

# SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA RESOLUCIÓN DE ECUACIONES DIFERENCIALES EN LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICA III.

## EDUCATIONAL SOFTWARE FOR SOLVING DIFFERENTIAL EQUATIONS IN THE COURSE OF MATHEMATICS III.

*MSc. Fidel Enrique Castro Dieguez<sup>1</sup>, Dr. C Osmar de Jesús Pérez Lozada<sup>2</sup>, Ing.*

*Leonardo Labrada García<sup>3</sup>*

1 Facultad de Ciencias Informáticas, Naturales y Exactas de la Universidad de Granma, Cuba, fcastrod@udg.co.cu.

2 Universidad de Granma, Cuba.

3 Universidad de las Tunas, Cuba, leonardolg@ult.edu.cu.

**RESUMEN:** El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la educación ha alcanzado mucho auge, su implementación en el proceso de enseñanza-aprendizaje es crucial. Un diagnóstico efectuado a los softwares educativos que se utilizan en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas e investigaciones actuales constatan el siguiente Problema de Investigación: limitaciones en la aprehensión de los contenidos de ecuaciones diferenciales en la asignatura de Matemática III en los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Para dar solución al problema planteado, el autor se propuso como objetivo: elaborar un Software Educativo para el desarrollo de la resolución de ecuaciones diferenciales en la asignatura de Matemática III. Obteniendo como resultado un tutorial evaluador para la resolución de ecuaciones diferenciales, sustentado en los referentes teóricos de la comunicación, el desarrollo con facilidades para la enseñanza semipresencial y modular con un alto componente colaborativo. El tutorial se desarrolló con el Sistema de Gestión de Contenidos Drupal en su versión 6.0 y el servidor de Bases de Datos Mysql, además del asistente matemática Matlab R2008a.

**Palabras Clave:** Software Educativo, tutorial, resolución.

**ABSTRACT:** *The use of Information Technology and Communications in education has reached its peak, its implementation in the teaching-learning process is crucial. A diagnosis made educational software used in the Engineering in Computer Science and current research have noted the following research problem: limitations in the apprehension of the contents of differential equations in the subject of Mathematics III in sophomores of Engineering degree in Computer Science. To provide a solution to the problem, the author proposed objective: to develop educational software for the development of solving differential equations in the subject of Mathematics III. Yielding an evaluator tutorial for solving differential equations, based on the theoretical framework of communication, development facilities for*

*teaching and blended with a high component modular collaborative. The tutorial was developed with the Content Management System Drupal in the version 6.0 server and MySQL database, and Matlab R2008a mathematical wizard.*

**KeyWords:** Educational Software, tutorial, resolution.

## **INTRODUCCIÓN**

La integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje crea ambientes innovadores de aprendizaje permitiendo el desarrollo de modelos y metodologías didácticas, de prototipos y materiales didácticos y la formación de comunidades académicas. Todo esto provoca la modernización de la práctica docente y la creación de ambientes virtuales de aprendizaje; elevándose el trabajo colaborativo. De ahí que solo con la tecnología no basta, es importante adiestrar a los docentes para que después ellos propongan y desarrollen nuevas estrategias didácticas, cambiando su rol, para así incorporar plenamente y con ventajas las TIC [1].

En marzo del 2002 surge la idea de crear la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), primera universidad surgida al calor de la batalla de ideas, un sueño hecho realidad por nuestro Comandante Fidel. Las ideas y pensamientos de nuestro líder eran que la UCI estaba llamada a convertirse en una universidad de excelencia, donde el futuro de sus estudiantes fuera el de hombres de ciencia, capaces de impulsar el desarrollo de software y contribuir a la informatización de la sociedad cubana.

La Facultad Regional de la UCI en Granma (FRG) tiene el propósito de formar profesionales con habilidades acorde a las necesidades productivas requeridas, con diversidad de perfiles, amplia flexibilidad curricular, alto nivel de creatividad; pues son el soporte de la informatización de la región Oriental del país. La fuente de ingreso a este centro la constituyen estudiantes egresados de los Institutos Politécnicos de Informática (IPI) ubicados en dicha región.

Durante la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas el estudiante recibe una serie de materias esenciales que contribuyen al desarrollo de las habilidades básicas que todo profesional de estos tiempos debe tener, para estar acorde con lo que demanda la sociedad actual. El segundo año de la carrera en la UCI, juega un papel fundamental en el ciclo de formación del futuro profesional por el alto grado de contenido docente que se evidencia en cada una de las asignaturas de este año, entre las que se encuentra la Matemática III.

Desde el año 2008-2009 en la facultad se imparte la asignatura y forma parte del ciclo básico. En los tres cursos que se ha impartido, ha sufrido disímiles cambios en los temas que dentro de ella se imparten, al constatar que no había interrelación entre algunos de ellos y la carencia en las habilidades y conocimientos que el estudiante debería tener al arribar al segundo año.

Se detectaron algunas insuficiencias por parte de los estudiantes en ciertos temas y

específicamente en la resolución de ecuaciones diferenciales. En un estudio exploratorio realizado a una muestra de los estudiantes de la FRG en el tema de ecuaciones diferenciales de la asignatura, se pudo observar que los alumnos tenían limitaciones en:

- La modelación de problemas físicos y geométricos mediante ecuaciones diferenciales.
- Identificar y clasificar los tipos de ecuaciones.
- Utilización de métodos para resolverlas.
- La argumentación de las soluciones particulares de las ecuaciones.

Esto se debe a que no dominan el contenido de los años anteriores y a la falta de una herramienta que les permitiera la resolución paso a paso de estos tipos de ecuaciones diferenciales y que le proporcionara diferentes vías para enfrentarse a las mismas.

Por todo lo expuesto anteriormente se plantea como **Problema de Investigación**: Limitaciones en la aprehensión de los contenidos de ecuaciones diferenciales en la asignatura de Matemática III en los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

El problema planteado está enmarcado en el **Objeto de investigación**: El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática III.

Para contribuir a resolver el problema y a transformar el objeto de la investigación se propone como **Objetivo general** de la investigación: elaborar un tutorial para el desarrollo de la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden en la asignatura de Matemática III.

Lo que permite precisar como **Campo de acción**: la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden en la asignatura de Matemática III de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Para darle cumplimiento al objetivo general de la investigación se propusieron los siguientes **Objetivos específicos**:

- Realizar una caracterización, desde los referentes teóricos, del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática III.
- Realizar un análisis histórico tendencial del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como del sistema de conocimientos de la asignatura Matemática III en el segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.
- Realizar un diagnóstico del estado actual del sistema de conocimientos de la asignatura de Matemática III.
- Instrumentación del sistema de conocimientos de la asignatura de Matemática III mediante objetos de Aprendizaje desde la plataforma Moodle.
- Valorar el efecto de la instrumentación del sistema de conocimientos en la plataforma mediante la Prueba Pedagógica.

En esta investigación se concibió como **Idea a defender** que la Implementación de un tutorial para la asignatura de Matemática III en la FRG, contribuye a la preparación de los estudiantes para la resolución de ecuaciones diferenciales.

Para dar cumplimiento al objetivo, se propusieron las siguientes **tareas científicas**:

- Caracterizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática III.
- Hacer un análisis histórico tendencial del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como del sistema de conocimientos de la asignatura Matemática III en el segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.
- Diagnosticar el estado actual del sistema de conocimientos de la asignatura de Matemática III.
- Analizar, diseñar e implementar la aplicación.
- Valorar la efectividad de la propuesta realizada.

## **CONTENIDO**

Los métodos de investigación utilizados en las diferentes etapas de la investigación y que revelan las características del objeto fueron:

Como métodos en el nivel teórico se utilizaron el Método de **Análisis y Síntesis**, Método **Histórico-Lógico**, Método del **Diseño del Contenido Didáctico**.

Como métodos empíricos se utilizaron la entrevista, la encuesta y la observación. Como métodos estadísticos se utilizó la estadística descriptiva.

Además, se utilizó como técnica la revisión documental, para el análisis de planes de estudio, programas, sistemas bibliográficos y otros medios de enseñanza-aprendizaje empleados para el conocimiento de la asignatura de Matemática III.

### **Análisis histórico tendencial de la asignatura Matemática III en la UCI**

Para realizar el análisis histórico tendencial de la asignatura Matemática III, se tuvo en cuenta tres indicadores fundamentales, los cuales serán analizados por etapas respectivamente.

#### **Etapa 2003-2006**

Indicador: Coherencia sistémica del contenido de la asignatura.

- Limitaciones en la integración de los contenidos de la asignatura.
- En poco se consideran los problemas de la profesión al modelar los contenidos, ejercicios, evaluaciones y problemas didácticos de la asignatura.
- Existe una carencia existencial de Softwares Educativos para la asignatura.

La característica principal de la etapa anterior son las limitaciones en el carácter sistémico y en la lógica de los contenidos de la asignatura de Matemática III.

### **Etapa 2006-2010**

Indicador: Vínculos de los contenidos de la asignatura con los problemas de la profesión.

- Aunque mejora la lógica de integración entre los contenidos aún persisten ligeras secuenciación de estos.
- Persisten limitaciones en la problematización del contenido de la asignatura con arreglo a los problemas de la profesión lo que afecta, desde la teoría de Ausubel, la significación en los sujetos discentes.
- Se revelan las intenciones de insertar y diseñar Software Educativo para la asignatura, política que queda en condición de proyecto sin concretar su realización. Aunque los docentes comienzan a profundizar en la cultura en torno al tema.

Se revela como síntesis, en la etapa anterior, las deficiencias en la contextualización del contenido de la Matemática III al perfil del profesional en formación.

### **Etapa 2010-2011**

Indicador: Pertinencia y estructura de los Softwares Educativos en la solución del problema didáctico.

- El trabajo metodológico realizado hace que la coherencia del contenido transite a niveles superiores de calidad, lo que se refleja en el diseño curricular y en las prácticas docentes de la asignatura.
- Se comienzan a revelar evidencias entre los problemas de la profesión y los problemas modelados desde el contenido de la Matemática.
- Se emplean aplicaciones de propósito específico de la Matemática como ciencia, que hace que sus contenidos sean generales con respecto al programa de la asignatura y su orden guarda poca relación con la lógica de las habilidades de la ciencia.

Se dilucida como aspecto generalizador de este estudio, que existe una tendencia al perfeccionamiento de los medios didácticos empleados en la asignatura de Matemática III, la cual está caracterizada por la inclusión de las TIC, aunque prevalece el carácter asistémico de estos.

### **Diagnóstico del estado actual del problema de investigación**

Los autores de esta investigación con el objetivo de constatar las principales insuficiencias descritas en la introducción del trabajo, en la resolución de ecuaciones diferenciales en los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la asignatura de Matemática III, aplicaron los siguientes instrumentos, siguiendo como objetivos:

- Prueba Pedagógica: para conocer el estado actual de la habilidad, es decir, el dominio que tenían los estudiantes de segundo año de la carrera sobre la resolución de ecuaciones

diferenciales.

- Encuesta: para saber los criterios existentes sobre el programa actual de la asignatura de Matemática III, cómo se desarrolla la habilidad de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden y saber de los contenidos que se les imparte cuál resulta más difícil al estudiante.

Se aplicaron 2 encuestas: una dirigida a los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas y otra dirigida a profesores que conforman el colectivo de la asignatura de Matemática III.

### **Objetivo del software**

En la formación del profesional en el proceso de enseñanza-aprendizaje se encuentran relacionados una serie de factores, que al final responden a un encargo social que se le da a una institución para que esos profesionales alcancen el nivel requerido por la sociedad.

En ese proceso de formación juega un papel importante el sistema de habilidades y conocimientos que deben alcanzar, que se pueden encontrar en los programas analíticos de las distintas asignaturas, estos programas tienen una estrecha relación con el diseño del contenido didáctico de un Software Educativo, ya que este diseño se considera un proceso formado por:

- Componentes de entrada: no es más que el contenido del programa de la asignatura.
- Las leyes de transformación del proceso: modelo.
- El resultado: que es el contenido didáctico.

Cumpliendo con este proceso mencionado anteriormente el objetivo del programa de la asignatura de Matemática III, *según el programa analítico*, es: **desarrollar conocimientos y habilidades mediante el estudio de los conceptos, definiciones, teoremas y métodos de trabajo asociados a la teoría de las ecuaciones diferenciales para aplicarlos en la resolución de ejercicios tanto de corte teórico como práctico.**

### **Problema docente o de aprendizaje**

Las situaciones fácticas analizadas, unidas a la estadística descriptiva de los resultados obtenidos en la Prueba Pedagógica y la encuesta realizada a estudiantes y profesores, reflejaron limitaciones en la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, lo cual se asume como síntesis de las carencias detectadas y en condición de problema docente a resolver por el software.

Los principales problemas se detectaron en:

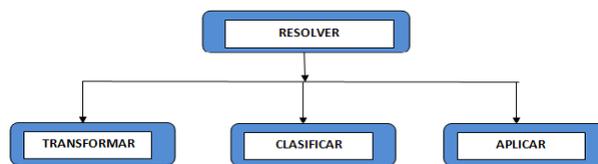
- Identificar los distintos tipos de ecuaciones diferenciales de primer orden.
- La realización de transformaciones elementales en las ecuaciones.
- No aplicar correctamente los métodos de solución.
- Errores durante la aplicación de la derivación y la integración.

Esto trae consigo que el **objetivo del software** es **desarrollar la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden**.

El objetivo del software está centrado en lograr que los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios para fomentar la habilidad de resolver ecuaciones diferenciales de primer orden como una totalidad sistémica. Habilidad que está integrada por las habilidades clasificar, transformar y aplicar, las cuales a su vez constituyen los tres subprocesos para la resolución de este tipo de ecuaciones diferenciales.

### **Modelación del sistema de habilidades del software**

En la investigación se define la habilidad de **Resolver** como una totalidad sistémica, que a su vez está integrada por las habilidades **Transformar**, **Clasificar** y **Aplicar**, las cuales constituyen los tres primeros subprocesos del desarrollo del software, como se muestra en la figura 1.



**Figura. 1: Estructura de la habilidad.**

**Resolver** es la habilidad generalizadora que se estructura en:

**Transformar:** convertir la ecuación diferencial en su forma característica.

**Clasificar:** ubicar la ecuación diferencial en algunos de los grupos correspondientes a los tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.

**Aplicar:** los métodos de solución correspondiente a cada tipo de ecuación.

### **Elaboración del instrumento**

Dada las limitaciones o insuficiencias detectadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Matemática III y que representan el problema científico de la presente investigación, constituyen los elementos básicos y fundamentales para el desarrollo del Software Educativo que se propone.

Para la elaboración del mismo, primeramente, se definieron los temas a tratar, teniendo en cuenta donde se concentraban las mayores dificultades de los estudiantes.

El contenido que se muestra, se encuentra dividido por temas. Los temas que se exponen son: Derivadas, Integrales y el de Ecuaciones diferenciales.

El tutorial cuenta con una página de inicio que da la bienvenida al mismo presentando una breve reseña de los contenidos a tratar, además de vínculos a una vista de cada tema, facilitando otra vía de navegación al estudiante, como se muestra en la figura 2.



Figura. 2: Página de Inicio del Tutorial.

La estructura de la aplicación es bastante sencilla, delimitada por 5 áreas específicas:

- (1)-banner
- (2)-menú superior
- (3)-menú principal (ubicado en la parte izquierda)
- (4)-área de visualización de la información
- (5)-el pie de página.

### Orientaciones metodológicas de la aplicación

El tutorial se creó como material de consulta de la asignatura de Matemática III, tanto para estudiantes como para los docentes de la misma. Es de gran importancia que el profesor les haga entender a los estudiantes, que el estudio de los contenidos se debe de hacer en un orden lógico, es decir, como aparecen ubicados en el menú izquierdo del tutorial y deben seguir las orientaciones metodológicas del profesor con respecto a cada tema.

Los requisitos para poder visualizar los contenidos que se muestran en el Software Educativo son:

- Contar con un servidor o cualquier máquina cliente donde pueda funcionar correctamente el servidor web Apache 2.0, el servidor de base de datos Mysql y el PHP.
- Los requisitos fundamentales que deben tener las estaciones clientes son: estar conectadas a la red y tener instalado el navegador web Mozilla Firefox 2.0 o superior.

Cuando el estudiante accede al tutorial sin la necesidad de registrarse, podrá contar con todas las opciones que brinda el mismo, excepto las de administración.

A continuación serán dadas algunas orientaciones metodológicas, que debe tener en cuenta el estudiante en el momento en que navegará por los contenidos del software y el profesor a la hora de

orientar el estudio de los temas.

Es de gran importancia que el profesor les haga entender a los estudiantes, que el estudio de los contenidos se debe de hacer en un orden lógico, es decir, como aparecen ubicados en el menú izquierdo del tutorial y deben seguir las orientaciones metodológicas del profesor con respecto a cada tema.

Orientaciones a seguir por cada tema, para que el software realizado cumpla su objetivo pedagógico y se erradiquen las limitaciones detectadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática III:

### **Derivadas**

El primer tema con el cual el estudiante debe interactuar es con derivadas, este constituye la base de los conocimientos previos que debe tener cada estudiante para resolver algunas ecuaciones diferenciales. En este tema el alumno podrá encontrar la definición de derivadas, además del trabajo con derivadas parciales, derivadas de funciones compuestas, las reglas de derivación y las propiedades de la derivación. En cada uno de estos acápites que forman parte del primer tema el estudiante contará con ejercicios resueltos, que le servirán de gran ayuda para una mejor comprensión del contenido que se muestra.

El profesor puede orientar al estudiante que en el menú superior del tutorial encontrarán la sección Bibliografía donde pueden acceder a una teleconferencia relacionada con el tema de las derivadas, en la que se combinan la visualización del contenido y el audio. Las teleconferencias son impartidas por profesores de experiencia en la enseñanza de las Matemáticas en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Cuando el educando finaliza el estudio del tema debe estar listo para resolver los ejercicios propuestos que aparecerán en el software, el profesor les orientará que deben elaborar un documento Word con las respuestas de los ejercicios y este fichero lo subirán al curso de ecuaciones diferenciales que se encuentra en el Moodle, en donde será habilitada una tarea para que puedan subir los mismos, estos serán revisados por el profesor y le publicará la nota al alumno.

Para darle cumplimiento al tema, el profesor orienta la tarea final, que consiste en resolver el cuestionario que aparece en la plataforma sobre el tema de derivadas. El estudiante tiene derecho a realizar el mismo dos veces, al terminar de responder las preguntas deberá enviar las respuestas y la plataforma automáticamente le dará la nota.

### **Integrales**

Las integrales son el segundo tema del software, tema de gran ayuda y con gran peso en la resolución de las ecuaciones diferenciales. Constituyen un conocimiento previo del cual el estudiante debe ser capaz de apropiarse para lograr un mejor desarrollo en el momento de hallar la solución de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.

Durante el estudio del tema, el alumno conocerá la definición de integrales indefinidas, los tres

métodos de integración, además de la importancia de conocer las integrales inmediatas. En cada acápite por el que navega, podrá ver ejercicios resueltos que lo ayudarán a una mejor comprensión del contenido visualizado.

El profesor orientará al estudiante que para consolidar y reafirmar los conocimientos adquiridos, deberá resolver los ejercicios propuestos, los cuales subirá a la plataforma del mismo modo que se le orientó en el primer tema. Además de poder ver la teleconferencia correspondiente a Integrales que se encuentra en la sección de Bibliografía en el menú superior del tutorial.

Para darle cumplimiento al tema 2, el profesor orienta la tarea final, que consiste en resolver el cuestionario que aparece en la plataforma sobre el tema de integrales. El estudiante tiene derecho a realizar el mismo dos veces, al terminar de responder las preguntas deberá enviar las respuestas y la plataforma automáticamente le dará la nota.

### **Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden**

Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, es el último tema con el que interactúa el estudiante. Mediante el estudio de los contenidos anteriores, los alumnos deben haber creado la base de los conocimientos previos o básicos que le servirán para poder resolver las ecuaciones diferenciales.

Este es el tema más abarcador del tutorial, en el que los estudiantes tratarán entre otras cosas, la definición de ecuación diferencial, ecuaciones diferenciales ordinarias, clasificaciones de los tipos de ecuaciones diferenciales de primer orden y de cada una de ellas la metodología a seguir para resolverlas, sus aplicaciones y ejemplos resueltos.

El profesor orienta al estudiante que se apoye en las teleconferencias que aparecen en la sección de Bibliografía del menú superior, de la misma forma que lo hicieron en los temas anteriores.

Para este tema el profesor propondrá al alumno que una vez terminado el estudio de todos los contenidos, puede dirigirse a la opción Metodología, del menú superior del tutorial, en este apartado encontrará una imagen con la metodología a seguir para resolver las ecuaciones diferenciales que estudiaron.

Una vez realizado el estudio del tema, el profesor orienta nuevamente resolver los ejercicios propuestos, además de realizar el cuestionario que se encuentra en el Moodle. Los estudiantes deben subir un documento a la plataforma con la resolución de los ejercicios, de la misma forma que lo hicieron en el tema 1 y 2.

Como actividad final del curso que se encuentra en la plataforma, el alumno realizará un ejercicio integrador donde debe ser capaz de elaborar mediante esquemas o representaciones gráficas, una metodología a seguir para resolver las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, poniendo en práctica el contenido estudiado en los tres temas del tutorial. Como resultado de la actividad el estudiante debe subir a la plataforma un fichero donde aparezca la propuesta de metodología a seguir. El profesor evaluará cuidadosamente cada propuesta y seleccionará las tres mejores a su

entender, las que serán publicadas en el foro del curso para que el resto de los estudiantes puedan emitir sus criterios.

Cada una de las evaluaciones por tema será registrada por el profesor, con un alto grado de responsabilidad para promediar las mismas y que influyan en la evaluación final de la asignatura.

### **Valoración de la efectividad del software**

El software desarrollado está diseñado para aplicarlo a la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, además de otras afines que forman parte de la Educación Superior, para que sirva como material de apoyo a estudiantes y profesores al resolver ecuaciones diferenciales de primer orden, que resulta un tema difícil en la disciplina de Matemática.

El contenido que aborda el tutorial es completamente actualizado y confiable, sirve de superación tanto a estudiantes como a profesores. Es el resultado de consultas a la bibliografía general y complementaria de la asignatura, además de otras fuentes seguras de información.

Los estudiantes contarán con un recurso en la red que por su interfaz resulta amigable, por su contenido resulta actualizado y confiable, además de poder descargar todos los materiales del tutorial como son: videos, esquemas con las metodologías a seguir para resolver las ecuaciones diferenciales, libros sobre los temas que se tratan en el software, conferencias y los ejercicios propuestos.

La aplicación del mismo proporciona aportes importantes en el proceso docente-educativo de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas ya que contribuye a una mejor aprehensión de los contenidos referentes a la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, además de haber favorecido a una mejor preparación de los estudiantes de segundo año de la carrera, lo que se ha podido constatar mediante el uso de un instrumento como la Prueba Pedagógica.

### **Resultados obtenidos con la utilización del tutorial por parte de estudiantes y profesores**

Para medir de una forma estadística los resultados obtenidos con la utilización del tutorial, se les aplicó nuevamente a los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas la Prueba Pedagógica que se utilizó para constatar el de la investigación. La prueba se le realizó a una muestra de 30 estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la Facultad Regional de Granma, esta muestra representa un 61,2% de la matrícula total de este año.

Los resultados obtenidos después de la utilización del tutorial según los niveles definidos anteriormente, fueron:

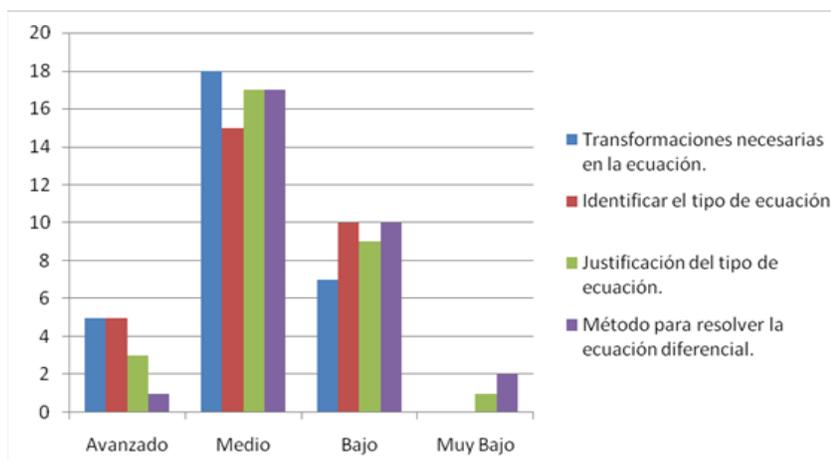
En las transformaciones necesarias realizadas en la ecuación un 16,7% de los evaluados alcanzó el nivel Avanzado, un 60% el nivel Medio, un 23,3% el nivel Bajo y un 0% el nivel Muy Bajo.

En la identificación del tipo de ecuación diferencial obtuvieron el nivel Avanzado un 16,7% de los evaluados, un 50% el Medio, un 33,3% Bajo y un 0% el Muy Bajo.

En la Justificación del tipo de ecuación lograron obtener el nivel Avanzado un 10% de los evaluados, un 56,7% el nivel Medio, un 30% el nivel Bajo y un 3,3% el nivel Muy Bajo.

En la selección del método para resolver la ecuación obtuvieron el nivel Avanzado un 3,3% de los evaluados, un 56,7% que obtuvieron el nivel Medio, un 33,3% en el nivel Bajo y un 6,7% alcanzó el nivel Muy Bajo.

En los resultados del diagnóstico realizado a los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas después de la utilización del Software Educativo propuesto, se evidencia claramente un cambio cualitativo por parte de los estudiantes en la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, ya que los porcentajes obtenidos son mejores que los alcanzados inicialmente.



**Figura. 3: Gráfico con los resultados obtenidos después de la utilización del tutorial.**

### **Aportes de la investigación**

Se aporta un software cuya tipología es la de tutorial, el mismo contribuye como medio de enseñanza-aprendizaje a la aprehensión de los conocimientos del tema de ecuaciones diferenciales referente a la asignatura de Matemática III en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, contribuyendo además a la estimulación del pensamiento mediante la habilidad generalizadora del tema y permitiendo que el estudiante construya el conocimiento.

La actualidad de la investigación está dada en que se dirige hacia el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática III, dando respuestas a la educación informática que requiere la sociedad actual. Además de contribuir a que los estudiantes cuenten con otra vía donde obtener el conocimiento y que servirá de utilidad para lograr las habilidades que deben tener, para vencer el tema de ecuaciones diferenciales.

El aporte práctico de esta investigación se concentra en lograr relacionar de manera correcta el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, proporcionándole al estudiante un tutorial,

donde se hace un correcto uso de algunos recursos como animaciones, imágenes, textos y videos aprovechándolos al máximo para lograr niveles de conocimientos más altos en el estudiante, de forma dinámica, eficiente y sencilla.

El tutorial puede ser utilizado en la asignatura de Física como material de consulta para los estudiantes a la hora de enfrentarse a la solución de circuitos eléctricos, donde debe modelar una situación problémica y resolver una ecuación diferencial, además de ejercitar una de las aplicaciones de las ecuaciones en la rama de la Física.

## CONCLUSIONES

- Se caracteriza el proceso de enseñanzaaprendizaje de la asignatura Matemática III constatando la existencia del problema científico de la investigación, que revela limitaciones en la aprehensión de los contenidos de ecuaciones diferenciales en los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.
- El diseño del contenido didáctico y la lógica del contenido del tutorial propuesto están en total correspondencia con lo definido en el programa de la asignatura de Matemática III.
- El producto desarrollado contribuye a la formación profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, al brindar información y facilidades para realizar el estudio de las ecuaciones diferenciales de primer orden.
- La aplicación del tutorial favorece un mejor aprendizaje de los contenidos relacionados con el tema de la resolución de ecuaciones diferenciales, además de que contribuye a la transformación del objeto de la investigación, al cumplimiento del objetivo de la misma y a la solución del problema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Ramírez Ortega, Alfonso:** "De conceptos, sitios y funcionalidades en las tecnologías". México: IPN: s.n., Vol. 6, págs. pp. 45-61, 2006.
2. **Álvarez de Zayas, Carlos.** "La escuela en la vida". Editorial Félix Varela: C. la Habana, 1999.
3. —. "La Pedagogía como Ciencia". 1995. s.n.
4. **Ballester, S:** "Metodología de la enseñanza de la Matemática". La Habana: Editorial Pueblo y Educación, págs. Tomo 1. P.11- 21, 1992.
5. **Ceja Mena, Luis:** "Fortran y Métodos Numéricos". 1999.
6. **D, Ausubel. et al 1991:** "Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo". México: Editorial, Trillas, et al 1991.
7. **Díaz Barriga, F:** "Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo". [En línea] 2003. [Citado el: 6 de septiembre de 2011.]<http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>.
8. **DÍAZ, H. DÁMARIS:** "La Didáctica Universitaria: Referencia Imprescindible Para Una

- Enseñanza De Calidad". Asociación Universitaria de Formación del Profesorado (AUFOP), Vol. 2, 1999.
9. **DIAZ-BARRIGA, F. y G. HERNANDEZ:** "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo". Mc Graw Hill: s.n., México D.F, 1998.
  10. **HERNÁNDEZ, D:** "El impacto de la universalización de la educación superior en el proceso docente-educativo, en La nueva universidad y su contribución a la universalización del conocimiento". La Habana: Editorial Félix Varela, págs. p. 147-155, 2006.
  11. **Leontiev A, N:** "Actividad, conciencia y personalidad". La Habana: Editorial Pueblo y Educación, pág. p. 83, 1981.
  12. **Lozada, Pérez:** "La comunicatividad en los softwares didácticos en la Educación Superior". [En línea] Agosto de 2010. <http://www.eumed.net/rev/ced/18/ojpl.htm>. ISSN: 1989-4155.
  13. **Lozano Rubiano, Rubén Darío:** "ENFOQUE HISTÓRICO DE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS". Cali, Colombia s.n., 2009.
  14. **MALLART, Juan:** "Didáctica General para Psicopedagogos, Cap. I Didáctica: concepto, objetivo y finalidad". UNED, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2001.
  15. **Mola Reyes, Cila:** "Una perspectiva tecnosocial de la ciencia Matemática". En formato de publicación, 2002.
  16. Núñez, J: "La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar". La Habana: Edit. "Félix Varela", 1999.
  17. **Pérez Lozada, Osmar:** "Modelo para el diseño del contenido didáctico del software educativo en el primer semestre del segundo año de la carrera de Contabilidad". Tesis presentada en opción al título de Máster en las Nuevas Tecnologías para la Educación, 2008.
  18. **Torrall, Marín:** "Determinación de las variables de diseño en el desarrollo de una herramienta de elearning". [En línea] 2006. [Citado el: 15 de septiembre de 2010.] <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n27/n27art/art2708.htm>.
  19. **Vigotsky, L. S:** "Obras Escogidas". Madrid: Ed. Visor, 1995. s.n.