicados diversos instrumentos a profesores y estudiantes con el objetivo de medir el nivel de conocimientos que los mismos poseen en la utilización de recursos informáticos en el proceso de enseñanza de la asignatura Matemática III. Para ello se consideraron las exigencias del indicador número 2, obteniéndose los resultados siguientes:

En las técnicas observadas se constató que tanto profesores como estudiantes poseen dominio de las nuevas tecnologías, significando esto que están aptos para manipular el producto y adueñarse de los conocimientos previos para la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales implícitos en el mismo, (ver anexo 2), existe además correspondencia entre estos resultados y los recogidos en la guía de observación a clases (anexos 1 y 2), pero por otro lado también es cierto que desde el punto de vista práctico no existe un medio informatizado disponible que permita realizar de forma efectiva la modelación de problemas.

En los resultados se evidencia la necesidad imperiosa de introducir recursos informáticos para el modelado de problemas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura Matemática III, pues el 100 % de los profesores y estudiantes encuestados respectivamente lo han manifestado. En este sentido puede asegurarse que la necesidad de un producto en función de la modelación de problemas está dada, y además de manera urgente, por cuanto en algunos de los casos existe el uso del software declarado en el programa, pero solo se adecua para la solución del problema. (Ver anexos 2 y 3).

Por otro lado, en cuanto a la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden (Ver anexo 3), se constató que no se desarrollan en el desempeño del proceso de aprendizaje de la asignatura, acciones que tributen a un tratamiento especial del tema.

En diálogos con los docentes señalan que el 80 % de los estudiantes posee dificultades en la modelación, debido al bajo nivel en los conocimientos previos para el modelado, pues solo llegan a la ecuación modeladora con la ayuda del profesor. Lo explicado anteriormente hace que este indicador sea evaluado de M.

A partir de la observación a diferentes actividades del proceso docente educativo y la aplicación de métodos empíricos y teóricos, se constató la existencia de las siguientes situaciones problemáticas, emanadas del diagnóstico inicial.

- ✓ Los conocimientos previos para el modelado de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden en la asignatura de Matemática III, son insuficientes, ya que solo el estudiante llega a la ecuación modeladora con ayuda del maestro.
- ✓ Los profesores y estudiantes reconocen la importancia de la inserción de recursos informáticos en la modelación de problemas, dominan además el manejo de estos, pero en la práctica no existe un medio disponible para ello.
- ✓ Los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden abarcan muchas ramas diferentes (geométricos, poblacionales, físicos, de desintegración radiactiva, trayectorias ortogonales, carbono 14, variación de la temperatura) etc., lo que significa que el estudiante debe tener los conocimientos previos correspondientes para resolverlos (lógicamente modelándolos previamente), lo cual ciertamente es un reto para los mismos.

Todo lo anterior corrobora la existencia del problema en la asignatura de Matemática III, para los estudiantes de segundo año de Ingeniería Informática.

Conclusiones Parciales

Después de haber analizado en el capítulo los referentes teóricos, pedagógicos, históricos, el estado actual del objeto de estudio, su caracterización, y por otro lado, los métodos aplicados (análisis de documentos, revisión de tesis, observación, encuestas, entrevistas), se ha contactado que los estudiantes de segundo año de Ingeniería Informática tienen dificultades en la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden contactándose además, que ello se debe a las insuficiencias que poseen en el contenido previo que

debe ser aplicado en el modelado.

Todo lo explicado responde a la necesidad de la transformación del objeto de estudio y para ello se propone el diseño e implementación de una multimedia educativa como recurso didáctico.

Capítulo II: Multimedia concebida para favorecer las condiciones previas. Fundamentación teórica y estructuración.

En este capítulo se hará un análisis exhaustivo de la multimedia propuesta como recurso didáctico, “Cómo modelar problemas” con previa explicación sustentada en la pedagogía, considerando, además, los razonamientos de Talízina y Leóntiev justificantes del porque el maestro está obligado a incluir transformaciones en el proceso de enseñanza.

Es innegable el impacto didáctico de las TIC, si son utilizadas por el profesor de manera estratégica en el contexto de la enseñanza, para comprobar ejercicios y problemas, reforzar conceptos, elaborar inferencias y conjeturas, visualizar conceptos y objetos matemáticos etc. Por ello y tomando en consideración el resultado de la instrumentación aplicada, como entrevistas, encuestas, revisión de documentos, observaciones, revisión de tesis, textos, todos relacionados con el tema, y que demuestran la objetividad del problema científico señalado en el diseño de esta investigación, se propone y valida una multimedia como recurso didáctico con vista a favorecer las condiciones previas que el estudiante debe poseer para afrontar con éxito la modelación de problemas de la realidad donde se apliquen La ecuaciones diferenciales, constituyendo un idóneo material de apoyo a la docencia para los profesores y de consulta para los estudiantes respectivamente.

2.1 Fundamentación teórica y estructuración de la multimedia concebida para favorecer las condiciones previas para el modelado.

Durante muchos años la Universidad se ha constituido como el espacio dedicado al saber, ha tenido el monopolio de la transmisión del conocimiento del más alto nivel a la sociedad. Es por ello que los profesores, miembros de esta institución, y respondiendo a los retos de la misma, deben sacar ventajas de los avances de la tecnología en la comunicación e información, e insertarlos en el desarrollo del proceso docente educativo. Estas conforman el conjunto de recursos necesarios para manipular la información: los ordenadores, los programas informáticos y las redes necesarias para convertirla, almacenarla, administrarla, transmitirla y encontrarla.

El empleo de las TIC en la formación de la enseñanza superior aporta múltiples ventajas en la mejora de la calidad docente, materializadas en aspectos tales como el acceso desde áreas remotas, la flexibilidad en tiempo y espacio para el desarrollo de las actividades de enseñanza-aprendizaje o la posibilidad de interactuar con la

información por parte de los diferentes agentes que intervienen en dichas actividades. La capacidad de las mismas para reducir muchos obstáculos tradicionales, especialmente el tiempo y la distancia, hace que, las inunden el mundo moderno con implicaciones en cada una de las ramas de la sociedad actual. Veamos, que la sociedad de hoy día se adapta perfectamente a las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Las nuevas tecnologías han invadido todos los sectores de la vida, desde el trabajo hasta el ocio, los procesos de enseñanza y aprendizaje que se realizan en los diferentes niveles de educación, permiten generar riqueza a distancia y en red superando las fronteras geográficas y políticas. Han impuesto también un cambio en las relaciones laborales, económicas, culturales, sociales, y un cambio en la forma de pensar de los propios individuos. Hace bastante se acostumbra a utilizar como recursos casi únicos, la tiza y el pizarrón, sin embargo, los avances de la ciencia y la tecnología disponen para el profesor una serie de medios y objetos que pueden servir de elementos mediadores para el desarrollo de su actividad cotidiana, actualmente con la inserción de los avances tecnológicos al proceso de enseñanza hace posible la aparición de nuevos modos de aprendizaje, convirtiendo al docente en un facilitador de los conocimientos. Las nuevas tecnologías permiten introducir imágenes, animaciones y sonidos que provocan generalmente, en los alumnos, un acercamiento a los nuevos temas a estudiar y una motivación por los mismos.

Es importante que consideremos al estudiante como gestor y constructor de su propio conocimiento y al profesor como planteamos anteriormente, como facilitador de este.

Constantemente han existido teorías matemáticas muy abstractas, difíciles de interiorizar si se le enseñan al estudiante de una manera exclusivamente magistral. Existen temas que generalmente son etiquetados por el estudiante como difíciles y poco significativos, cuando en realidad tienen una trascendencia vital dentro de su formación académica en ingeniería.

Las tecnologías de la información y la comunicación han ocasionado una colisión con los métodos tradicionales de enseñanza e indudablemente han impactado las instituciones de enseñanza superior a nivel mundial, obligando en muchos casos a estos centros de enseñanza, a replantearse el concepto de Universidad en el contexto de una sociedad distinta; la sociedad de la información.

Esto ha ocasionado además que muchos investigadores han distinguido en ellas, los medios inexcusables para poder superar problemas culturales y cognoscitivos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la matemática.

La utilización de los recursos informáticos para apoyar los procesos de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, ha abierto una nueva área de investigación; la matemática asistida por computadora. El diseño de ambientes informatizados ricos en interactividad, exploración y recursos multimediales, caracterizados por una manipulación simbólica y representaciones múltiples de un concepto matemático, constituyen actualmente un reto para los docentes universitarios: transformar el proceso de enseñanza aprendizaje en significativo y desarrollador, un espacio donde el profesor se convierta en un facilitador de los conocimientos.

Por otro lado, si se considera la parte sociocultural del proceso docente, entonces el aprendizaje no debe limitarse solo a los procesos internos del alumno, sino que debe tomarse en cuenta, además, su interacción con el medio, o sea con una cultura de recursos materiales y sociales que sustenta la actividad cognitiva, según Crook, 1996. Pero Vigotsky, en su teoría sociocultural, señala que las funciones psíquicas tienen un origen social, se sabe que el hombre es un ser social, un producto de la sociedad, por tanto, sus funciones psíquicas superiores se originan en el proceso de comunicación entre las personas.

Luego si las formas superiores de la subjetividad están en el interactuar de las personas, entonces estas actúan como mediadoras del proceso del conocimiento y solo es comprendida la estructura de las funciones psicológicas superiores mediante el estudio de los instrumentos que actúan como mediadores, entre ellos, están los que actúan en el plano externo, es decir: las herramientas, y con los que el sujeto actúa en el plano interno (los signos). Por tanto, estas herramientas son elementos mediadores, o sea median la acción del hombre: están entre él y el mundo transformando la actividad del ser humano. Y las TIC sin lugar a dudas, no son elementos mediadores simples, sino herramientas poderosas completas para incidir en el aprendizaje de los estudiantes.

Estas herramientas, también tienen efectos motivadores, los que deben utilizarse en función de lograr la aceptación de las matemáticas, se coincide con Torres, (1997) y Vaquero, (1998), quienes afirman que por naturaleza propia ellas constituyen un elemento motivador para los alumnos. En la motivación para la enseñanza, debe comenzarse de las necesidades y motivos para el estudio (Mendoza 2001), siendo las necesidades, la fuerza interna que se realiza sólo en la actividad, ya que es una propiedad psíquica de la personalidad expresada en la interacción del sujeto con el medio.

En cambio, los motivos son, González (1989) la forma en que la personalidad asume sus distintas necesidades, las que elaboradas y procesadas por ella encuentran su expresión en sus distintas manifestaciones concretas, de tipo conductual, reflexivo y valorativo.

Bajo certeza, la formación de adecuados motivos de estudio va a garantizar siempre, una actividad desempeñada con placer y una actitud positiva ante esta (Torres 1997 - 2001), esta se clasifica en: extrínseca e intrínseca. La extrínseca se da cuando el estudiante es motivado desde afuera y está relacionada con los medios o recursos didácticos utilizados por el profesor. La intrínseca está relacionada con la satisfacción o el interés de los estudiantes por la actividad.

Las necesidades constituyen el resultado del desarrollo histórico de la sociedad, por ello se incrementan, y transforman continuamente (Mendoza, 2001, p. 22), por tanto, es una necesidad introducir las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza, estas en otras palabras, son fuentes de motivación, por cuanto incrementan la atención, interés, y nivel de concentración de los estudiantes en el desempeño de la actividad docente desplegada por el profesor.

El maestro puede por sí solo describir el contenido de la actividad; en este caso los alumnos lo obtienen ya en forma preparada. Pero igualmente podría hacerse conjuntamente con los educandos, lo cual crearía en los últimos la ilusión del descubrimiento por sí solos del contenido de la actividad. Esto tiene una importancia positiva para la motivación de la enseñanza. (Talízina). Este planteamiento es aceptado, porque realmente con el método de elaboración conjunta se estimula al estudiante para la investigación del conocimiento, pero, además, le permite exponer sus concepciones.

El profesor debe diferenciar, por una parte, todos los conocimientos sobre la asignatura con los cuales es necesario funcionar, sobre las condiciones que se necesita observar, y por otra parte, los conocimientos sobre el propio proceso de la actividad: con qué comenzar, en qué orden realizar las operaciones, etc. (Talízina). Precisamente este planteamiento ha sido considerado como la médula de esta investigación, o sea, las condiciones previas.

El efecto de la enseñanza y el desarrollo es el resultado directo de la actividad de los alumnos que los vincula al mundo circundante. Su carácter, por una parte, y el grado en que es dirigida por la persona que enseña, por otra, son las vías principales de elevación de la calidad de la asimilación, del efecto desarrollador de la enseñanza (Talízina). Hablando de asimilación, Leóntiev subraya que para dominar "En el producto de la actividad humana hay que realizar una actividad adecuada a la representada en dicho producto" (Leóntiev, 1960, pág.11).

En este sentido, para que exista aprendizaje significativo, los estudiantes deben tener adquiridos sólidos conocimientos previos sobre el tema, estos van a ser enriquecidos, redefinidos y re conceptualizados con la nueva información que se aprenderá con la implementación de diferentes situaciones de aprendizaje (en este

caso con las acciones involucradas en la multimedia). Por tal motivo, el docente debe diseñar e implementar el recurso didáctico que aplicará para lograr la efectividad del proceso enseñanza – aprendizaje. (Rodríguez, 2006).

Una de las teorías de aprendizaje contemporánea que más se ajusta a la enseñanza de las ciencias, es la del teórico norteamericano David Ausubel, el tipo de aprendizaje en que un estudiante relaciona la información nueva con la que ya posee, reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en este proceso...Ausubel (2000), ya que es una propuesta que ayuda a superar el memorismo tradicional que se da en muchas instituciones educativas para lograr un aprendizaje más significativo, comprensivo y autónomo. Este autor postula que el aprendizaje debe ser significativo, no memorístico, y para ello los nuevos conocimientos deben relacionarse con los saberes previos que posea el estudiante, defiende el aprendizaje por recepción donde el profesor estructura los contenidos y las actividades a realizar para que los conocimientos sean significativos. Pero esta posición exige, además:

- Condiciones para el aprendizaje:

Significatividad lógica (se puede relacionar con conocimientos previos)

Significatividad psicológica (adecuación al desarrollo del estudiante)

Actitud activa y motivación.

- Relación de los nuevos conocimientos con los saberes previos. La mente es como una red proposicional donde aprender es establecer relaciones semánticas.

- Utilización de organizadores previos que faciliten la activación de los conocimientos previos relacionados con los aprendizajes que se quieren realizar.

- Diferenciación-reconciliación integradora que genera una memorización comprensiva.

- Funcionalidad de los aprendizajes, que tengan interés, y se muestren útiles.

De acuerdo con Moreira (1997) el aprendizaje significativo se define como “el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende.” (pp. 43) Este tipo de aprendizaje se caracteriza por la interacción entre el nuevo conocimiento y los aprendizajes previos del estudiante, esto a través de los subsumidores o ideas de anclaje. (Moreira, 1997)

De acuerdo con este planteamiento, se ha hecho célebre la frase de Ausubel que el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. El maestro debe averiguarlo y enseñar en consecuencia de lo que descubra.

Si el estudiante no tiene conocimientos previos, se producirá un aprendizaje mecánico, en el cual la adquisición del nuevo conocimiento se hace de manera memorística y arbitraria. Aunque este tipo de aprendizaje es muy potenciado en las aulas, se sabe que los conocimientos adquiridos por el estudiante son temporales, con poca retención, además de no potenciar la comprensión de conceptos (Moreira, 2006).

Rodríguez (2004) plantea que para que se produzca un aprendizaje significativo, deben darse las siguientes condiciones: que el estudiante tenga deseos de aprender significativamente. Este es un factor importante, dado que de nada sirve que el docente diseñe situaciones didácticas interesantes, que emplee diferentes medios y mediadores e implemente situaciones en diferentes ambientes de aprendizaje; si el estudiante no tiene deseos de aprender.

El hecho de que el docente presente un material potencialmente significativo, se refiere a que la secuencia didáctica presentada por él, pueda ser relacionable fácilmente con los conocimientos previos y que el estudiante tenga los subsumidores adecuados que le permitan la interacción con el nuevo conocimiento.

Antes de adentrarse en la propuesta es necesario considerar previamente un aspecto importante:

La definición de medios didácticos abarca todos aquellos recursos que el profesor puede utilizar para facilitar la comunicación con sus estudiantes. En el trabajo se referirá fundamentalmente, a las tecnologías de la información y de la comunicación, visuales y audiovisuales, que se pueden emplear en cualquier situación docente: clases presenciales, semipresenciales, laboratorio, tutoría etc.

Existe una amplia gama de definiciones de medio, esto por la posición que adopta cada especialista considerando el papel de los medios en la Didáctica General (o Teoría del conocimiento) en la dirección del proceso pedagógico, V. González Castro (1990), lo conceptualiza de la forma siguiente: "los medios de enseñanza son todos aquellos componentes del proceso docente educativo que sirven de soporte material (sean estos instructivos o educativos), para posibilitar el logro de los objetivos planteados".

Curbelo Allende (1985), establece que: "los medios de enseñanza son todos los materiales necesitados por el maestro o los alumnos, para una estructuración a todos los niveles, en todas las esferas de nuestro sistema educacional y para todas las asignaturas, para satisfacer las exigencias del plan de enseñanza". Las definiciones

de Curbelo Allende y Lothar Klingberg tienen similitudes, pero en este trabajo se asume la definición de medio dada por Klingberg: todo medio material necesitado por el maestro o el alumno para una estructuración y conducción efectiva y racional del proceso de educación e instrucción a todos los niveles, en todas las esferas de nuestro sistema educacional y para todas las asignaturas, para satisfacer las exigencias del plan de enseñanza.

El trabajo con los medios de enseñanza comprende tres fases muy relacionadas entre sí para las que se requiere de la capacitación didáctica metodológica del alumno y del maestro al ser éste el que dirige el proceso pedagógico, ellas son:

- Selección

Como lo indica su nombre, es en esta fase donde se decide el medio o conjunto de ellos que resulten factibles para los propósitos a alcanzar. Resulta necesario tener en cuenta para ello algunos requisitos didácticos, tales como:

- Características del profesor y los alumnos
- Objetivo, contenido y métodos
- Condiciones materiales existentes
- Dominio del lenguaje del medio

Todos estos requisitos deben verse en sistema para lograr una correcta selección, sin embargo, el conocimiento profundo de las posibilidades y limitaciones de cada medio a partir de los códigos que este emplea constituye un elemento que todo maestro debe dominar y por tanto capacitarse en este sentido.

- Diseño

Esta fase comprende la elaboración de aquellos medios donde interviene el maestro y los alumnos haciendo uso de las combinaciones pertinentes de los diferentes códigos a emplear:

- Forma
- Color
- Tamaño

- Letras
- Relación figura - fondo
- Márgenes
- Indicadores, entre otros.
 - Utilización

Comprende aquellos aspectos del manejo del medio que el maestro y los alumnos deben tener en cuenta en el momento de su utilización. Entre ellos podemos mencionar:

- Momento de su empleo
- Lugar de colocación
- Tiempo de permanencia o exposición
- Elementos a emplear para concentrar la atención del alumno
- Relación palabra - imagen

De lo anteriormente expresado se deriva la importancia de la preparación del maestro para la dirección efectiva del aprendizaje. El Dr. A. García caracterizó el conjunto de cualidades que debe reunir el maestro para el trabajo con los medios que devienen parte esencial de su formación y superación sistemática.

“El componente didáctico “medio de enseñanza”, al igual que el componente “Método”, está determinado en primer lugar, por el objetivo y el contenido de la educación y la instrucción. El contenido y el objetivo son los criterios decisivos de selección y empleo de los medios de enseñanza. En este sentido coincidimos con el principio de (Klingberg) que un medio de enseñanza correctamente seleccionado y empleado, coopera con el proceso de asimilación a precisar el objetivo y a entender más claramente el contenido, o sea actúa sobre el contenido y el objetivo.

A la luz de la Teoría de la Comunicación el papel de los medios de enseñanza se concreta en su contribución al logro de los objetivos (tanto de aprendizaje como de enseñanza).

Esta afirmación se fundamenta en la posibilidad de objetivar el aprendizaje a partir de la materialización (con

mayor o menor grado de abstracción) del contenido de la educación y la enseñanza. Si se toma en cuenta el grado de redundancia necesario, los medios de enseñanza permiten incrementar la cantidad de información al tratar diferentes aristas de un mismo objeto de estudio, disminuyendo las posibilidades de distorsión del mensaje. Al mismo tiempo sirven de base para el desarrollo de habilidades toda vez que se introducen para la ejecución de actividades prácticas por los estudiantes.

La fundamentación psicofisiológica del empleo de los medios de enseñanza está determinada por las teorías y principios establecidos por las ciencias correspondientes, así como por los resultados de las investigaciones pedagógicas encaminadas a verificar sus efectos en la psiquis de los estudiantes. Durante la actividad de aprendizaje se suceden una serie de procesos psíquicos y reacciones fisiológicas susceptibles de enriquecerse o acelerar a través del empleo científicamente fundamentado de los medios de enseñanza.

El análisis de la capacidad de paso de información de los canales sensoriales (aproximadamente 83 % por el visual, 11 % por el auditivo y 6 % por los restantes) indica en primera instancia la necesidad de visualizar el aprendizaje y la enseñanza, la importancia de la comunicación oral así como la incorporación simultánea del mayor número necesario de canales en función de la apropiación de la mayor cantidad de información del objeto de estudio, lo que supone la selección del conjunto de códigos y sus correspondientes medios de enseñanza.

El empleo acertado de los medios de enseñanza ha demostrado mediante numerosas investigaciones la posibilidad de fortalecimiento de la memoria. La memorización no sólo se refuerza a través de lo percibido, sino fundamentalmente por la incorporación de actividades prácticas y de discusión del contenido.

Por supuesto, la incorporación de los medios de enseñanza no es una condición de por sí suficiente para provocar los efectos mencionados. Su efectividad depende de una adecuada selección, diseño, elaboración y utilización armónica y correspondiente con la estructura didáctica metodológica de la clase. Es por estas razones entre otras que la autora para este trabajo ha seleccionado como medio de enseñanza, una multimedia.

No debe olvidarse además que la didáctica es el arte de enseñar, ahora, un recurso didáctico es todo material que sirva al maestro en su desempeño para el aprendizaje de los estudiantes, también es cierto que solo una adecuada selección y aplicación de un recurso didáctico, provocará un eficiente proceso formativo, es por ello que se han sustentado acciones para el modelado, en una multimedia como recurso didáctico. Sin duda alguna con una multimedia el enfrentamiento intuitivo a la información y al aprendizaje, está dotado de una idoneidad inigualable.

En la actualidad existe una gran diversidad de aplicaciones informáticas que posibilitan la creación de recursos y materiales multimediales. Pero frente a esta proliferación se hace necesario establecer criterios de selección que se adecuen a las necesidades y objetivos de la experiencia de formación que se pretende llevar a cabo.

Entre los criterios a tener en cuenta se encuentran:

- Las posibilidades de las redes en el campo educativo.
- Las características técnicas y pedagógicas de dichas herramientas.

Multimedia: es un término con el que se puede calificar a los medios electrónicos (u otros medios) que permiten almacenar y presentar contenido multimedia. Se define como: tecnología que permite integrar textos, números, gráficos, imágenes fijas o en movimiento, sonidos, alto nivel de interactividad y además, las posibilidades de navegación a lo largo de diferentes documentos. Otra definición consultada, la concibe como: un dispositivo o conjunto de dispositivos (software y hardware) que permiten integrar simultáneamente diversos formatos de información: textual, gráfica (dibujos y diagramas), auditiva (música y voz) e icónica (imágenes fijas, animadas y secuencias de vídeo (Área, 2009). Además de la definición proporcionada por Smaldino (2006) la cual manifiesta que multimedia es una tendencia de mezclar diferentes tecnologías de difusión de información, impactando varios sentidos a la vez para lograr un efecto mayor en la comprensión del mensaje.

El término multimedia ha sido definido por muchos autores, pero en este trabajo se asume la definición de Carlos Bravo en su tesis doctoral (1997): "Es un sistema que combina diferentes medios, que toma como eje de confluencia el ordenador y cuya integración se caracteriza por la sincronización de los medios, la interacción entre el sistema y el usuario, además de la no linealidad en la navegación".

La multimedia es un recurso que presupone un alto nivel en la didáctica, pues permite un proceso de aprendizaje autónomo donde se concretiza el principio de aprender a aprender, además de convertir al estudiante en artífice de su propia formación.

A la luz del enfoque histórico cultural desarrollado inicialmente por el científico ruso Lev Semionovich Vigostky y posteriormente enriquecido por A. N, Leontiev, P. Ya Galperin, N. Talízina entre otros destacados científicos, se asume el desarrollo integral de la personalidad, como producto de la actividad y la comunicación en el proceso pedagógico, consideramos que el hipertexto puede contribuir a enriquecer el aprendizaje del estudiante. Por otro lado, la multimedia está centrada en el sujeto (en este caso el estudiante), esto permite considerar las características de los mismos en el proceso de selección, diseño y aplicación. Desde el punto de vista educativo

contribuye al desarrollo de la personalidad de los estudiantes, y posee numerosas ventajas en el proceso de enseñanza aprendizaje

- Para el caso del aprendizaje se logra que los alumnos vean la importancia del contenido y sientan satisfacción por lo aprendido, considerándose un aprendizaje significativo.
- El proceso de aprendizaje se hace más dinámico ya que se enseñan diversos temas mediante imágenes con movimiento, sonidos y textos haciendo más amenas las clases.
- El adecuado uso de estos sistemas hace más prestigiosa la actividad del docente por implementar un método de enseñanza con resultados.
- Amplía su preparación en la especialidad que se forma, además de optimizar el tiempo.
- Desde el punto de vista instructivo, posibilita al estudiante ampliar sus conocimientos, buscar nuevas informaciones y validar lo aprendido, transitando por los niveles de asimilación desde la familiarización hasta la creatividad, transmitiendo simultáneamente el componente educativo, por lo que el aprendizaje se torna desarrollador.
- Los conocimientos involucrados para la formación se adecuan a las necesidades de los estudiantes, por lo que se da el principio de la flexibilidad.

La fundamentación filosófica de los medios de enseñanza está determinada por la teoría del conocimiento, (gnoseología), marxista-leninista que se apoya en las leyes del materialismo dialéctico, base metodológica de todas las ciencias. El conocimiento se produce, según la conocida fórmula leninista, de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de este a la práctica, pudiendo definirse brevemente como el reflejo de la realidad objetiva en la conciencia del hombre que se produce en función de la práctica y que tiene un carácter dialéctico, elaborándose en las fases estrechamente vinculadas, la fase sensorial o del conocimiento concreto o sensible, que se obtiene a través de las sensaciones y percepciones por medio de los órganos de los sentidos, y la fase racional del conocimiento abstracto a través del pensamiento o sus diversas formas que se expresan mediante el lenguaje.

La fundamentación psicopedagógica tiene su basamento, en las relaciones existentes entre lo sensorial y lo racional al permitir el contacto directo con la realidad objetiva o al reproducirla. En los aspectos psicológicos hay que tener en cuenta la psicología de la enseñanza (profesor) y del aprendizaje (alumno), existiendo diversas teorías del aprendizaje que, por lo general, están estructuradas sobre la base de la teoría del conocimiento y la personalidad.

Cuando el sistema multimedia es considerado como un medio de enseñanza, simultáneamente da la posibilidad de analizar las funciones didácticas que el mismo puede realizar. Al ser consultadas las literaturas de Klingberg, L (1978), González, V (1986) y Fernández (1989), se ha contactado que algunas de las funciones didácticas de los medios de enseñanza en el proceso docente sirven de base para la selección de la multimedia, bajo las consideraciones de que esta responde sin duda alguna a las funciones: cognoscitiva, motivadora integradora, interactiva, sistematizadora, comunicativa, informativa, y de control, como recursos para que el mensaje llegue mejor al estudiante (Ana María Fernández 2002).

La función interactiva parte de la función comunicativa pues con ella se logra la verdadera comunicación con el contenido y esta función influye decisivamente sobre el aprendizaje. El estudiante deja de ser un receptor pasivo de la información, para transformarse de manera tal que pasa a tener un papel activo en su propio aprendizaje.

Para explicar la función motivadora retomamos como punto de partida el criterio de González, V. (1986) cuando señala que: " los medios aumentan la motivación por la enseñanza al presentar estímulos que facilitan la autoactividad del estudiante, la seguridad en el proceso de aprendizaje y el cambio de actividad". Se está de acuerdo con el autor, por cuanto la multimedia concebida eleva considerablemente la motivación del estudiante hacia la materia que estudia, en este caso la referida a las condiciones previas para el modelado plasmadas en el trabajo, pues lo sitúa en contacto con un nuevo conocimiento, un nuevo medio, una nueva vía. Sin lugar a dudas, la existencia de ambientes matemáticos apoyados con tecnología, favorece la motivación y la curiosidad intelectual del estudiante.

La función integradora de la multimedia propuesta es una de las más esenciales, dado por la integración de los medios y la coherencia de todos sus componentes, reflejado también en otras funciones. La integración de los medios no significa la sustitución de uno por otro, ni la sobrevaloración de uno por encima de otros. Esta integración tiene como fin principal facilitar al estudiante el acceso a la información, el ahorro de tiempo, la disminución del esfuerzo en el aprendizaje y finalmente el acrecentamiento de la efectividad del proceso de aprendizaje.

Obviamente, y considerando todo su potencial, la multimedia se convierte en un medio de enseñanza novedoso, confirmado esto por su poca utilización en las instituciones educacionales.

2.2 Análisis de la propuesta: "cómo modelar problemas".

La multimedia: "cómo modelar problemas", atraviesa diferentes etapas: diagnóstico (para evidenciar la necesidad), ejecución y evaluación.

Diagnóstico: aquí se miden los conocimientos previos y el desarrollo de habilidades de los estudiantes.

Ejecución: es aquí donde se organiza la información distribuida en VII temas a través de varias páginas a las cuales puede accederse desde la página central, ¿cómo? mediante los diferentes enlaces.

Evaluación: aquí se evaluará el contenido seleccionado en el proceso de enseñanza de la Matemática III, referente a la modelación de problemas, sus mejoras, optimización y contribución al nivel de desarrollo del mismo.

Se ejecutaron diálogos cognitivos con profesores y estudiantes insertados en esta investigación, con el objetivo de mejorar y perfeccionar la propuesta, anexando, permutando y suprimiendo elementos que a su juicio obstaculizaban el buen desempeño de la misma.

En la multimedia educativa concebida se tuvieron presentes algunas consideraciones que explicamos a continuación:

- La didáctica como ciencia:

La práctica histórico-social ha demostrado que la formación de las nuevas generaciones, de acuerdo con las aspiraciones de la sociedad, se produce, fundamentalmente, en el objeto: proceso docente-educativo. Ese objeto puede ser estudiado por varias ciencias, sin embargo, hay una que lo hace atendiendo al problema denominado encargo social: preparar al hombre para la vida. Es decir, la sociedad le plantea a la escuela la necesidad de la formación de un egresado que reúna determinadas cualidades que le permita enfrentarse a un conjunto de situaciones, que se modifican por la acción del mismo egresado, apoyándose en las ciencias o ramas del saber que haya dominado en dicho proceso.

La didáctica es la ciencia que estudia como objeto el proceso docente-educativo dirigido a resolver la problemática que se le plantea a la escuela: La preparación del hombre para la vida, pero de un modo sistémico y eficiente. Este proceso se convierte en el instrumento fundamental, dado su carácter sistémico, para satisfacer el encargo social.

Entiéndase por didáctica, el arte de enseñar, ahora, como recurso didáctico es todo material que sirva al maestro en su desempeño para el aprendizaje de los estudiantes, también es cierto que solo una adecuada selección y aplicación de un recurso didáctico, provocara un eficiente proceso formativo, es por ello que se ha seleccionado una multimedia como recurso didáctico. En este aspecto deben ser tomados para su elaboración, sus principios y

funciones, el objetivo, la habilidad declarada en el programa, motivación y estructuración lógica del contenido, los niveles de asimilación y las formas evaluativas

- ✓ Se ha considerado en ella la efectividad, para llegar al cumplimiento del objeto propuesto, así como la eficiencia para con menos recursos, tiempo y energía el usuario consiga los objetivos propuestos
- ✓ El contenido que se expone en ella, aparece en forma sencilla, sin ambigüedades, depurado, propiciando la facilidad del aprendizaje para el usuario.
- ✓ Con vista a que el usuario quede incentivado a manipular de nuevo el producto, la tasa de errores en este, es baja
- ✓ Para que el usuario se sienta bien al utilizarla, se ha considerado el nivel de satisfacción. Se cree oportuno exponer algunos principios y normas de diseño que han sido abordados anteriormente en el trabajo, pero ahora de forma resumida y precisa:
 - Principio de múltiple entrada o multicanal: contempla la transmisión de información utilizando todos los canales de comunicación, imagen, video, sonido y texto de forma sincronizada. Es oportuno señalar que en numerosas investigaciones se ha demostrado que de los sentidos, el de la vista es el que mayor capacidad de retención posee, en otras palabras, la visión ayuda sustancialmente a que el conocimiento se adquiera de mejor manera, pues de todos los sentidos es el que tiene el mayor por ciento en la adquisición de los conocimientos.
 - Principio de interactividad: da acceso a cualquier parte de la multimedia rompiendo con la linealidad o secuencialidad, para reforzar el mensaje a transmitir. Además, se evitan períodos de tiempo excesivamente prolongados en los que el usuario no interviene, como: una lectura de textos extensos en pantalla, secuencias prologadas de sonido e imagen animada, pues esto puede hacer perder el interés y simultáneamente traer una desmotivación, resultando una indigestión intelectual para el usuario.
 - Principio de libertad: aquí el usuario piensa que navega libremente, mientras que en realidad está inmerso en un esquema de etapas predeterminadas.

Descripción de la multimedia concebida para asegurar las condiciones previas.

La multimedia ha sido nombrada: “cómo modelar problemas” y es muy importante en el proceso de formación del futuro ingeniero, pues tiene por objetivo el fortalecimiento de los conocimientos previos para el modelado de los

problemas que se presentan al hombre en cada ciencia particular, y que conducen a ecuaciones diferenciales, (problemas de la vida real). En ella se incluyen VII temas referentes a: modelos, problemas poblacionales, geométricos, de sustancias radiactivas, carbono 14, variación de temperatura y relacionados con los circuitos eléctricos en serie. Está estructurada como a continuación se explica.

En primer lugar, aparece el tema concerniente a los modelos, donde después de definir modelo se exponen de manera general algunos conocimientos propios de la asignatura en curso que el estudiante tiene que dominar. Por otro lado, se explica el método de solución de una ecuación diferencial lineal, oportuna para los problemas de circuitos en especial.

Seguidamente son expuestos y algunos ejemplificados, los contenidos que de manera general el estudiante necesita para tratar la modelación de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden. Los temas son identificados con una imagen, con el objetivo de que los estudiantes reconozcan el tema de manera inmediata y simultáneamente motivarlos por el estudio del mismo. En algunos de estos se ha seleccionado un color específico tomado del código internacional, con igual fin.

El tema concerniente al modelado de manera general fue concebido de la manera siguiente:

MODELOS MATEMÁTICOS Con frecuencia es deseable describir en términos matemáticos el comportamiento de algunos sistemas o fenómenos de la vida real, sean físicos, sociológicos o hasta económicos. La descripción matemática de un sistema de fenómenos se llama modelo matemático y se construye con ciertos objetivos. Por ejemplo, podemos desear entender los mecanismos de cierto ecosistema al estudiar el crecimiento de la población animal en ese sistema, o podemos desear datar fósiles y analizar el decaimiento de una sustancia radiactiva ya sea en el fósil o en el estrato en que éste fue descubierto.

El estudio de las ecuaciones diferenciales posee una significativa importancia por cuanto pueden ser modelados y resueltos, una serie de problemas poblacionales, de circuitos eléctricos, económicos, de temperaturas, mezclas químicas entre otros. Para ello debes de dominar una serie de conocimientos previos, tales como:

- Definición de derivada
- Reglas de derivación
- Derivada como una razón de cambio
- Primera derivada y crecimiento / decrecimiento

- Problema de valor inicial: cuando vamos a resolver una ED de primera orden sujeta a la condición inicial $y(x_0)=y_0$, donde $x_0 \in I$ (I : intervalo de valores posibles para x) y y_0 es un número real arbitrario, decimos que se resuelve un problema de valor inicial.
- Definición y método de solución de una ecuación diferencial de Variable Separable
- Definición y método de solución de una Ecuación Diferencial Exacta
- Definición y método de solución de una Ecuación Diferencial Homogénea
- Definición y método de solución de una Ecuación Diferencial lineal de primer orden
- Una ecuación de la forma: $y' + p(x)y = g(x)$ (I) es llamada ecuación lineal de primer orden.

En la multimedia aparece el botón observaciones importantes, en el que se incluyen aspectos y principios generales, válidos para la modelación de problemas de crecimiento, decrecimiento y la ley empírica de Newton. Véase:

1. Proporcionalidad directa entre la variación y la cantidad presente $y' = ky$

Este principio está presente en toda situación de crecimiento o decrecimiento, en la que la cantidad presente de una sustancia, población, objetos, etc.; provoca que la misma sustancia crezca a una velocidad que crece: si la cantidad presente crece, y de igual manera a la inversa, si la cantidad presente decrece la velocidad de decrecimiento decrece en una misma proporción.

Ejemplos de este principio se dan de manera general en:

- Tamaño y velocidad de crecimiento de una población.
- Cantidad presente de una sustancia radioactiva y su velocidad de descomposición.

2. Proporcionalidad inversa entre la variación y la cantidad presente $y' = k\frac{1}{y}$

Este principio es empleado cuando se observa que la cantidad presente de una sustancia, población u objetos provoca que, entre más grande sea, más pequeña es la velocidad de crecimiento y a la inversa cuando la cantidad presente es muy pequeña la velocidad de crecimiento es más grande.

3. Proporcionalidad directa entre la velocidad de la variación y la diferencia entre la cantidad presente y la inicial $y' = k(y - y_0)$

Este principio se puede observar por ejemplo en la ley de enfriamiento de Newton que establece que la temperatura de un cuerpo caliente decrece (o a la inversa un cuerpo frío se calienta) en proporción directa a la diferencia entre la temperatura actual y la temperatura del medio ambiente.

La existencia de los principios explicados en el párrafo anterior avala dos de las preguntas formuladas a los estudiantes en la prueba pedagógica de entrada (ver anexo 6)

Tema II: Problemas Geométricos

Este tema se identifica con una imagen donde se visualiza la ortogonalidad, además de un determinado color con el fin de que el estudiante reconozca de manera inmediata a que contenido hace referencia el tema en cuestión.

En el tema se abordan los problemas geométricos donde se aplican las ecuaciones diferenciales de primer orden (determinación de las trayectorias ortogonales de una familia de curvas dada), y se exponen previamente todos los conocimientos que el estudiante debe tener para afrontar con éxito este tipo de problema, además de los propuestos que el estudiante debe resolver.

Esta aplicación es procedimental, por lo que se explica y luego se ilustra con un problema bien detallado. Se orientan otros y simultáneamente la forma en que el estudiante debe de autoevaluar los conocimientos recibidos al efecto. A continuación se ilustran las cuestiones relevantes del tema implícitas en la multimedia:

Definición: cuando todas las curvas de una familia de curvas

$G(x, y, c_1) = 0$ cortan ortogonalmente a todas las curvas de otra familia $H(x, y, c_2) = 0$, se dice que las familias son, cada una, trayectorias ortogonales de la otra.

Dicho de otra manera, una trayectoria ortogonal es una curva cualquier que corta en ángulo recto a toda curva de otra familia.

Solo debe usted dominar, el procedimiento para encontrar la familia de curvas ortogonales a la familia dada. Para ello:

1. Despejar la variable dependiente
2. Derivar a la función obtenida con respecto a x
3. Sustituir la constante c en la expresión que define a la derivada

4. Escribir la ED que define a la familia ortogonal como: $\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{f(x,y)}$

4. Resolver la ecuación diferencial obtenida (4), claro para ello debe usted tener dominio de los procedimientos de solución de las ecuaciones diferenciales de primer orden estudiados.

Se explica como ejemplo ilustrativo en la multimedia el siguiente (problema 1 de los propuestos en el texto básico)

Obtenga las trayectorias ortogonales de la familia de curvas dada.

$$c_1x^2 + y^2 = 1 \quad (I)$$

Luego de resolverse el ejemplo ilustrativo, se proponen quince problemas en la multimedia, concebidos en el texto básico, los que a continuación se muestran.

Obtenga las trayectorias ortogonales de la familia de curvas dadas

1. $y = c_1x$ 2. $3x + 4y = c_1$

3. $y = c_1x^2$ 4. $y = (x - c_1)^2$

5. $2x^2 + y^2 = c_1^2$ 6. $y = c_1xe^{-x}$

7*. $y = e^{c_1x}$ 8. $y^2 = c_1x^3$

9. $y^a = c_1x^b$, a y b constantes

10. $y = \frac{x}{1+c_1x}$ 11. $y = \frac{1+c_1x}{1-c_1x}$

12. $2x^2 + y^2 = 4c_1x$ 13. $x^2 + y^2 = 2c_1x$

14. $y^3 + 3x^2y = c_1$ 15. $y^2 - x^2 = c_1x^3$

Tema III: Problemas Poblacionales

Este tema es identificado con una imagen poblacional, es muy importante para la vida por cuanto aparece en muchas teorías físicas que involucran los contenidos de los problemas relacionados con el crecimiento o

decrecimiento de una población, bien sea humana, bacteriana, o animal considerando un medio idóneo (en ausencia de depredadores, inmigración, enfermedades, cambios climáticos etc.).

El tema inicia con una locución motivadora y tentativa para los estudiantes, véase:

Uno de los primeros intentos para modelar problemas poblacionales mediante las matemáticas fue realizado en 1798 por el economista y demógrafo inglés Tomas Robert Malthus (1766-1834) (modelo estimativo de Malthus o modelo Malthusiano, en este se plantea que los nacidos y los muertos son proporcionales a la propia población. Este modelo simple, falla si se consideran muchos otros factores que pueden influir en el crecimiento o decrecimiento (por ejemplo, inmigración y emigración), resultó sin embargo, bastante exacto en predecir la población de los Estados Unidos, durante 1790-1860. Fue uno de los primeros en darse cuenta que la población crece como una razón geométrica mientras que los medios de subsistencias crecen de manera aritmética.

Esto está plasmado en su ensayo sobre el Principio de Poblaciones, el cual inspiró a Darwin en la formulación del principio de selección natural. Malthus, muy religioso y creyente pensaba que esa diferencia en el crecimiento de la población y las necesidades que ellas generaban, eran de procedencia divina y que forzara a la humanidad a ser más laboriosa e ingeniosa para lograr los medios de subsistencia.

Darwin, no tan religioso, lo formuló como una situación natural presente en todas las especies.

Es bueno conocer que: “en un instante de tiempo dado la rapidez con que la población se multiplica (bien sea bacteriana, humana o animal), es directamente proporcional al número de pobladores en dicho instante”, y esta ley es modelada por la siguiente ecuación diferencial: $\frac{dN}{dt} = kN$, llamada ecuación autónoma y por tanto de variables separables, donde $N(0) = N_0$ es la población para un tiempo 0 y k será positiva si la tasa de natalidad es mayor que la de mortalidad, negativa en caso contrario y nula en el caso ideal que ambas tasas coincidan.

El problema ilustrativo para este tema reflejado en la multimedia, es el siguiente:

En una botella de leche, después de un día de haber sido embotellada, se encuentran 500 bacterias y al segundo día se encuentran 8000 organismos. ¿Cuál es el número de organismos en el momento de embotellar la leche?

Seguidamente se proponen problemas del texto con carácter evaluativo con sus respectivas soluciones, además de la forma que el estudiante aplicaría para autoevaluar los conocimientos adquiridos al respecto.

En el problema anterior le son dadas dos vías de solución al estudiante, la que se ilustra en el desarrollo del problema y la otra es orientada para que el estudiante intente su aplicación.

Problemas propuestos en la multimedia para medir el desempeño de los estudiantes en el modelado:

1. Se sabe que la población de cierta comunidad aumenta, en un instante cualquiera, con una rapidez proporcional al número de personas presentes en dicho instante. Si la población se duplica en cinco años. ¿Cuánto demorará en triplicarse? ¿Cuánto demorará en cuadruplicarse?

2. Supongamos que se sabe que la población de la comunidad en el anterior problema 1 es de 10000 habitantes después de tres años. ¿Cuál era la población inicial? ¿Cuál será la población en 10 años?

3. La población de una pequeña ciudad crece, en un instante cualquiera, con una rapidez proporcional a la cantidad de habitantes en dicho instante. Su población inicial de 500 aumenta 15 % en 10 años. ¿Cuál será la población dentro de 30 años?

Tema IV: Problemas de sustancias radiactivas.

Para las sustancias radiactivas se utiliza como identificación la imagen correspondiente a la bomba de **Hiroshima** y el color naranja por ser este último, identificativo de peligrosidad. La locución que asiste a este tema es siguiente:

Entre 1900 y 1902, Rutherford y Soddy, galardonados posteriormente con el premio nobel de Química, estudiaron la desintegración radiactiva de la materia por emisión de radiactividad, sus resultados fueron realmente revolucionarios, porque rompieron definitivamente con la idea de la “Indestructibilidad de la Materia”

Los núcleos de los materiales radiactivos se desintegran parcialmente con el tiempo, convirtiéndose en material estable no radiactivo y esto tiene nombres diferentes: periodo medio, semivida, vida media o periodo de semi-desintegración de una sustancia radiactiva. Mientras mayor sea su semivida, más estable es una sustancia; por ejemplo, la semivida del radio Ra-226, muy radiactivo, es unos 1700 años. En ese lapso, la mitad de determinada cantidad de Ra-226 se transmuta y forma radón Rn-222. El isótopo más común del uranio, el U-238, tiene periodo medio de 4500 millones de años.

En este tema se exponen, además, los conocimientos previos que se necesitan para modelarlos con éxito, y muy importante, se da la ley general: “La cantidad de núcleos atómicos de una sustancia radiactiva que se desintegra en un tiempo t es directamente proporcional al número de núcleos presentes N ”.

El tema es ilustrado con el problema aplicativo que se expone a continuación, considerando el nivel del conocimiento de los estudiantes hasta el momento, que sabemos es insuficiente, es por ello que se hace una explicación minuciosa del mismo.

El isótopo radioactivo plutonio 241 decae de forma que la constante de proporcionalidad es $k = 0,0525$ donde Q está dada en mg. Obtenga la ecuación que modela a la cantidad de plutonio en función del tiempo.

Finalmente son orientados los ejercicios análogos al explicado y al ejemplo del libro de texto básico, donde el estudiante tiene la posibilidad de autoevaluarse en los mismos.

Q: Cantidad de plutonio 241 en el tiempo t .

$Q(0) = Q_0$ Cantidad inicial de plutonio

$\frac{dQ}{dt}$: Rapidez de desintegración del plutonio 241

$k = -0,0525$: Constante de proporcionalidad t : tiempo en años (unidad de variación del tiempo, es el año).

Son propuestos en la multimedia, los siguientes problemas:

1. El isótopo radiactivo de plomo, Pb- 209, se desintegra, en un instante cualquiera, con una rapidez proporcional a la cantidad presente en dicho instante, y tiene una semivida (o período medial) de 3.3 horas. Si inicialmente hay un gramo de plomo, ¿cuánto tiempo transcurrirá para que se desintegre el 90 % de dicho elemento?
2. Inicialmente había 100 miligramos (mg) de una sustancia radiactiva. Después de 6 horas la masa disminuyó en 3 %. Si la rapidez de desintegración es, en un instante cualquiera, proporcional a la cantidad de sustancia presente en dicho instante, halle la cantidad que queda después de 6 horas.
3. Determine la semivida de la sustancia radiactiva descrita en el problema 2.

Tema V: Problemas de Carbono 14.

Uno de los métodos más precisos para determinar la edad de restos arqueológicos es el método del carbono 14 (C^{14}), basado en que para cualquier organismo vivo una proporción constante de átomos de carbono, está formada por el isótopo radioactivo C^{14} . La proporción permanece prácticamente constante durante toda la vida y cuando el organismo muere el C^{14} sigue su proceso de desintegración, con lo cual, la proporción disminuye.

En la multimedia para los problemas de Carbono 14 se utiliza para identificarla, la imagen correspondiente a restos fosilizados en una piedra que datan de mucho tiempo. Posteriormente se explica en qué consiste el

método, además de destacar su importancia para datar la edad de un fósil, de una pintura, de un árbol etc., (todo ello, mediante la locución siguiente:

Alrededor de 1950, el químico Willard Libby inventó un método que emplea al carbono radiactivo para determinar las edades aproximadas de fósiles.

La teoría de la datación (fechamiento o fechado) con radiocarbono, se basa en que el isótopo carbono 14 se produce en la atmósfera por acción de la radiación cósmica sobre el nitrógeno.

Cuando muere un organismo la absorción del C-14 sea por respiración o alimentación cesa. Así, si se compara la cantidad proporcional de C- 14 presente, por ejemplo, en un fósil, con la relación constante que existe en la atmosfera, es posible obtener una estimación razonable de su antigüedad. El método se basa en que se sabe que el periodo medio del carbono 14 radiactivo es, aproximadamente, 5600 años. Por este trabajo, Libby ganó el Premio Nobel de química en 1960. Su método se usó para fechar los muebles de madera en las tumbas egipcias y las envolturas de lino de los rollos del Mar Muerto. Un modelo simple para describir este fenómeno supone que, la cantidad de átomos que se desintegra es proporcional a la cantidad de átomos presentes, o sea se cumple la ecuación diferencial: $\frac{dN}{dt} = -\lambda N(t)$, donde $N(t)$ es la cantidad de carbono 14 de una muestra en un tiempo t , $R(t) = -\lambda N(t)$ es la tasa de desintegración y $R(0)$ es la tasa original de desintegración, que coincide con la tasa de desintegración de la materia viva.

Se define semivida o período medio de una sustancia radiactiva, además de explicar en qué consiste el proceso de desintegración para incentivar al estudiante a la modelación del mismo. El tema se ilustra con el siguiente problema aplicativo de forma similar a como se concibió en los anteriores.

Se analizó un hueso fosilizado y se encontró que contenía la $\frac{1}{1000}$ de la cantidad original de C-14. Determine la edad del fósil.

En el anterior problema es muy importante considerar que la vida media del carbono 14 es alrededor de 5600 años.

Se proponen en la multimedia los siguientes problemas del texto básico (Ecuaciones diferenciales con aplicaciones. Parte I. Zill Dennis)

1. En un trozo de madera quemada se encontró que el 85 % del C-14 se había desintegrado, (la semivida del C-14 radiactivo es aproximadamente 5600 años) Determine la edad aproximada de la madera. (Es precisamente este

dato el que los arqueólogos utilizaron para determinar la edad de las pinturas prehistóricas encontradas en una caverna de Lascaux, Francia).

2. El carbono extraído de un hueso fosilizado antiguo contenía solamente una sexta parte de carbono 14. ¿Cuál es la antigüedad del hueso?

3. En una cueva de Sudáfrica se encontró un cráneo humano junto a los restos de una fogata. Los arqueólogos consideran que la edad del cráneo coincide con la de la fogata. Sabiendo que sólo un 20 % de la cantidad original de carbono 14 queda en la madera. Halle una expresión para $Q(t)$ en cualquier instante t , sabiendo que $Q(0) = Q_0$. Determine la antigüedad del cráneo.

Tema VI: Problemas de Temperatura

Este tema es identificado con el color azul, considerando que el fuego en dependencia de la cantidad de oxígeno, puede ser, rojo, amarillo, verde o azul y una imagen ilustrativa del calor. En él se fundamenta la ley que lo sustenta, para motivar e los estudiantes, véase

Si un cuerpo u objeto que tiene una temperatura t , es depositado en un medio ambiente que tiene una temperatura constante, la experiencia dice que al paso del tiempo, la temperatura del cuerpo tiende a ser igual a la del medio que lo rodea, que se llama, temperatura ambiente, y esta ley en términos matemáticos es la

siguiente ecuación diferencial. $\frac{dT}{dt} = k(T - T_m)$. Si $T(t)$ representa la temperatura del cuerpo, T_m es La

temperatura del medio que lo rodea y $\frac{dT}{dt}$ es la rapidez con que cambia la temperatura del cuerpo y k es una constante de proporcionalidad, en ambos casos calentamiento o enfriamiento, si T_m es una constante se considera negativa.

La multimedia expone la ley empírica de Newton del enfriamiento o calentamiento, la cual expresa que: la rapidez con la que cambia la temperatura de un cuerpo es proporcional a la diferencia entre la temperatura del cuerpo y la del medio que lo rodea. Esta ley debe ser dominada por su importancia, ya que es ella la que después del estudiante haber interpretado correctamente el problema, permite su modelación.

De forma semejante a los anteriores temas se ilustra con un problema y luego se proponen otros, explicándole al estudiante como autoevaluar sus conocimientos al respecto.

Un cuerpo se calienta a 110°C y se expone al aire libre a una temperatura de 10°C . Si al cabo de una hora su temperatura es de 60°C . Cuánto tiempo adicional debe transcurrir para que se enfríe a 30°C .

Después de ser resuelto este ejercicio en la multimedia, son propuestos los problemas siguientes:

1. Un termómetro que está en el interior de una habitación se lleva al exterior, donde la temperatura del aire es de 5° F. Después de un minuto el termómetro marca 55° F y después de 5 minutos marca 30° F. ¿Cuál es la temperatura inicial de la habitación?

2. Un termómetro se saca de una habitación donde la temperatura del aire es de 70° F, al exterior, donde la temperatura es de 10° F. Después de medio minuto el termómetro marca 50° F. ¿Cuánto marce el termómetro cuando $t = 1 \text{ min}$? ¿Cuánto tiempo demorará el termómetro en alcanzar los 15° F?

3. Cuando un objeto absorbe calor del medio que lo rodea se obtiene también la fórmula siguiente:

$\frac{dT}{dt} = k(T - T_m)$ Una pequeña barra de metal cuya temperatura inicial es de 20°C, se deja caer en un recipiente con agua hirviendo. Calcule el tiempo que dicha barra demorará en alcanzar los 90°C si se sabe que su temperatura aumentó 2° en un segundo. ¿Cuánto demorará la barra en alcanzar los 98°C?

Tema VII: Problemas de Circuitos.

Circuitos eléctricos LR y RC en serie

En física elemental encontramos que la fem está relacionada con el flujo de corriente en el circuito. En forma simple, la ley dice que la corriente instantánea I (en un circuito que contiene sólo una fem E y una resistencia) es directamente proporcional a la fem.

En la multimedia, el tema es identificado con un marcapasos. Es de una importancia sustancial, por cuanto estos problemas se aplican en la mayoría de las Ingenierías. Son abordados los circuitos en serie LR y RC, en los que exista exactamente una inductancia y una resistencia para el primero y solo una capacitancia y una resistencia para el segundo. Es bueno señalar que el marcapasos de corazón funge como un circuito eléctrico y dentro de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden declarados en el texto básico, aparecen algunos de esta índole que el estudiante debe resolver.

En el tema se comienza con algunas explicaciones que avalan la aplicación de la ley a través de la siguiente locución:

En mecánica se tiene como base fundamental las leyes de Newton, de manera análoga, en electricidad se cuenta con las leyes de Kirchoff que describen el comportamiento de los circuitos eléctricos. Realmente la teoría de la

electricidad está gobernada por un cierto conjunto de ecuaciones conocidas en la teoría electromagnética como las ecuaciones de Maxwell. La ley de Kirchoff es ampliamente adecuada para estudiar las propiedades simples de los circuitos eléctricos. El circuito eléctrico más simple es un circuito en serie en el cual tenemos una fem (fuerza electromotriz), la cual actúa como una fuente de energía tal como una batería o generador, y una resistencia, la cual usa energía, tal como una bombilla eléctrica, tostador, u otro electrodoméstico.

La segunda ley de Kirchoff plantea que en un circuito en serie en el cual exista exactamente una resistencia y una inductancia, la suma de las caídas de voltaje en el inductor ($L \frac{di}{dt}$) y el resistor Ri es igual a la tensión $E(t)$ aplicada al circuito $L \frac{di}{dt} + Ri = E(t)$ (1)

Como se observa la ecuación diferencial (1) que describe el comportamiento de la corriente eléctrica a través del circuito es una ecuación diferencial lineal y puede resolverse con el método descrito anteriormente

Ejemplo ilustrativo para un circuito LR

Un generador con una fem de 50 v se conecta en serie con una resistencia de 10Ω y un inductor de 2 henrys. Si el interruptor se cierra cuando $t=0$, determine la corriente para todo t .

Procediendo de manera análoga al circuito L-R, para el circuito RC en serie se tiene:

$$Ri + \frac{1}{C}q = E(t) \quad (2)$$

Pero la corriente (i) y la carga (q) están relacionadas mediante la expresión: $i = \frac{dq}{dt}$, por lo que la ecuación diferencial (2) se transforma en: $R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C}q = E(t)$ (3)

Ejemplo ilustrativo para un circuito RC

Una fem de $200e^{-5t}$ se conecta en serie con un resistor de 20Ω y un capacitor de $0,01$ F. Si se supone que $q=0$ cuando $t = 0$, determine la carga y la intensidad de la corriente en un instante cualquiera.

Es necesario tomar en consideración que:

En electricidad, como en mecánica, existe más de un sistema de unidades y símbolos como se muestran a continuación:

Símbolos y elementos que deben dominarse

Cantidad	símbolo	Unidad
Voltaje Fem o Potencial	E	Volt(V)
Resistencia		
Inductancia	R	Ohm(Ω)
Capacitancia	L	Henry(H)
Corriente	C	Farad(F)
Carga eléctrica	I	Amper(A)
	q	Coulomb(C)

Elemento	Caída de potencial
Resistencia	$E = Ri$
Inductor	$E = L \frac{di}{dt}$
Condensador	$E = \frac{1}{\epsilon} q$

Son propuestos al estudiante para este tema en la multimedia los problemas siguientes, con sus respectivas soluciones:

1. A un circuito en serie, en el cual la inductancia es de 0,1H y la resistencia es de 50Ω , se le aplica una tensión de 30V. Evalúe la corriente $i(t)$ si $i(0) = 0$. Determine también la corriente cuando $t \rightarrow \infty$.

2. A un circuito en serie en el cual la resistencia es de $200\ \Omega$ y la capacitancia es de $10^{-4}\ \text{F}$, se le aplica una tensión de 100V. Calcule la carga $q(t)$ en el capacitor si $q(0) = 0$, y obtenga la corriente $i(t)$.

3. A un circuito en serie, en el cual la resistencia es de $100\ \Omega$ y la capacitancia, es de $5 \times 10^{-6}\ \text{F}$, se le aplica una tensión de 200 V. Encuentre la carga $q(t)$ en el capacitor si $i(0) = 0,4$. Determine la cargas y la corriente para $t = 0,005$; y la carga cuando $t \rightarrow \infty$.

En las observaciones de la multimedia concebida están implícitos los contenidos siguientes.

- Conocimiento de la Ley.
- Conocer el significado de los términos implícitos en ella.
- Interpretación correcta de la condición de valor inicial $N(0) = N_0$
- Aplicación correcta de la definición de logaritmo.
- Identificar la estructura de una ecuación diferencial separable.

En los problemas poblacionales y de desintegración radiactiva usted encontrará similitudes tales como:

- La expresión para la ley, es la misma.
- El procedimiento para la obtención de K es el mismo.
- La consideración para la cantidad inicial N_0 de sustancia radiactiva o población, es la misma: $N(0) = N_0$
- El procedimiento para el cálculo de la constante de integración es el mismo en ambos tipos de problemas.
- Sencillamente usted debe traducir de un lenguaje a otro.

“Cabe distinguir entre dos lenguajes: cantidad de sustancia radiactiva y cantidad de población.

En el ícono Saber Más se hace referencia al glosario de términos, el cual contempla:

- **Datación por radiocarbono:** es un método de datación radiométrica que utiliza el isótopo carbono 14 para determinar la edad de materiales que contienen carbono hasta unos 60000 años.
- **Semivida:** medida de la estabilidad de una sustancia radiactiva, es simplemente el tiempo que transcurre para que se desintegre o transmute la mitad de los átomos en una muestra inicial, y se conviertan en átomos de otro elemento.
- **Reacciones de desintegración radiactiva:** son aquellas en las que los núcleos inestables emiten espontáneamente energía y partículas.

Colores convencionales:

- **Naranja:** significa peligrosidad de las sustancias radiactivas.
- **Azul:** es el color del fuego, que puede cambiar en dependencia de la cantidad de oxígeno, este puede ser rojo, amarillo, azul o verde.
- **Rojo:** representa a los circuitos eléctricos, en este caso es el neutro.
- **Negro:** es el color universal representativo para el carbono 14.

Consideraciones generales de la multimedia: “cómo modelar problemas”.

Previo a la elaboración de la misma, con vista a asegurar el tratamiento del contenido y su implementación en la computadora se diseñó un guión, el cual se muestra a continuación:

- Título: “condiciones previas para el modelado de problemas”.
- Objetivo: el objetivo de esta multimedia como recurso didáctico es contribuir a elevar el nivel de los (favorecer los conocimientos previos para) conocimientos previos a la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden en los estudiantes de segundo año de Ingeniería.
- Sinopsis: la multimedia concebida recoge una información basta referente a los conocimientos previos que el estudiante debe poseer para la modelación de problemas, con elementos identificativos y motivadores para cada tipo de problema, con el objetivo de incentivar al estudiante a su estudio.

- Grados de aplicación: la multimedia concebida ha sido diseñada para su implementación en la facultad de Ingeniería de la Universidad de Guantánamo, pero esto no exime que otros centros con condiciones no puedan aplicarla.

Requisitos mínimos del hardware para su ejecución:

- Microprocesador 1,7 GHz o superior.
- 512 Megabytes (MB) mínimo de memoria RAM.
- 2 Gigabytes (GB) mínimo de espacio libre en disco.
- Display (Monitor) VGA o superior.
- Mouse (Ratón) u otro sistema similar de señalamiento compatible con el ambiente *Windows*.
- Tarjeta de sonido.
- Speaker (Bocina)
- ✓ Herramienta informática utilizada para su elaboración:

La multimedia ha sido diseñada empleando el programa Mediator, de la familia Matchware, en la versión 8, de modo que debe ser ejecutado en los sistemas operativos de la familia Windows, desde la versión Windows 95 hasta la versión Windows 8.

- Mediator: herramienta de autoría orientada a la creación de multimedias. Puede diseñar la presentación de una página en un momento y luego crear vínculos entre las páginas. Puede crear proyectos fuertemente interesantes a través de animaciones, eventos, puede crear sus propias galerías de imágenes, videos e insertarlas en su propia multimedia haciendo que el proyecto sea atrayente.

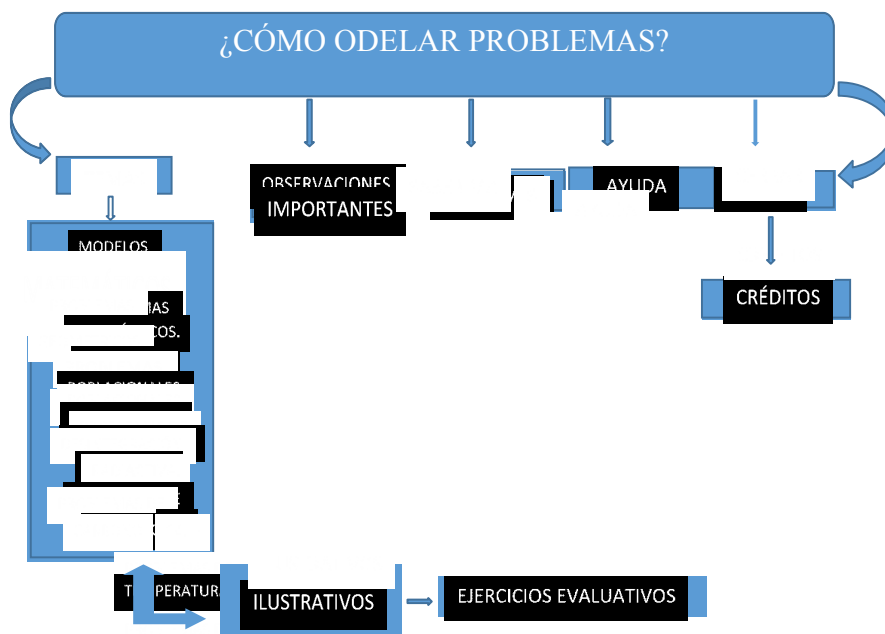
Para utilizar el software tiene usted únicamente que copiarlo en la computadora y ejecutarlo a través del ejecutable "Multimedia educativa.exe", que se elabora previamente

Seguidamente se explica cómo proceder:

- ✓ Desde la unidad de disco duro:
- ✓ Copiar la carpeta condiciones previas al modelado, que viene en el CD hacia el disco duro.

- ✓ Ejecutar el archivo Multimedia.exe, que se encuentra en dicha carpeta.
- ✓ Desde una unidad de CD-ROM:
 - Abrir la carpeta del CD-ROM que tiene como nombre Condiciones previas para el modelado de problemas.
 - Ejecutar el archivo Multimedia educativa.exe que se encuentra en dicha carpeta.

A continuación, se muestra la estructura de la multimedia ¿Cómo modelar problemas?



En la multimedia nombrada: "¿cómo modelar problemas?" aparece la pantalla madre integrada con íconos atrayentes para temas, saber más, observaciones importantes, ejercicios, además de los botones de ayuda y cerrar respectivamente (ver anexo 10).

Temas: el acceso a la información contenida en cada uno de estos, es logrado presionando (clic) sobre los botones que indican el tema al que quiere accederse, e inmediatamente el sistema mostrará los contenidos involucrados en el tema.

Ejercicios: aquí se recogen los problemas propuestos referentes a cada tema.

Créditos: muestran los autores del producto y los colaboradores.

Cerrar: cierra la aplicación.

Ayuda: está implícita en todas las páginas del producto, y en ella se describe de manera breve cómo navegar en el software, además de la conformación general.

Inicio: aparece en todas las páginas de la multimedia y siempre que el usuario desee, podrá regresar a la pantalla principal.

Ventajas que ofrece

- Contacto con las nuevas tecnologías y el lenguaje audiovisual. Este recurso multimedial proporciona a los estudiantes y profesores un contacto con las TIC, generador de experiencias y aprendizajes. Contribuye a facilitar la necesaria alfabetización informática y audiovisual.
- Ofrece un alto nivel de motivación para los estudiantes pues esto hace que dediquen más tiempo a trabajar y, por tanto, la probabilidad de que aprendan más, es mayor. Por otro lado, la información mostrada se sustenta de imágenes ilustrativas que le permiten al estudiante identificar el tema, sonidos, gráficas etc, lográndose que aumente el interés e incite a la actividad y al desarrollo del pensamiento lógico (no debe olvidarse que el pensamiento lógico es la capacidad y ejercicio de la actividad cognoscitiva, para organizar los conocimientos que se obtienen del mundo exterior).
- Es portable, por lo que el estudiante puede consultarla en el espacio y tiempo que desee.
- Promueve un aprendizaje a partir de los errores, pues permite al estudiante identificarlos justo en el momento en que se produzcan, y simultáneamente le da la oportunidad de ensayar nuevas respuestas o modo de actuar para superarlos.
- Facilita la evaluación y el control, haciendo que el profesor disponga de más tiempo para estimular el desarrollo de las facultades cognitivas superiores de los estudiantes.
- Promueve un trabajo individual y en grupo.
- Alto grado de interdisciplinariedad. Las tareas educativas realizadas con este recurso permiten obtener un alto grado de interdisciplinariedad ya que debido a su versatilidad y gran capacidad de almacenamiento permite realizar diversos tipos de tratamiento a una información muy amplia y variada.
- Facilita la evaluación y control. Despoja al profesor de trabajos repetitivos, monótonos y rutinarios, de manera que se puede dedicar más a estimular el desarrollo de las facultades cognitivas superiores de los estudiantes,

al facilitar la práctica sistemática de algunos temas mediante ejercicios de refuerzo, presentación de conocimientos generales, proporcionando, además, informes de seguimiento y control. Concretamente, el profesor se convierte ahora en un facilitador de los conocimientos.

- Constituye un buen medio de investigación didáctica en el aula; por el hecho de archivar las respuestas de los estudiantes permitiendo hacer un seguimiento detallado de los errores cometidos y del proceso que han seguido hasta la obtención de la respuesta.

Indicaciones para su uso.

La multimedia insertada en la enseñanza de la matemática III para los estudiantes de segundo año de la carrera se concibe como un medio de enseñanza idóneo, para ser utilizado en espacios intra y extradocentes.

Es necesario para utilizar el software que el usuario tenga conocimientos básicos del trabajo en el ambiente Windows, así como el manejo del mouse y del teclado respectivamente.

Ejemplo ilustrativo de cómo utilizar el software

En este ejemplo ilustraremos cómo navegar por la multimedia, para ello fue seleccionado el tema: problemas poblacionales.

En este tema lo primero que aparece en la multimedia es una imagen identificativa para los problemas poblacionales, seguida de una locución referida a los antecedentes históricos de este tipo de problema, a juicio de la autora, motivadora para el estudiante. Por otro lado, contiene también todos los conocimientos necesarios que el estudiante necesita para afrontar con éxito el modelado de este tipo de problema.

Fue seleccionado un problema ilustrativo del tema abordado, mostrándoles a los estudiantes en detalle, todos los pasos lógicos involucrados en la obtención de la ecuación modeladora y simultáneamente la resolución del mismo.

Es recomendable además consultar algunas observaciones importantes identificadas por la autora, que guían al estudiante en la búsqueda del objetivo propuesto (obtención de la ecuación modeladora del problema en cuestión).

Referente al tema Problemas poblaciones, se ha considerado además con vista a valorar el desempeño de los estudiantes, algunos problemas seleccionados con similitudes al ilustrado en la multimedia y en el texto básico de la asignatura, para evaluar el objetivo propuesto, inclusive han sido dadas además las formas para que el

estudiante se autoevalúe, convirtiéndolo de esta forma en un artífice de su propio conocimiento.

Cuando el usuario hace clic en el botón saber más, encontrará en esta página desplegada, conocimientos referentes a significados de algunas palabras, y definiciones importantes involucradas en el texto de los problemas, así como referentes históricos relacionados con contenidos implícitos en la multimedia.

Aparecen los problemas propuestos con sus respuestas, lo que le permitiría al usuario comprobar su desempeño en la modelación y resolución de los mismos, ya que en el texto básico de la asignatura aparecen solamente las respuestas de los problemas impares, e incluso hay problemas dependientes de la respuesta obtenida en los pares, quiere decir esto que, si el estudiante no posee la respuesta correcta de los pares, entonces no sabría cómo proceder en el tratamiento de los impares.

Hay algo que no debe pasarse por alto y es que:

La multimedia será efectiva instruccional mente en la medida en que comprometa activamente al estudiante en un proceso comunicativo en forma de diálogo. El programa plantea materias, problemas, etc. El estudiante da respuestas cualitativas a estas materias, y el sistema, dependiendo de dichas respuestas, continúa la instrucción en el punto adecuado. Los sistemas multimedia, aun en los sistemas más sencillos, incorporan y mejoran aquellas características didácticas que reúnen los medios que lo integran, especialmente el texto, el vídeo y el ordenador como medios didácticos.

2.3 Valoración de la factibilidad del sistema de acciones concebido para contribuir a fortalecer las condiciones previas para el modelado de los problemas aplicativos de las ED de primer orden, para los estudiantes de la carrera Ingeniería Informática, desde la asignatura Matemática III.

Para valorar la factibilidad de la multimedia propuesta se comenzó determinando la muestra de especialistas que valorarían las diferentes acciones involucradas en la misma. Esta muestra fue seleccionada de forma planeada, considerando la disposición de los mismos a participar en el desempeño de la investigación, además de sus conocimientos al respecto. Claro, para ello fueron tomados algunos criterios esenciales (concebidos en el anexo 4). Para la idoneidad de los especialistas seleccionados fueron considerados los aspectos que a continuación se relacionan:

Para la selección de los expertos se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

- Años de experiencia en la docencia

- Experiencia en la asignatura
- Categoría científica
- Categoría docente
- Nivel de competencia

Luego de aplicar el producto la autora intercambió experiencias cognitivas con los especialistas con el propósito de perfeccionar el mismo, para lo cual se ejecutaron permutas, modificaciones, omisiones y adición de algunos de los elementos del conocimiento considerados en la multimedia concebida.

Para viabilizar la factibilidad del producto se diseñó y aplicó además un pre experimento implementado, en segundo año de la carrera de Ingeniería Informática, donde se comprobaron los efectos de la variable independiente sobre la dependiente, además de las transiciones ocurridas en los estudiantes desde el comienzo hasta el final del mismo. Para ello fueron contactados los resultados de la prueba de entrada con respecto a los de la prueba de salida. En este sentido, quedó determinada como variable independiente de la investigación: la multimedia "Cómo modelar problemas" y como variable dependiente: los conocimientos previos necesarios para el modelado de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.

Para medir las transformaciones producidas en la variable dependiente se determinó un sistema de dimensiones e indicadores, que fueron presentados en el capítulo 1.

Para la evaluación de las dimensiones se estableció que el nivel bajo comprenda menos del 50 % de los indicadores evaluados satisfactoriamente, para el nivel medio los indicadores evaluados satisfactoriamente, deben estar entre el 50 y el 80 %, mientras que para el nivel alto los indicadores satisfactorios deben estar por encima del 80 %.

Los instrumentos de investigación aplicados en la pre y post pruebas pedagógicas se plasman en los (anexos 6 y 7).

Para la realización de las pruebas pedagógicas se tomó una muestra de 30 estudiantes y las mismas tuvieron por objetivo, medir el nivel de los conocimientos previos que los estudiantes tenían para el modelado de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden. Para su realización se empleó la siguiente escala valorativa:

Alto: si el estudiante llega a modelar correctamente el problema

Medio: si llega a obtener la ecuación diferencial modeladora con ayuda.

Bajo: si no modela el problema dado

La multimedia como recurso didáctico se sometió a una consulta de especialistas, con el objetivo de analizar la factibilidad de utilización de los diferentes elementos que integran la misma.

Se encuestó a profesionales con experiencia en la enseñanza superior, y con conocimientos en el uso de las TIC y en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje, pertenecientes a diferentes instituciones.

Se aplicó una encuesta a un total de 15 especialistas vinculados a la docencia y a las TIC para determinar los criterios acertados que poseen sobre el tema objeto de estudio, con el objetivo de considerar los mismos y enriquecer la multimedia concebida (Ver Anexo 4).

Esta selección de especialistas fue ejecutada tomando en consideración los requisitos de idoneidad necesarios, quedando estructurada de la siguiente forma: cinco (33%) resultaron ser Profesores Titulares, y diez (67%) tienen la categoría de Profesor Auxiliar, lo que demuestra el nivel de desarrollo existente en la muestra de especialistas que participaron en esta investigación, 6 (40%) son Doctores en Ciencia y siete son Masters en Ciencia (46,7%), solo dos profesores (13,3 %) no tienen categoría científica, pero poseen más de 25 años de experiencia en el proceso docente metodológico con excelentes resultados, lo que evidencia el nivel docente y científico de los especialistas que han conformado la muestra.

La edad de los especialistas seleccionados osciló mayormente entre los 45 y 65 años (9) para un (60%) y el tiempo de experiencia docente en más de 25 años, lo que evidencia la amplia experiencia docente y profesional en la práctica educativa.

Los aspectos tratados en esta investigación, como son: el nivel de conocimientos y empleo de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, han sido expresados a través de la encuesta aplicada a los profesores, pues resultó que el 100% conoce y ha utilizado las TIC en su práctica docente, 6 (40%) tienen un nivel "medio" de conocimientos acerca de la aplicación multimedia y 9 (60%), tienen un nivel entre "Medio" y "Alto" de conocimientos.

Una vez caracterizados los especialistas (Ver Anexo 3), se aplica la encuesta (Ver Anexo 4), con respecto a si esta multimedia como recurso didáctico contribuye al perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje

de la asignatura Matemática III y en este (a las condiciones previas para el modelado de problemas), de la especialidad de Ingeniería Informática y se exponen los resultados obtenidos en el (anexo 5)

Por lo explicado anteriormente podemos afirmar que todos los elementos del conocimiento y exigencias didácticas involucrados en el producto propuesto y sometidos a la valoración de los especialistas considerados, fue categorizado adecuado y muy adecuado, pues el mayor por ciento se encontró en estas categorías, por otro lado, no hubo ubicación para los indicadores de poco adecuado y no adecuado. Por ello consideramos la propuesta como validada, y de esta forma se contribuye a garantizar la integralidad del ingeniero informático para su desempeño en la sociedad, de la cual es miembro.

Conclusiones del Capítulo II

Después de haber fundamentado teóricamente desde el punto de vista gnoseológico, filosófico, didáctico, pedagógico, analizados previamente los medios de enseñanza, pues la multimedia concebida ha sido considerada como un medio de grandes potencialidades y realizado un análisis exhaustivo de la misma de forma general, en este segundo capítulo de la tesis se ha logrado concretar la propuesta: cómo modelar problemas, con el objetivo de favorecer los conocimientos previos para modelado de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden.

Conclusiones Generales

La investigación desarrollada se corresponde con el modelo de la universidad cubana, ya que entre sus tendencias está: **estar soportada sobre nuevos escenarios tecnológicos**, donde la computación y las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) introduzcan cambios significativos en el quehacer académico.

1.El estudio histórico del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III, permitió establecer los antecedentes del mismo y su inserción en los diferentes contextos educativos, marcado por el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, en función de elevar la calidad en la formación del ingeniero informático.

2.La sistematización de los fundamentos teóricos sobre el objeto de investigación permitió elaborar acciones metodológicas sustentadas en argumentos desde el punto de vista filosófico, sociológico psicológico, pedagógico y didáctico, teniendo un enfoque integrador.

3.El diagnóstico del estado actual del modelado de problemas en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III en Ingeniería revela las insuficiencias que se presentan al respecto, corroborando la factibilidad de elaborar una multimedia que favorezca las condiciones previas para la modelación de problemas.

4.La elaboración de la multimedia concebida contiene un conjunto de acciones coherentes y jerárquicamente estructuradas, que permitirá contribuir a fortalecer las condiciones previas para el modelado de problemas en la carrera de Ingeniería Informática.

5.La multimedia elaborada. ¿cómo elaborar problemas? es pertinente y factible de aplicar según la valoración de los especialistas seleccionados, contribuyendo con su puesta en práctica a la solución del problema de investigación declarado.

Recomendaciones

A partir de las conclusiones a las que se ha arribado se sugieren las recomendaciones siguientes:

- Sistematizar el perfeccionamiento del producto, en aras de elevar el nivel de preparación de los estudiantes y la calidad del proceso de enseñanza de la matemática III en la Universidad de Guantánamo.
- Incorporar al proceso de enseñanza de la matemática III la propuesta: “cómo modelar problemas” en el espacio de las clases de modelado (aula y laboratorio).
- Hacer extensa la propuesta para otras especialidades ingenieriles que tengan declarado el mismo sistema de conocimientos y habilidades en cuanto a la modelación de problemas.
- Socializar la propuesta en eventos.

Bibliografía

1. Addine, F. (Compiladora). Didáctica: teoría y práctica. La Habana: Ed. Pueblo y Educación. 2004.
2. Alonso, J. Motivar en la adolescencia: Teoría, evaluación e intervención. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 1992.
3. Alberto F. Labarrere Sarduy Pensamiento. Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos. Editorial. Pueblo y Educación. 1987.
4. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.2, p.159-180, jul. 2009. ISSN 1982-5153. 1985.
5. Álvarez de Zayas. Didáctica. La escuela en la vida. La Habana: Pueblo y Educación, 1999.
6. Fundamentos teóricos de la dirección del proceso de formación del profesional de perfil ancho. La Habana. 1984.
7. Fundamentos teóricos de la dirección del proceso de formación del profesional de perfil amplio. Ministerio de Educación Superior. La Habana. 1988.
8. Hacia una escuela de excelencia. La Habana, Academia, 1996.
9. Perfeccionamiento de los planes de estudio de la Educación Superior. Varona. Año. VI, no. 12. La Habana, ene-jun. 1984.
10. Ausubel, D.P.; Novak, J.D.; Hanesian, H. Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo, Editorial Trillas: México, 1983.
11. Ballester, S. et al. Metodología de la Enseñanza de la matemática. Tomo I, 1992:
12. _____. (1993): Metodología de la Enseñanza de la Matemática. Tomo II. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
13. Enseñanza de la Matemática y dinámica de grupo. La Habana. Ed. Academia, 1995.
14. Bravo C. El uso de la computadora como medio de enseñanza, curso 25. Pedagogía 97. IPLAC. La Habana, 1997.
15. Bravo C. Un sistema multimedia para la preparación del docente en medios de enseñanza, a través de un curso a distancia. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana. 1999.
16. _____. El sistema multimedia en el proceso pedagógico.

17. _____. Multimedia y educación a distancia (artículo).
18. Castañeda Porras Pedro. Master en Matemática Avanzada para la Ingeniería. Problemas que conducen a ecuaciones diferenciales. 1994.
19. Castro, I. Matemática asistida por computador en una universidad colombiana. II Taller Internacional sobre la enseñanza de la Matemática para Ingeniería y Arquitectura, La Habana, 1995.
20. Castañeda, A. Álvarez, M. La reprobación en matemáticas. Dos experiencias. Tiempo de educar. Enero-junio, año/vol.5, número 009. 2004.
21. Cepeda, F. Experiencia Masiva sobre el uso de Tecnología en la Enseñanza de las Matemáticas en Coahuila. Cuarto Congreso Nacional y Tercero Internacional: "Retos y Expectativas de la Universidad" Universidad Autónoma de Coahuila. 2004.
22. Colectivo de autores. "Desarrollo histórico de la educación superior", en La educación superior de Cuba en la década del 90. CEPES, Editorial Félix Varela, La Habana, 2002.
23. Chávez, J. Filosofía y Educación en América Latina. La Habana, Pueblo y Educación, 1996.
24. Danilov, A. V. Didáctica de la escuela media. La Habana, Libros para la educación.
25. Danilov, M.A. y Skatkin, M.N. "Didáctica de la escuela media". Editorial de Libros para la Educación. La Habana. 1978.
26. Davidov, V. V. Tipos de generalizaciones en la enseñanza. Ed. Pueblo y Educación. 1982.
27. _____. La obra científica de L.S Vygotsky y la psicología moderna. Revista La Educación Superior Contemporánea. No. 3. La Habana 1984.
28. _____. La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico. 1984
29. _____. Los Problemas Fundamentales del Desarrollo del Pensamiento en el Proceso de Enseñanza. En Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades: Editorial Pueblo y Educación, La Habana 1986.
30. _____. Formación de la Actividad Docente de los Escolares, Editorial Pueblo y Educación, la Habana 1987.
31. Diccionario de Filosofía. Editorial Progreso, 1984.
32. Earl W. Swokowski. Cálculo con Geometría Analítica. Tomo III. Grupo Editorial Iberoamérica S. A. de C. V. 1988.
33. Engels, F. Dialéctica de la Naturaleza. Editora Política, La Habana. 1979.

34. Estrada, V. y Benítez. La gestión del conocimiento en la nueva universidad cubana. Revista Pedagogía Universitaria. La Habana. 2006.
35. Fernández Ana María. "La comunicación en pedagogía, 2002.
36. Fuentes, Homero. Dinámica del Proceso de Enseñanza Aprendizaje / Homero. Fuentes, Ulices Mestre, Faustino Leonel. C E E S. Manuel F. Gran. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 1996.
37. García, G. La multimedia didáctica como vía para propiciar el aprendizaje. Ponencia para el evento internacional, Universidad 2008. La Habana. 2008.
38. García Otero, Julia. Selección sobre Medios de Enseñanza. La Habana, Pueblo y Educación, 2002.
39. González C, V. Los medios de enseñanza en la Educación Superior, La Habana, 1985.
40. González Manet, Eugenia. La nueva era de las tecnologías informáticas. Rev. Educación. No 84. Cuba, 1999.
41. _____.Medios de Enseñanza. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1984.
42. Habre S. Mejorando la comprensión de las ecuaciones diferenciales ordinarias mediante la escritura en un entorno dinámico. Oxford Journals Mathematics & Physical Sciences Teaching Mathematics and its Applications. Volumen 31, Issue 3. 2012.
43. Héctor Hugo Zepeda Peña. 1° Congreso Internacional de Educación Media y Superior ISBN: CEMYS2012 México. Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. CENID A.C.Herramientas pedagógicas basadas en sistemas multimedia. Universidad de Guadalajara. 11 al 15 de junio 2012.
44. Hernández Sampier, Roberto. Metodología de la investigación. Segunda edición.
45. _____. Teoría y Práctica de los Medios de Enseñanza. La Habana, Pueblo y Educación, 1992.
46. Hernández Sampier, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. Metodología de la investigación. Quinta edición. México. Mc Graw Hill. 2010.
47. Horruitiner, P. La universidad cubana: el modelo de formación. Editorial, Félix Varela, La Habana. 2006.
49. Kneyszin, E. Matemática avanzada para ingenieros, Tomo I, Editorial Limusa, 1992.
48. Klingberg, Lothar. "Introducción a la Didáctica General". Editorial Pueblo y Educación. 1978.
49. Labarrere, A, Pensamiento. Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos, Editorial Pueblo y Educación, Cuba, 1996.

50. _____. Pensamiento. Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos, Editorial Pueblo y Educación, Cuba, 1996.
51. Labarrere Reyes, Guillermina. Pedagogía. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1979.
52. Leontiev, A.N. La actividad en la psicología. Ed. Libros para la Educación. La Habana. 1979.
53. _____. El hombre y la cultura, Editorial Pueblo y Educación, Cuba, 1975
54. _____. Actividad, Conciencia y Personalidad. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, 1983.
55. _____. El surgimiento de la conciencia del hombre. En el proceso de formación de Psicología marxista. Progreso Moscú, 1989.
56. Maria Salet Biembengut. Modelacion Matematica y los desafios para enseñar matematica. Universidad autonoma de Mexico. Educacion Matematica. Volumen 16.
57. Martín Germán Zambrano Castro. Magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, Universidad Pedagógica Nacional, 2007. Diseño e implementación de un software multimedia de apoyo a los procesos de enseñanza aprendizaje para la resolución de problemas en Investigación de Operaciones.
58. Martínez Sánchez F.R, Conferencias Introductorias a la Modelación mediante Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (notas personales), Universidad de Oriente, 2003.
59. M. Orudzhev. La dialéctica como sistema. Editorial de ciencias sociales. Ciudad de la Habana, 1978.
60. MClamroch N.H., State Models of Dynamics Systems, Springer-Verlag, 1980.
61. Mendoza, L. Modelo para la dinámica de la motivación en el proceso docente- educativo. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Santiago de Cuba. 2001.
62. Metodología de la investigación. Quinta edición. México. Mc Graw Hill.
63. MES. Planes de estudio C y D. Cuba.
64. Michael y otros. El desarrollo de los procesos psíquicos superiores. Barcelona, Crítica, 1979.
65. Murray, R. Spiegel. Ecuaciones diferenciales aplicadas. Montaner y Simón, S. A. Barcelona, 1976.
66. Núñez Jover, Jorge. La Ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Ed. Félix Varela. La Habana, 1999.

67. Patricia Camarena Gallardo. La modelación matemática en el ambiente de aprendizaje: una innovación. ESIME-Zacatenco- IPN. 1998.
68. Pérez Gastón y otros: " Metodología de la investigación educacional". Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba 1996.
69. Pérsida Leiva. Ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones. Editorial Pueblo y Educación.1987.
70. Piaget, J. La enseñanza de las matemáticas. Madrid. Ed. Aguilar, 1980.
71. Polya, George. Como plantear y resolver problemas. Ed. Trillas. 15. México. 1989.
72. Rafael Espinosa Sánchez. Ecuaciones Diferenciales. Su aplicación en la solución de problemas de carácter agropecuario, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba. 1997
73. Ramón Ortega Díaz, María torres Alfonso. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden: Revista Iberoamericana de educación matemática – marzo de 2010 - número 21. V Congreso Internacional Virtual de Educación 7-27 de febrero de 2005.
74. Rodríguez, R. y otros. Introducción a la Informática Educativa, (Material Digitalizado), La Habana. 2000.
75. Rubinstein. S. L. El pensamiento y los caminos de su investigación. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 1974.
76. _____.El problema de las capacidades y las cuestiones relativas a la teoría psicológica. Ed. Pueblo y Educación. La Habana 1977.
77. _____. El ser y la conciencia. La Habana, Ed. Pueblo y Educación, 1979.
78. Salinas, J. Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información. Revista Pensamiento Educativo, 20. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. 1997.
79. Segura, M. E. Teorías psicológicas y su influencia en la educación, La Habana, Pueblo y Educación, 2005.
80. Silvestre Montes. Aprendizaje, Educación y Desarrollo. La Habana, Pueblo y Educación, 1999.
81. _____.¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje? Ediciones CEIDE. México, 2000.
82. _____. Exigencias didácticas para dirigir un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador y educativo, Ediciones CEIDE, México, 2002.
83. Silvestre, M. y Zilberstein, J. (2002). Hacia una didáctica desarrolladora. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.

84. _____. Didáctica desarrolladora desde el Enfoque Histórico Cultural. Ediciones CEIDE. México 2005.
85. Talízina. Nina F. La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares. De la edición en español: Ministerio de la educación superior. Universidad de la Habana. 1987.
86. _____. Conferencia sobre los Fundamentos de la Enseñanza de la Educación Superior. Departamento de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior Universidad de la Habana, 1984.
87. Pidkasty P.I. La actividad cognoscitiva independiente de los alumnos en la enseñanza. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1986.
88. _____. Psicología de la enseñanza. Moscú. Editorial Progreso. 1988.
89. Puzirei y Guipenreiter Comp. El problema de la enseñanza y el desarrollo mental en la edad escolar". En, El proceso de formación de la Psicología marxista Progreso, Moscú. 1989.
90. Torres L., P. Influencias de la computación en la enseñanza de la matemática. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias. Sancti Spiritus, 1997.
91. _____. Didáctica de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Curso 40 Pedagogía 2001.
92. Vasili Davidov. La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico. 1982.
93. Valera Alfonso. Orlando. Estudio crítico de las principales corrientes de la Psicología contemporánea. México, s.n. 1994.
94. Vigotsky, L. Pensamiento y lenguaje. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 1982.
- 95 _____. Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. La Habana. Ed. Científico-Técnica. 1987.
96. Yaneth Milena Agudelo Marín. Tesis para obtener el grado de Magister en Enseñanza de las Ciencias. La modelación: una posibilidad para desarrollar la estimación de cantidades continuas en la magnitud volumen en estudiantes de grado noveno. 1996
97. Zilberstein, J y Silvestre, M. Hacia una didáctica desarrolladora. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 1999.
98. Zinoviev, H. La lección. Experiencias metodológicas de la Escuela Superior Soviética Editorial Grijalbo, 1974.
99. Zill. Dennis G. Ecuaciones diferenciales con aplicaciones parte I y II. Tercera edición, 1988.

100.Zill. Dennis G y Michael R. Cullen. Ecuaciones diferenciales con problemas con valores en la frontera. Séptima edición.1989.

Anexo1: Guía de observación del desempeño para el modelado de problemas en la asignatura.

Objetivo: Obtener información acerca de cómo el profesor dirige la modelación de problemas en el desempeño de la clase (5 clases visitadas)

Los indicadores que aparecerán a continuación serán evaluados de forma cualitativa en se observa, y no se observa.

Resultado de la observación a clases.

Elementos evaluados	Se observa		No se observa	
	C	%	C	%
Utilización de las nuevas tecnologías	3	60	2	40
Motivación de los estudiantes por la resolución de los problemas	3	60	2	40
Empleo de medios de enseñanza	2	40	3	60
Dominio, estructuración y secuencia lógica del contenido referido	4	80	1	20
Aprovechamiento de las potencialidades del contenido para instruir	3	60	2	40
Dominio del contenido por los estudiantes	12	40	18	60

Anexo 2. Encuesta a estudiantes

Estimado estudiante, debes responder de manera precisa la siguiente encuesta sin ambigüedades, por cuanto ha sido diseñada con el propósito de elevar el nivel de los conocimientos que debes tener para afrontar con éxito la modelación de problemas donde se apliquen las ecuaciones diferenciales de primer orden en la asignatura de Matemática III.

Orientaciones: Marque con una cruz, según su respuesta

1.1 ¿Considera usted importante la modelación de problemas aplicativos de las ED de primer orden concebidos en su texto básico?

Sí _____ No _____

1.2 ¿Considera usted que los conocimientos matemáticos recibidos en años precedentes (pre universitario y primer año de la carrera) han contribuido en alguna medida a ayudarle a asimilar la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden recibidos en el segundo año de la carrera?

Si _____ NO _____

1.3 ¿En la modelación de problemas que conducen a ecuaciones diferenciales de primer orden, aplicas conocimientos de otras asignaturas recibidas en la carrera?

Si ___ NO ___ En ocasiones ___

1.4 En caso afirmativo, diga que conocimientos y la asignatura a la cual pertenecen

1.5 ¿La modelación ha sido tratada en otras asignaturas de la carrera?

Si ___ NO ___ En ocasiones ___ ¿En cuáles? _____

1.6 Consideras necesario la utilización de algún recurso computacional para fortalecer los conocimientos previos al modelado?

Si _____ NO _____

1.7 En las clases para resolver problemas donde tengas que aplicar ED de primer orden

A₁ ¿Llegas a resolver el problema? Siempre ___ Casi siempre ___ En ocasiones ___ Nunca ___

A₂ ¿Llegas a obtener la ecuación diferencial modeladora? Siempre ___ Casi siempre ___ En ocasiones ___
Nunca__

A₃ ¿El profesor te da vías para llegar a la ecuación? Siempre ___ Casi siempre ___ En ocasiones ___ Nunca__

A₄ ¿Los conocimientos que tienes hasta este momento te ayudan de alguna manera en el modelado?

Siempre ___ Casi siempre ___ En ocasiones ___ Nunca__

A₅ Las TIC son utilizadas en la modelación de problemas? Siempre ___ Casi siempre ___ En ocasiones ___
Nunca__

A₆ ¿Tiene usted dominio de las nuevas tecnologías?

Si ___ NO ___

A₈ ¿Posees los conocimientos necesarios para la navegación en multimedia específicamente?

Si ___ NO ___ Un poco_____

Resultados Anexo 2

Pregunta 1.1

Muestra 30	Total de respuestas	%
Si	30	100%
No		

Pregunta 1.2

Muestra 30	Total de respuestas	%
Si	4	13,3
No	26	86,7

Pregunta 1.3

Muestra 30	Total de respuestas	%
Si	14	46,7
No	15	50
En ocasiones	1 (Física)	3,3

Pregunta 1.5

Muestra 30	Total de respuestas	%
Si		
No	30	100
En ocasiones		

Pregunta 1.6

Muestra 30	Total de respuestas	%
Si	26	86,7
No	4	13,3

Pregunta 1.7 (Resultados)

Leyenda

C1	Siempre
C2	Casi siempre
C3	En ocasiones
C4	Nunca

Resultados de la encuesta a estudiantes (Anexo 2), aspecto 1.7

Elementos a valorar	C 1	%	C 2	%	C 3	%	C 4	%
A ₁			-	-		-	30	100
A ₂					-	-	30	100
A ₃					23	76,7	7	23,3
A ₄			-	-	2	6,7	28	93,3
A ₅	6	20	16	53,3	8	26,7	-	-
A ₆				-	-	-	30	100

Pregunta 1.8

Muestra 30	Total de respuestas	%
Si	30	100
No		

Anexo 3. Encuesta a profesores

Se le agradece de antemano

Estimado profesor: con la finalidad de fortalecer las condiciones previas a la modelación de problemas en los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Informática, nos dirigimos a usted para obtener información de algunos aspectos relacionados con el tema.

Objetivo: conocer la opinión que tienen los profesores que trabajan en la asignatura de matemática III, respecto al nivel que poseen los estudiantes en las condiciones previas a la modelación de problemas donde se apliquen ecuaciones diferenciales de primer orden.

1) ¿Le confiere usted importancia a la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales?

Si _____ NO _____

2) ¿La situación actual de la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales ordinarias, en la asignatura de matemática III es satisfactoria?

Si _____ NO _____

3) ¿Es tratada la modelación de problemas en las diferentes disciplinas de la carrera?

Si _____ NO _____

4) ¿Da usted tratamiento especial en sus clases a la modelación de problemas de esta índole?

Si _____ NO _____

5) ¿Realiza acciones especiales para fortalecer los conocimientos previos que el estudiante debe tener para afrontar con éxito la modelación de tales problemas? En caso afirmativo ejemplifique.

Si _____ NO _____

6) ¿Considera usted que con el auxilio de medios informáticos podría contribuirse a fortalecer las condiciones previas en el estudiante para la modelación de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden?

Si _____ NO _____

7) Utiliza usted las TIC en la modelación?

Si _____ NO _____

Resultados de la encuesta aplicada a profesores (Anexo 3)

Muestra 7	Si	%	NO	%
1	7	100		
2	2	28,6	5	71,4
3	3	42,9	4	57
4	3	42,86	4	57,14
5	2	28,6	5	71,4
6			7	100
7			7	100
8			7	100

Anexo 4. Encuesta para el criterio de especialistas.

4.1 Guía de autoevaluación con el propósito de caracterizar al grupo de especialistas que están dispuestos a exponer sus criterios sobre el producto concebido. Se le agradece de antemano.

Datos generales

Nombre y apellidos _____

Ocupación _____

Institución a la que pertenece _____

Grado académico y científico _____

Centro de trabajo _____

Categoría docente: _____

Años de experiencia en la docencia ____

Años de experiencia en la asignatura ____

Años de experiencia	De 10 a 15	De 16 a 20	21-30	Más de 30
Profesores	1	4	4	6

4. 2 En la tabla siguiente, aparecen 6 fuentes posibles del conocimiento que usted posee y que ha utilizado en sus valoraciones como especialista. Marque la fuente de adquisición de sus conocimientos y el nivel de los mismos. Puede marcar solo una de las columnas A (alto); M (medio) y B (bajo)

Autoevaluación de los especialistas

Fuentes	Nivel adquirido por las fuentes		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Fuentes nacionales		2	13
Fuentes internacionales	12	2	1
Experiencia en la docencia	13	1	1
Investigaciones del tema	11	2	2
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero.	13	2	
Las anteriores y otras	15		

Anexo 5. Guía de evaluación al producto concebido (para contribuir a fortalecer los conocimientos previos a la modelación de problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden).

Objetivo: Proyectar el coeficiente de los especialistas seleccionados con el propósito de evaluar y perfeccionar la multimedia concebida para favorecer las condiciones previas al modelado de los problemas aplicativos de las ecuaciones diferenciales de primer orden, desde la asignatura de Matemática III.

Estimado profesor.

Para dar continuidad a la aplicación del método de especialistas a la investigación correspondiente al tema, se le solicita complete la tabla que se ofrece a continuación.

Marque con una X de acuerdo a la leyenda dada, qué tan adecuados considera usted los elementos que se sometieron a su valoración para medir la factibilidad de aplicación de la propuesta concebida.

Análisis de las valoraciones de los especialistas.

Leyenda

C1	Muy adecuada
C2	Adecuada
C3	Poco adecuada
C4	No adecuada

Indicadores	Elementos a valorar
A1	Estructuración de la multimedia concebida
A2	Factibilidad para los estudiantes de la multimedia concebida
A3	Motivación para el estudiante con las acciones concebidas en la multimedia
A4	Calidad del producto diseñado.
A5	Fortalecimiento de la habilidad modelar con las acciones concebidas en la multimedia
A6	Nivel de desarrollo del pensamiento lógico.
A7	¿Tiene algún otro aspecto que añadir? Fundamente su respuesta

Resultados de las valoraciones de los especialistas

Elementos valorar	a	C 1	%	C 2	%	C 3	%	C 4	%
A1		15	100	-	-		-	-	-
A2		13	86,7	2	13,6	-	-		-
A3		15	100			-	-	-	-
A4		14	93,3	1	6,7	-	-	-	-
A5		13	86,7	2	13,3	-	-	-	-
A6		15	100			-	-		-

Anexo 6. Prueba de entrada

1. Sea la ecuación $y' = \frac{-2y}{x}$, entonces la dependencia de y' y x es:

Directamente proporcional

Inversamente proporcional

2. Suponga que la fuerza de resistencia f_r es proporcional al cuadrado de la velocidad. Formule matemáticamente esta situación.

3. Marque con una cruz las ecuaciones diferenciales que sean lineales

a) $(1+x)y' = 4y$

b) $x^2 + y' = 1$

c) $(y^2 + yx)dx - x^2 dy = 0$

d) $(1+x)y' - xy = x + x^2$

4. En la teoría del aprendizaje, se supone que la rapidez con que se memoriza, algún tema es proporcional a la cantidad que queda por memorizar. Suponga que M representa la cantidad total de un tema que se debe memorizar y que $A(t)$ es la cantidad memorizada en un tiempo t cualquiera. Escriba la ecuación diferencial para calcular la cantidad $A(t)$:

Anexo 7. Prueba de salida

Se sabe que un material radiactivo se desintegra con una rapidez proporcional a la cantidad presente en cualquier instante. Si inicialmente hay 100 mg de material y, después de dos años se observa que el 5% de la masa original se desintegró, determine:

La ecuación diferencial para la masa en cualquier instante t .

Anexo 8

Resultados de la evaluación de las pruebas de entrada y salida

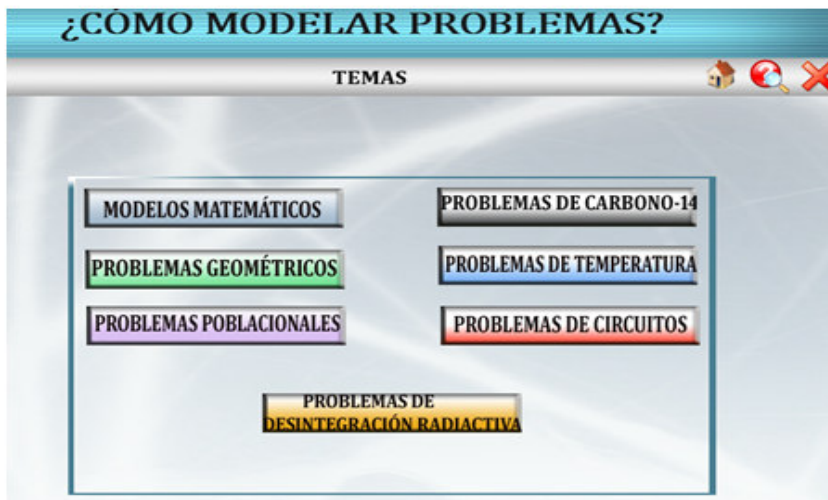
Indicadores	Diagnóstico inicial Evaluación	Diagnóstico Final Evaluación
Obtención e interpretación de la Proporcionalidad directa entre dos magnitudes	R	B
Identificación de las ecuaciones diferenciales lineales	R	B
Nivel de conocimiento mostrado por los estudiantes para el modelado de los problemas aplicativos de las ED de primer orden	M	B
Variable dependiente		B

Anexo 9. Multimedia: “¿Cómo modelar problemas?”

Página Principal de la multimedia



Página: Temas de la multimedia.



Página: Problemas poblacionales



Página: Problemas de sustancias radiactivas.

