



UNIVERSIDAD DE MATANZAS

"CAMILO CIENFUEGOS"

# Integración de los métodos numéricos a las TIC para la resolución de problemas típicos del Ingeniero Industrial.

**Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en  
Matemática Educativa.**

**Autor: Lic. Lázaro Sánchez Fereira.**

**Tutor: Dr.C. Maritza Petersson Roldán.**

**Matanzas**

**2013**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El Tribunal, teniendo en cuenta que la tesis reúne los requisitos para la presentación al Acto de la Defensa, acepta la misma y la usará, en función del programa de la Maestría en Matemática educativa.

-----

PRESIDENTE

-----

SECRETARIO

-----

MIEMBRO

## **DEDICATORIA:**

- ✓ **A mi esposa por el apoyo en las horas que he trabajado en esta tesis.  
Por su comprensión y ayuda.**
- ✓ **A mi madre por su ayuda incondicional.**
- ✓ **A mis mejores amigos por estar siempre compartiendo momentos  
conmigo.**
- ✓ **Y a toda mi familia.**

## **AGRADECIMIENTOS**

- ✓ **Especialmente a la Dra. Lourdes Tarifa Lozano, por su apoyo incondicional, quien con su sabiduría y paciencia me motivó para que este sueño se materializara.**
- ✓ **A mi tutora, no solo por guiarme en la realización de esta tesis, sino también por ser la extraordinaria persona que es.**
- ✓ **Al Dr. Reynaldo Hernández Camacho por las sugerencias oportunas que me brindó.**
- ✓ **A los profesores del Departamento de Matemática de la UMCC, quienes siguieron los pasos de esta investigación y realizaron sugerencias oportunas y valiosas.**
- ✓ **A todos los que contribuyeron con este trabajo, por su ayuda y colaboración.**
- ✓ **Todas las personas que de una forma u otra apoyaron esta investigación.**

## **RESUMEN**

La educación cubana, teniendo en cuenta las exigencias que demandan estos tiempos, esta llamada a promover cambios en los estudiantes y a perfeccionar la calidad de la enseñanza-aprendizaje. La enseñanza de las matemáticas juega un papel decisivo en la formación ingenieril de un estudiante, motivo por el cual los docentes debemos considerar todas las alternativas posibles para enriquecer y mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la misma. Es por eso que la presente investigación se trazó como objetivo; a partir de que los estudiantes no tienen habilidades en la resolución de problemas típicos de su perfil con la ayuda de los asistentes matemáticos; elaborar un sistema de tareas que integre las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Numérica y responda al ámbito profesional del Ingeniero Industrial basándose en los principios y características que sustentan un sistema de tareas integradoras en correspondencia con los postulados de la didáctica cubana. El resultado obtuvo la categoría de muy adecuado en la consulta realizada a los expertos, la que demuestra su validez teórica, pertinencia y posibilidades inmediatas de introducción y generalización en la práctica educativa.

## ÍNDICE:

| <b>Contenidos</b>   | <b>Págs.</b> |
|---|--------------|
| Introducción.....   | 1            |
| 1.1. Determinación de las tendencias del proceso enseñanza – aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial en su evolución histórica.....   | 8            |
| 1.2. Papel de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial .....                    | 14           |
| 1.3. Inclusión de las TIC y su influencia en la enseñanza de los Métodos Numéricos en la carrera de Ingeniería Industrial.....  | 17           |
| 1.3.1 Problemática en la enseñanza de los métodos numéricos para la resolución de problemas.....  | 20           |
| 1.4. La resolución de problemas: su importancia en la enseñanza de la matemática.....   | 23           |
| 1.5. El sistema de tareas como resultado científico.....  | 27           |
| Conclusiones parciales del capítulo 1.....  | 30           |
| 2.1. El proceso de enseñanza de los métodos numéricos a través de la resolución de problemas típicos del perfil del Ingeniero Industrial.....   | 31           |
| 2.2. El sistema de tareas. Su fundamentación y estructura.....  | 33           |
| 2.3. Ejemplos de tareas resueltas mediante la ejemplificación y utilización de los métodos numéricos para modelar y resolver problemas típicos del perfil del Ingeniero Industrial con la ayuda de las TIC..... | 42           |
| 2.4. Valoración del proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos numéricos y sus aplicaciones en cursos anteriores.....  | 48           |
| 2.4.1 Análisis de la fiabilidad de la encuesta aplicada a los estudiantes.....  | 51           |
| 2.5 Criterio de Expertos.....   | 53           |
| Conclusiones Parciales.....   | 59           |
| Conclusiones.....   | 60           |
| Recomendaciones.....  | 61           |
| Bibliografía.....   | 62           |
| Anexos.....   | 69           |

## **Introducción**

Durante las últimas décadas, Cuba ha realizado un esfuerzo significativo en el desarrollo de la educación, la ciencia y la tecnología. Sus indicadores en estos campos, sobre todo en la educación, son de los más altos en América Latina. Esto evidencia el incremento de las perspectivas y el desarrollo de los nuevos profesionales egresados de la Educación Superior, dentro de los cuales los ingenieros industriales son un eslabón importante en la cadena de desarrollo en la cual nos encontramos inmersos.

La sociedad actual, como nunca antes, enfrenta los retos que impone el desarrollo científico-técnico, el cual experimenta un ritmo de crecimiento sin precedente, lo que contribuye a elevar el nivel de vida en un mundo donde la globalización de la información es un hecho. Los contenidos de la información, la informática, la tecnología multimedia y las telecomunicaciones, entre otras, han devenido en una de las mayores fuentes productivas, que determinan una economía encaminada a los servicios.

Esta problemática trasciende a la universidad y exigirá que los nuevos profesionales que se van formando en el ámbito industrial y económico, respondan a estas expectativas; y a partir del análisis de las condiciones actuales y futuras en el país y una profunda investigación sobre las tendencias en los planes de estudio de Ingeniería Industrial a nivel internacional, se introduce el Plan D como una alternativa para cubrir dichos requerimientos, por lo que estamos en presencia de la formación de profesionales, cuya función es la de analizar, diseñar, operar, mejorar y dirigir procesos de producción y servicios con el objetivo de lograr eficiencia, eficacia y competitividad; mediante el análisis de las relaciones que se presentan entre los recursos humanos, financieros, materiales, energéticos, equipamiento, información y ambiente con un enfoque integrador y humanista, donde prevalecen criterios que sustentan los altos intereses del país. Para ello se valen de las ciencias matemáticas entre otras; de conjunto con los conocimientos especializados, los principios y métodos de diseño y análisis donde se desarrollan los fundamentos de la formación de un especialista en Ingeniería Industrial, dado que todo ingeniero debe desarrollar representaciones técnicas y científicas, en

términos matemáticos, con los cuales reflejan los rasgos cuantitativos de los fenómenos que estudia (Plan D, carrera de Ingeniería Industrial, 2009). De tal modo, que se logre que el ingeniero industrial domine el aparato matemático, capacitándolos de la habilidad de modelar y analizar los procesos técnicos, económicos, productivos y científicos, utilizando para ello, tanto métodos analíticos como aproximados, comprensión de las relaciones entre los modelos matemáticos, los conceptos y resultados de la ciencia matemática y la realidad material existente objetivamente.

La educación superior debe, pues, favorecer el aprendizaje que contribuya a que el estudiante esté entrenado en función de buscar respuestas a los nuevos problemas que se plantean constante y rápidamente, lo cual está determinado por el ritmo en que recibimos la información y que un problema sea reemplazado inmediatamente por otro. Además, la educación sería un esfuerzo inútil de no ser por el hecho, de que el hombre pueda aplicar, para resolver numerosas situaciones, lo asimilado concretamente.

Aplicación y resolución de problemas son dos términos a tener muy en cuenta para el desarrollo y la labor preferencial de un estudiante universitario cubano. Hasta el presente curso (2012-2013), en el segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, en el cual se imparte la asignatura Matemática IV, que entre sus temas aborda el estudio de los métodos numéricos; cuentan con la bibliografía adecuada para enfocar el proceso de enseñanza de los métodos numéricos a través de la modelación y resolución de problemas típicos de su perfil.

Sin embargo esta temática se aborda de forma general y con el contenido descontextualizado con datos muy atrasados en el tiempo, es decir no cuentan con problemas específicos donde se muestre la utilidad e importancia de la aplicación de los métodos numéricos que contribuyan a elevar su desarrollo profesional desde una perspectiva más a fin a su ámbito laboral y que se relacione con los objetivos propuestos para la carrera.

Entre ellos se destaca la formación de un sistema de conocimientos y habilidades de carácter profesional y científico-técnico, así como la habilidad de aplicar los

mismos de manera independiente y creadora, mediante la utilización de TIC y herramientas matemáticas.

Es un hecho que no se debe aceptar como lógico e inevitable que un considerable número de estudiantes universitarios presenten dificultades en la modelación y resolución de problemas que requieren de la aplicación de asistentes matemáticos y utilizar las TIC y que la falta de motivación y las dificultades conceptuales sea un obstáculo para ellos.

Por este motivo debemos preguntarnos si es suficiente el tiempo y la información que se maneja y transmite cuando se abordan problemas de este tipo, pues ante esta situación resulta interesante reflexionar en la búsqueda de una solución.

Actualmente, la computadora juega un rol primordial en la enseñanza y el aprendizaje de los diferentes métodos numéricos. Sin embargo, en la mayoría de los casos, su rol es el de aportar su velocidad y exactitud para la realización de cálculos complicados.

Con el desarrollo de esta herramienta, se pretende lograr que el alumno pueda aprender en forma significativa los contenidos propuestos, sumándole a la velocidad y exactitud de cálculos, la interactividad y visualización gráfica. Este recurso informático facilitará el aprendizaje y también la enseñanza, ya que se convertirá en una importante herramienta para ejemplificar contenidos que se estén desarrollando en una clase teórica.

De esta forma, se logrará un ambiente de enseñanza y aprendizaje en el cual interactúen docentes, alumnos y software. Se constituirá así, una metodología de aprendizaje a partir de la incorporación de tecnología, no sólo como un recurso facilitador de los cálculos necesarios sino además, como una herramienta capaz de actuar sobre el proceso de aprendizaje del alumno, permitiéndole seguir su propio ritmo de aprendizaje sin depender de aquel que la clase tradicional impone.

En este contexto se ubica el presente trabajo investigativo, en interés de proporcionar a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, a través de la modelación y resolución de problemas, aplicando los métodos numéricos desde su ámbito profesional, un mayor desarrollo de sus habilidades, para lograr un desempeño social y profesional más eficiente.

Dentro de las asignaturas que se imparten en la carrera de Ingeniería Industrial se encuentra la Matemática IV, que contiene entre sus temas de estudio los métodos numéricos y sus aplicaciones, sin embargo los estudiantes no tienen habilidades en la resolución de problemas típicos de su perfil con la ayuda de los asistentes matemáticos.

Por lo que se formula como **problema científico**: ¿Cómo integrar didácticamente el uso de las TIC, al proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática Numérica que responda al ámbito profesional del Ingeniero Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”?

Como **objeto de estudio**: El proceso enseñanza-aprendizaje de la Matemática Numérica y como **campo de acción**: El uso de las TIC, en el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática Numérica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

Y para dar respuesta al mismo se formula como **objetivo general**: Elaborar un sistema de tareas que integre las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Numérica y responda al ámbito profesional del Ingeniero Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

Para el proceso de investigación se plantean como **preguntas científicas**:

1. ¿Qué referentes teóricos permiten sustentar y perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática Numérica asistida por las TIC en el ámbito profesional del ingeniero industrial?
2. ¿Qué opinan, los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, sobre cómo se aborda en la actualidad el enseñanza-aprendizaje docente educativo de la Matemática Numérica asistida por las TIC?
3. ¿Qué características debe contemplar un sistema de tareas docentes para lograr la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática Numérica para que se correspondan con el ámbito profesional del ingeniero industrial?

4. ¿Cuál es la valoración por parte de los expertos, sobre el sistema de tareas docentes integradas a las TIC en correspondencia con el perfil del ingeniero industrial en la asignatura Matemática Numérica?

Para lograr el objetivo general y dar respuesta a las preguntas científicas se derivan las siguientes **tareas de investigación**:

1. Determinación de los fundamentos teóricos, que sustentan el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemática Numérica asistida por las TIC en el ámbito profesional del Ingeniero Industrial.
2. Valoración de la opinión de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, sobre cómo se aborda en la actualidad el proceso docente educativo de la asignatura Matemática Numérica asistida por las TIC.
3. Conformación de un sistema de tareas para la asignatura Matemática Numérica que se correspondan con situaciones reales de la esfera profesional del Ingeniero Industrial y que sean resueltos con el apoyo de las TIC.
4. Valoración de los expertos sobre el sistema de tareas docentes asistidas por las TIC en correspondencia con el perfil del Ingeniero Industrial en la asignatura de Matemática Numérica.

La significación práctica de este trabajo se manifiesta a través de la elaboración, de un sistema de tareas para contribuir al desarrollo de habilidades, en los estudiantes de segundo año de la carrera Ingeniería Industrial, para modelar y resolver problemas típicos de su perfil, donde sea necesario la aplicación de los métodos numéricos apoyados con las TIC.

Con la realización de este trabajo investigativo se logra:

- s Potenciar el desarrollo de habilidades en la modelación y resolución de problemas que requieren la aplicación de los métodos numéricos, a partir del estudio de su base teórica y práctica.
- s Favorecer la motivación por el estudio de las matemáticas y evidenciar la aplicación de los métodos numéricos en resolución de problemas vinculados con el perfil profesional del Ingeniero Industrial.

- s Enriquecer la bibliografía de la asignatura Matemática IV para favorecer la ejecución de las acciones que estructuran la habilidad de modelar y resolver problemas típicos del perfil del Ingeniero Industrial aplicando los métodos numéricos con la ayuda de las TIC.
- s Demostrar la importancia del estudio de los métodos numéricos para resolver situaciones problémicas relacionadas con los modos de actuación del Ingeniero Industrial.

Se declara como población a los 166 estudiantes que han recibido, dentro de la asignatura Matemática IV, el tema de los métodos numéricos en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” o sea del tercero al quinto año (Curso 2012-2013). La selección de la muestra se hace a partir de un muestreo estratificado, siendo de 63 estudiantes.

Durante el desarrollo de la investigación se utilizan diversos **métodos de investigación**, entre los que se encuentran:

**Del nivel teórico:**

**Analítico-sintético, inductivo-deductivo y enfoque sistémico**, para estudiar las tendencias del enseñanza-aprendizaje de la Matemática en las carreras de ingeniería y sus particularidades cuando se introducen las TIC como medio de enseñanza y valorar las fuentes de información, extrayendo de ellas regularidades y tendencias relacionadas con el tema de investigación.

**Histórico-lógico**, para evaluar el comportamiento del problema investigación en los diferentes enfoques estudiados y la evolución de las soluciones propuestas.

**Del nivel empírico** se utilizaron:

La **encuesta y la entrevista** para buscar hechos que fundamentan la existencia del problema de investigación en el objeto y determinar las potencialidades y carencias de los claustros.

La **observación**, para apreciar el desempeño de alumnos y profesores en el proceso docente educativo y valorar los resultados de la intervención en la práctica.

**Del nivel estadístico,** se aplicaron los **métodos de la Estadística** descriptiva para caracterizar el comportamiento de indicadores previamente definidos en muestras de alumnos, expertos y actores.

Además de esta introducción, la tesis consta de dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y un conjunto de anexos que ilustran y complementan el trabajo investigativo.

En el capítulo 1, se aborda la fundamentación teórico-metodológica del problema de investigación, y en el capítulo 2 se propone el sistema de tareas docentes con la ayuda de las TIC para la modelación y resolución de problemas relacionados con los modos de actuación del Ingeniero Industrial y que requieran la aplicación de los métodos numéricos, además de la valoración por parte de los expertos del Departamento de Matemática e Industrial sobre el sistema de tareas que se propone.

## **Capítulo 1. Fundamentos teóricos y metodológicos.**

Este capítulo tiene como objetivo exponer y valorar el marco teórico conceptual en la temática de las habilidades en la modelación y resolución de problemas que requieran de la aplicación de los métodos numéricos con la ayuda de las TIC con características especiales para los estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería Industrial. Los temas que se consideran fundamentalmente son:

- s Las principales creencias y tendencias del proceso enseñanza – aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial en su evolución histórica.
- s Papel de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial.
- s Las principales características de los métodos numéricos dentro del proceso de modelación y resolución de problemas en correspondencia con las funciones elementales que deben integrarse en un Ingeniero Industrial.

### **1.1.Determinación de las tendencias del proceso enseñanza – aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial en su evolución histórica**

El proceso de formación de profesionales en Cuba se puede enmarcar en dos grandes etapas: la etapa pre-revolucionaria y la etapa revolucionaria. La Enseñanza Superior que se desarrollaba en Cuba antes del 1959 se caracterizaba por ser eminentemente conductista, memorística y formalista, y se señala que "lo más que se aspiraba era a dar carrera para vivir" (Vecino, 1986).

A partir del año 1962 se inició la Reforma Universitaria Cubana, importante momento histórico que fue más allá de una reforma educativa. Posteriormente con la celebración del Primer Congreso del PCC en el año 1975 y el surgimiento del Ministerio de Educación Superior (MES) en el año 1976, se dan excepcionales condiciones para iniciar transformaciones de los planes y programas de estudio, de los métodos de enseñanza, de dirección y de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje; orientadas al perfeccionamiento de la formación de especialistas de nivel superior en Cuba.

Como un resultado directo de este proceso el Ministerio de Educación Superior inspirado en la búsqueda de un profesional de excelencia ha transitado por diferentes planes de estudio: Plan "A", implementado a partir de 1976; Plan "B", que se aplicó a partir de 1985; Plan "C" introducido en 1990, el Plan "C" perfeccionado en 2002 y por último el Plan "D" (aun vigente), incorporado a partir del 2008.

Las modificaciones realizadas a los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Industrial, se fundamentan en las transformaciones que han acontecido en todos estos años en el país, con el fin de lograr la formación cada vez más integral del egresado.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial ha transitado por diferentes períodos históricos, como consecuencia de los diferentes planes de estudio por los cuales ha atravesado la Educación Superior Cubana.

El autor de la presente tesis; ha tomado en cuenta la experiencia de profesores de la asignatura de Matemática en diversos Centros de la Educación Superior (CES) del país (Hernández, 1989; Delgado, 1999; Pérez, 2000; Blanco, 2000; Parra, 2002; Gutiérrez, 2004; Proenza y Leiva 2006; López, 2008; Álvarez, 2010; Sampedro 2011) para precisar los indicadores que permitieron determinar de los períodos por los que ha transitado el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial, los mismos son:

- Objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Enfoques psicopedagógicos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Papel del profesor y del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Métodos y estrategias utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Utilización de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.

Los indicadores enunciados sirvieron de base para según Sampedro (2011) precisar las etapas o momentos significativos declarados a continuación:

**Establecimiento de fundamentos didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, orientado al sistema de conocimientos. (1976-1985).**

En el curso 1976-1977, con el surgimiento del Plan "A" se establece un sistema de principios que permitieron producir un primer salto de calidad en la formación de los profesionales en las diferentes carreras universitarias en Cuba.

En esta etapa el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática se caracterizó por la exposición y análisis del contenido por parte del profesor, la motivación por el tema, la preparación del alumno, la ejercitación (haciendo hincapié en la memorización de los pasos a dar en la realización de los ejercicios), las generalizaciones de carácter empírico, dejando a la espontaneidad el análisis de relaciones esenciales en la dirección de lo general a lo particular, de lo abstracto a lo concreto, uso casi nulo de las (TIC).

**Establecimiento de fundamentos didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, orientado al desarrollo de habilidades específicas. (1985-1990)**

A partir del curso 1985-1986, con el plan B se produjeron cambios en el sistema educacional cubano, prestándose fundamental atención a la elaboración y precisión de los objetivos, a la selección y desarrollo de los contenidos de las ciencias como consecuencia de la Revolución Científico-Técnica a escala universal y al desarrollo de habilidades en los estudiantes.

En esta etapa el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática se caracterizó por la preocupación por el cumplimiento de los objetivos de las clases y al existir un aumento significativo en la cantidad de horas asignadas a las asignaturas de Matemática, permitió que abundaran las conferencias y las clases prácticas, lo cual favoreció el desarrollo de habilidades matemáticas, pero se seguía dando la Matemática por igual a todas las ingenierías sin distinguir unas de otras. Esta etapa fue marcada por la Resolución Ministerial 220/79, en la cual era muy rígida la distribución del tiempo para cada momento de la clase, elemento que

no permitía flexibilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, el uso de las (TIC) era muy limitado, debido al costo excesivamente alto de las mismas

Los planes A y B representaron un paso de avance respecto al período anterior, específicamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática pero sin lograr que el estudiante participara activamente en el proceso de obtención y apropiación de los conocimientos.

### **Establecimiento de fundamentos didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, orientado al desarrollo de habilidades profesionales y valores. (1990-2008)**

En el curso 1990-1991, con el objetivo de resolver las limitaciones de los planes anteriores, se implanta el Plan "C", buscando mayor flexibilidad en la formación del profesional, que respondiera a la dinámica de la construcción de la nueva sociedad y a las exigencias de la Revolución Científico-Técnica.

Castañeda (1993) señala que el modelo del profesional de Ingeniería Industrial y el modelo de la enseñanza de la Ingeniería Industrial para los próximos años no puede pasar por alto que tiene que desarrollarse sobre la base de crear en los egresados la cultura de la calidad, el rigor, la profesionalidad y la veracidad de toda la actividad ingenieril.

Para el autor de esta tesis, esto sólo se logra si está implícito en la calidad, el rigor, la profesionalidad, y la excelencia, conque se desarrolle y se exija toda la actividad académica, investigativa y de extensión de los alumnos a través de toda su carrera y de la cual toda la actividad de la propia institución de Educación Superior tiene que ser fiel reflejo.

En esta etapa el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática se organiza tomando en cuenta: la orientación del nuevo contenido, la motivación, la asimilación del contenido sobre la base de la ejercitación, la sistematización y la evaluación a través de ejercicios y problemas. Los profesores tienen dominio de los contenidos básicos necesarios para utilizar la computadora, el uso de la multimedia con gráficos avanzados se integra al proceso de enseñanza-

aprendizaje de la Matemática pero no hay un uso de la computadora como medio auxiliar heurístico en la resolución de problemas, en este proceso.

**Establecimiento de fundamentos didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, orientado a la formación de profesionales competentes. (2008- aún vigente)**

Atendiendo a las anteriores deficiencias y en correspondencia con el perfeccionamiento continuo de la formación de los profesionales se implanta en el curso 2008-2009 el Plan "D" (aún vigente), en la carrera de Ingeniería Industrial, el cual ha mostrado una serie de transformaciones.

En esta etapa el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática regularmente se caracteriza porque el docente presenta el contenido nuevo, orienta no solo ejercicios y problemas propios de la Matemática, también relacionados con otras asignaturas de la carrera. Las actividades prácticas son analizadas y discutidas en el aula.

En estas actividades se muestra las diferentes variantes de solución, se intercambian criterios, se permite al estudiante la creatividad al solucionar los ejercicios y problemas, hacer generalizaciones y arribar a conclusiones sobre lo tratado. Se utilizan los asistentes matemáticos (Derive, Mathematica, MatLab, SPSS, MAPLE), como medios de enseñanza y herramientas de cálculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se observa un incremento de entornos virtuales de enseñanza aprendizaje y la orientación del estudio independiente asistido por guías de aprendizaje a través de las TIC. Los profesores tienen dominio de los contenidos básicos necesarios para utilizar la computadora, pero no hay un uso de la computadora como medio auxiliar heurístico en la resolución de problemas, en este proceso.

El análisis realizado, ha permitido entonces, revelar las principales tendencias que caracterizan el decursar del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial.

- En cuanto a los objetivos se observa un tránsito desde aquellos cuyo énfasis estaba en la necesidad de dotar a los estudiantes de una elevada instrucción matemática, la posterior inclusión de las habilidades específicas y la formación

de valores de forma fragmentada, hasta la formulación de objetivos que expresen la integración de estos, para lograr un profesional competente en su desempeño.

- Respecto a los enfoques psicopedagógicos se produce un tránsito desde el enfoque conductista, pasando por el cognitivista, hacia el enfoque histórico cultural. Se transitó desde la concepción intelectualista de la educación matemática, al énfasis en los procesos conscientes mediante los que se construye el conocimiento, la importancia a aprender las formas y métodos para resolver los problemas, hasta enfatizar en los aspectos relacionados con lo afectivo, la importancia de la comunicación en el proceso de aprendizaje y la interacción del individuo con su medio social y cultural.
- El desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, va desde la utilización de métodos eminentemente expositivos, donde primaba el papel del profesor como principal elemento de proceso, hasta la utilización de una variedad de métodos activos, para que el estudiante al utilizarlos se apropie de los conocimientos, desarrolle sus habilidades y progresivamente su papel protagónico ante el aprendizaje.
- Existe una tendencia hacia el incremento y la manifestación de diversos tipos de interacciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, (estudiante-profesor, estudiante-estudiante, estudiante-contenido y estudiante-fuente de conocimientos.
- Se pone de manifiesto la tendencia hacia el uso de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje para favorecer el aprendizaje, la colaboración y la integración. Se aprecia además el surgimiento y la utilización de recursos como hipermedia, hipertexto, entornos virtuales, los cuales se hacen cada vez más importantes en el contexto educativo.
- Todo lo anterior apunta según Sampedro (2011) hacia una concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática desde una perspectiva social, donde se creen escenarios activos de conocimiento compartido, a partir de las interacciones entre estudiante-profesor, estudiante-estudiante, estudiante-contenido y estudiante-fuente de conocimientos (tácito y explícito).

En él los alumnos desarrollan su actividad sólo con la orientación necesaria, que les permita ir aprendiendo en forma autónoma e independiente y además procurar las mayores relaciones explícitas entre los nuevos conocimientos (objeto de aprendizaje) y los conocimientos previos de los alumnos.

Sin embargo el uso de la computadora dentro de la clase es bastante limitado, pues se reduce al uso del laboratorio, donde los estudiantes pocas veces utilizan los asistentes matemáticos para resolver las actividades orientadas en clase. Por lo general se refieren a temas específicos del Cálculo Diferencial o Integral, desde un punto de vista puramente procedimental

### **1.2. Papel de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Industrial.**

La necesidad creciente de la creación de sistemas educativos que, perfeccionen su modelo de enseñanza y que permitan una adecuada gestión del conocimiento que viabilice la orientación cognitiva, hace que sea indispensable ampliar e incluir, a las TIC con la finalidad de una mejor gestión de los procesos cognitivos. (Martínez Delgado, L., Garay Garcell, M. y Castellanos Isaac, A. 2009)

Las TIC alcanzan un lugar significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, en tal sentido, la Conferencia Mundial sobre Educación Superior, auspiciada por la UNESCO, en octubre de 1998, aprobó la "Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción".

En ella se expresa que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, seguirán modificando la forma de elaboración, adquisición y transmisión de conocimientos, ya que estas tecnologías no solo amplían las posibilidades de acceso a la educación universitaria, sino que constituyen un factor de innovación para las instituciones educacionales, en cuanto a las formas y métodos que se emplean para desarrollar el aprendizaje.

En esta investigación se reconocen como características y funciones de las TIC, las siguientes: estudian y producen las metodologías, equipos y sistemas que posibilitan generar, almacenar, procesar e intercambiar información, facilitar el acceso a grandes masas de información en cortos períodos de tiempo, como son

los discos CD-ROM y DVDs, el acceso "en-línea" a bases de datos bibliográficas; presentar al usuario la misma información con códigos lingüísticos diferentes, como son los hipertextos y la transmisión de información a destinos lejanos, con costos cada vez menores y en tiempo real.

Dentro de los componentes de las TIC, se deben destacar, por las potencialidades que tienen para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática y en especial en la investigación que se presenta, a las relacionadas con el uso de la computadora y los software matemáticos, que pueden aportar a la enseñanza de la Matemática una mejor comprensión del alcance de sus métodos, su empleo en la resolución de problemas reales y una mayor motivación del estudiante de los primeros años, criterio con el cual se coincide plenamente. (Rodríguez Rodríguez O., Blázquez Casanova M. 2009)

Es muy difícil que un profesor desarrolle su docencia empleando exclusivamente la palabra oral, la utilización de diversos medios de enseñanza. Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, las TIC permiten crear las condiciones materiales favorables para cumplir con las exigencias científicas del mundo contemporáneo durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y hacen más objetivos los contenidos de cada materia de estudio y por tanto, lograr mayor eficiencia en el proceso de asimilación del conocimiento por los estudiantes, creando las condiciones para el desarrollo de capacidades, hábitos, habilidades y la formación de valores.

El autor considera que las TIC propician indicadores motivacionales hacia la profesión cuando se utilizan materiales en formato electrónico que brinden la información necesaria sobre la profesión como: páginas web, sitios web, videos, video-conferencias, teleclases, software ya sean educativos o no, el acceso a redes telemáticas de contenido educativo, con opciones de correo electrónico. (Jiménez, B. 2010)

Con el uso de estas se puede favorecer la interacción dirigida de los estudiantes con los nuevos conocimientos estimulando así su papel protagónico, el desarrollo de sus propias estrategias de aprendizaje, el recibir ayudas que le permitan realizar más y más tareas de forma independiente.

Así ellas favorecerán la atención individualizada de los estudiantes por parte del profesor en función del desarrollo alcanzado desde el propio intercambio con el contenido, incidiendo en su preparación, la que le acompañará durante toda su existencia en la solución de las múltiples tareas que se le presenten vinculando los problemas que se utilicen, a la práctica cotidiana, es decir estén enmarcados en un contexto histórico-social determinado (Zilberstein, 2002).

De acuerdo con lo señalado, el autor defiende la idea de promover propuestas apoyadas por el uso de las TIC para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, por el cual se acoge a lo planteado por Horta (2006) de que:

"para utilizar de manera eficiente la tecnología con fines educativos, no es imprescindible ser un especialista en diseño e informática, ni constituir un grupo multidisciplinario para elaborar un buen producto educativo para la clase, lo importante es superarse en tal sentido y realizar materiales dedicados a nuestros alumnos, tratando de satisfacer las necesidades de éstos, que pueden que no sean las de otros, pero dada las características de esta tecnología tienen que ser motivantes para que sean utilizadas por quien quiera hacerlo". (Horta, 2006, p 53)

Lo anterior demanda una efectiva planificación de los medios de cómputo, la valoración de la consecución de los objetivos, la organización de forma eficaz del tiempo, los recursos didácticos y la orientación al estudiante en su proceso de aprendizaje.

En este sentido, se valora que para fortalecer la preparación del profesional a través de las TIC, es necesario plantear tareas motivacionales en la que se incluyan la búsqueda de información, tareas con la orientación necesaria, que le permita al futuro ingeniero Industrial ir aprendiendo en forma autónoma e independiente y además procurar las mayores relaciones explícitas entre los nuevos conocimientos (objeto de aprendizaje) y los conocimientos previos de los alumnos.

Por lo que en opinión del autor en lo referente al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, existe una necesidad impostergable de establecer propuestas que le permitan a los docentes apropiarse e implementar las TIC como **medio auxiliar heurístico** en las actividades docentes aun con presupuestos

reducidos y una limitada disponibilidad de equipamiento, de manera tal que este proceso mejore cada día y esté acorde con las necesidades y exigencias del modelo y de la sociedad en cuanto a la calidad de los egresados de la educación superior.

### **1.3. Inclusión de las (TIC) y su influencia en la enseñanza de los Métodos Numéricos en la carrera de Ingeniería Industrial.**

Teniendo en cuenta que las perspectivas pedagógicas actuales, ponen el énfasis en el apoyo a la construcción del conocimiento y en los procesos reflexivos, el docente enseña a través de la generación de propuestas de actividades para la reflexión, el apoyo para su resolución, sugiere fuentes de información alternativas, ofrece explicaciones, favorecer procesos comprensivos. (Fantini, A. 2009)

El uso de la TIC aporta espacios con múltiples posibilidades de interacción, a través de formas de interacción y colaboración, donde el fundamental es el estudiante.

La incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje modificaron la enseñanza de nivel superior (Fainholc & Scagnoli, 2007; The Horizon Report, 2005; Scagnoli, 2008).

La Educación Superior cubana contemporánea demanda su integración porque permitirá impulsar el cambio hacia un nuevo paradigma educativo más personalizado y centrado en la actividad de los estudiantes. Su potencial pedagógico constituye una poderosa razón para aprovechar las posibilidades de innovación didáctica, en aras de mejorar los aprendizajes y disminuir el fracaso escolar, conducente a una universidad más eficaz e inclusiva. (Malagón Hernández, M. y Frías Cabrera, Y. (2009).

La incorporación de la computadora en Matemática y especialmente en Cálculo Numérico, son hechos que determinaron cambios muy importantes.

Además, la inclusión de la computadora en las disciplinas científicas, ha modificado en gran escala la forma de trabajar en las mismas desde hace ya varias décadas.

La velocidad de cálculo se ha multiplicado varios millones de veces desde la aparición de la computadora. En 1930 el 75% del costo de un objetivo de cámara

fotográfica estaba dado por el cálculo de su óptica; debían seguirse laboriosamente la trayectoria de los rayos en su refracción a través de media docena de dioptría o superficies de separación entre varias clases de vidrio y el aire. En la actualidad, el costo de este cálculo es prácticamente nulo y el precio de estas cámaras ha disminuido notablemente.

En las construcciones electromecánicas, la ingeniería cuesta sólo el 2% del total, y a veces se da sin cargo al quedar comprendida dentro de los márgenes en que fluctúa la utilidad. Estos hechos, que hasta hace algunas décadas resultaban inimaginables, se deben a la incorporación de las tecnologías informáticas como herramienta de cálculos matemáticos. (Bertazzi, G., Rivarola, M., Díaz, B. 2009).

Como menciona Arratia et al. (1999), “desde que se empezaron a usar las computadoras a finales de los años cuarenta se les ha dado un gran impulso y relevancia, dado que al librarnos éstas de los cálculos manuales, podemos centrar nuestro esfuerzo en una adecuada formulación del problema y en la interpretación de resultados”.

Los sistemas de cálculo de la actualidad han extendido los dominios de trabajo de cálculo, haciendo posible en muchas ocasiones rechazar interpretaciones aproximadas de problemas aplicados y pasar a la solución de problemas establecidos con precisión. Esto exige la utilización de ramas profundamente especializadas de la Matemática, como es el Análisis Numérico. (Demidovich et al., 1993).

La utilización adecuada de las modernas computadoras resulta imposible sin un dominio en la técnica y utilización de los métodos de aproximación y del Análisis Numérico. Todo esto explica el interés universal despertado por los métodos de Análisis Numérico (Demidovich et at, 1993).

En Cálculo Numérico se estudian los diferentes métodos numéricos que permiten aproximar la solución de diversos problemas.

En ocasiones, para un mismo problema existen diversos métodos numéricos que se pueden aplicar. Estos métodos poseen diferencias relacionadas a la forma en que se aproximan a la solución buscada y a la cantidad de cálculos que necesitan para obtener una solución, afectando la eficiencia de cada uno de ellos.

La inclusión de la computadora fue un gran cambio que benefició las tareas desarrolladas desde el Cálculo Numérico, por la cantidad de operaciones que eran necesarias realizar.

Más allá de sólo proporcionar un aumento en la potencia de cálculo, la disponibilidad general de las computadoras y su asociación con los métodos numéricos, ha tenido una influencia muy significativa en el proceso de solución de problemas de las ciencias aplicadas en general. Una gran contribución a este logro fue la aparición del software matemático, algunos de ellos ya mencionados en este capítulo, que generaron un entorno mucho más amigable para facilitar toda la potencia de cálculo que ofrecen las computadoras.

Los métodos numéricos son técnicas mediante las cuales es posible la existencia de problemas que puedan resolverse usando operaciones aritméticas. Aunque hay muchos tipos de métodos numéricos, todos comparten una característica común: invariablemente los métodos numéricos llevan a cabo un buen número de tediosos cálculos aritméticos.

La enseñanza de la Matemática Numérica tiene el gran inconveniente de los extensos cálculos aritméticos que generalmente se necesitan realizar cada vez que se resuelve un ejercicio empleando alguno de los métodos numéricos. (Camacho, R. y Reyna, M. 2012:1)

No es raro que con el desarrollo de las computadoras digitales eficientes y rápidas, el papel de los métodos numéricos en la solución de problemas de las ciencias aplicadas haya aumentado considerablemente en los últimos años.

Hoy en día, las computadoras y los métodos numéricos proporcionan una alternativa para cálculos muy complicados. Al usar la computadora para obtener soluciones directamente, se pueden aproximar los cálculos sin tener que recurrir a suposiciones de simplificación o técnicas deficientes.

Aunque dichas suposiciones son aún extremadamente valiosas tanto para la resolución de problemas como para proporcionar una mayor comprensión, los métodos numéricos representan alternativas que amplían considerablemente la capacidad para confrontar y resolver problemas; como resultado, se dispone de más tiempo para aprovechar las posibilidades creativas personales.

Por consiguiente, es posible dar más importancia a la formulación de un problema, a su modelación, a la interpretación de la solución y a su incorporación al sistema total o conciencia holística, es decir, pensar y desarrollar la intuición.

Para la enseñanza de los diferentes métodos numéricos, si bien la experimentación es muy importante, demanda mucho tiempo y esfuerzo, lo cual se reduce significativamente con la inclusión de la computadora.

El profesor puede en su clase proponer y desarrollar distintos ejemplos para los cuales aplicará los diferentes métodos de resolución que estén abordando. Sin dudas podrá utilizar el pizarrón, diapositivas o presentaciones; pero por una cuestión de tiempo podrá explayarse sólo en un ejemplo representándolo gráficamente. Con la utilización de un software adecuado y seleccionando previamente los ejemplos correctos, podrá ilustrar su clase con tantos casos como lo crea necesario e incluso proponer nuevos ejemplos, promoviendo la participación de los alumnos.

Podrá trabajar también con el mismo ejemplo, cambiando las variables implicadas para observar como se modifican los resultados que se obtienen. Esto es, el uso de un software educativo acorde a las necesidades de Cálculo Numérico aportará muy buenos beneficios educativos tanto para el profesor como para el alumno.

Por nuestro rol como docentes de Cálculo Numérico y por nuestro interés en trabajar para la incorporación de las TIC en nuestra actividad, hemos emprendido la tarea de analizar y estudiar los resultados obtenidos a partir del diseño e implementación de un sistema de tareas docentes para ser resuelta por los estudiantes con la ayuda de un software educativo en el desarrollo de nuestras clases.

### **1.3.1 Problemática en la enseñanza de los métodos numéricos para la resolución de problemas.**

El estudio de los métodos numéricos es un tema fundamental para la enseñanza de la matemática en la Educación Superior, específicamente para las carreras de ciencias técnicas, debido a que estos métodos son científicos en el sentido de que representan técnicas sistemáticas para resolver problemas matemáticos. Sin embargo, hay cierto grado de arte, juicios subjetivos y términos medios asociados

con su uso efectivo en la práctica de las ciencias aplicadas. Para cada uno de los problemas, se usan varias técnicas numéricas, se buscan alternativas y se utilizan muchos tipos de computadoras.

Por lo tanto, la elegancia y eficiencia de diferentes enfoques de los problemas es muy individualista y se relaciona con la habilidad de escoger entre todas las opciones disponibles. Si bien estas habilidades no son fáciles de comunicar, sí se tiene la esperanza de que los elementos que se le brindan al alumno de Cálculo Numérico, lo orienten cuando se le presenten diferentes alternativas en lo que refiere a los métodos numéricos y a la selección de herramientas apropiadas para su implementación.

Los métodos numéricos se necesitan ya que muchos problemas no se pueden resolver efectivamente usando técnicas analíticas.

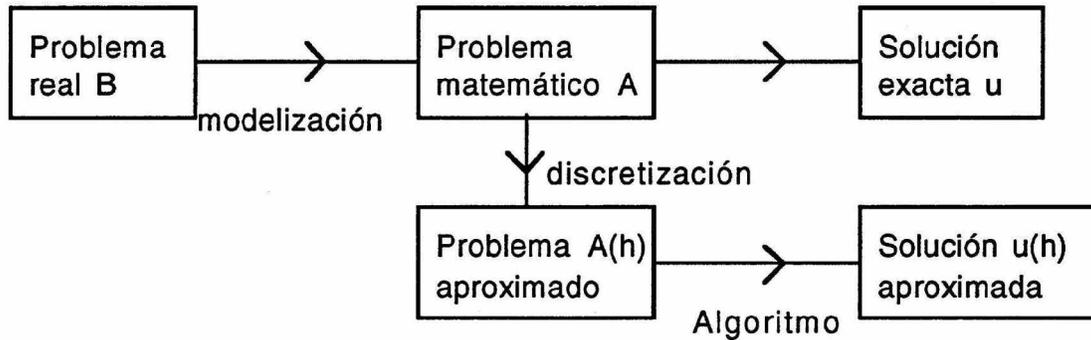
Los estudiantes deben adquirir las habilidades necesarias para relacionar cuando aplicar un método numérico para la solución de problemas reales y de esta forma fortalecer las bases matemáticas para comprender la conexión de los conocimientos teóricos adquiridos, con problemas que requieran una aplicación práctica.

Cuando el estudiante se enfrenta a un problema de aplicación en el que tenga que utilizar el análisis numérico, un problema en el cual las matemáticas se aplican en otros campos, debe procesar la información hasta obtener el modelo matemático, a la deducción de los métodos numéricos a partir de situaciones físicas que se presentan en determinados problemas de carácter físico y/o técnico, a esta transición del problema, al modelo matemático correspondiente se llama modelado (Concari, S. 2010).

Para la resolución de problemas de aplicación que tienen estrecha relación con el análisis numérico, hay que tener en cuenta el siguiente esquema de resolución:

Si se desea resolver un problema *físico*  $B$ , lo primero que se suele hacer es traducirlo al lenguaje matemático para dar un problema *matemático*  $A$ . Se estudia la existencia y unicidad de la solución  $u$  de este problema, pero en la mayor parte de los casos y después de probado esto, no se sabe como determinar la solución de forma efectiva. Por ello, se sustituye el problema *matemático*  $A$  por un

problema próximo a él,  $Ah$ , en el que aparecerá algún parámetro  $h$  que se va a hacer tender hacia un cierto valor (normalmente 0). Se exige que este problema tenga solución única,  $uh$ , y se espera que al tender  $h$  hacia el valor elegido,  $uh$  converja hacia  $u$ . Esquemáticamente este tratamiento típico (pero no único), es el siguiente:



De este planteamiento surgen algunos problemas interesantes:

- ¿Cuál es la velocidad de convergencia de  $uh$  hacia  $u$ ?
- Problemas de estabilidad; es inevitable cometer errores en el cálculo, debido a los redondeos que efectúan los computadores. Interesa que pequeños errores cometidos en los cálculos que conducen a  $uh$  hagan que el resultado no difiera mucho de  $u$ .
- Coste del proceso. ¿Cuántas operaciones deben realizarse? ¿Cuánto tiempo se precisará para realizarlas?

El procedimiento anterior describe de forma general, los elementos que intervienen en la resolución de un problema de aplicación y que apoyan a este proceso aunque no de manera profunda

Por tanto el autor opina que se debe considerar la resolución de problemas donde se apliquen los métodos numéricos, como algo más que una herramienta matemática que se ilustra mediante ejemplos típicos; es decir, plantearlo como un tipo de problema matemático que consiste en buscar el método más eficiente y que determina la solución más efectiva.

#### **1.4. La resolución de problemas: su importancia en la enseñanza de la matemática.**

Las instituciones educativas de manera especial son las encargadas de preparar a los estudiantes para resolver problemas de forma independiente, desarrollando habilidades que le permitan una correcta preparación y su éxito ante ellos.

En la enseñanza de la matemática uno de los aspectos que atrae la atención, es la solución de problemas. El interés creciente por la resolución de problemas, reside en que ellos constituyen no solo una de las vías principales para la asimilación de los conocimientos y la formación de habilidades y hábitos matemáticos en los alumnos, sino también, para su preparación como futuros profesionales, y ser capaces de resolver de forma independiente las diferentes tareas que se le plantean en la vida laboral y científica, entre otras. (Machado Amador, M.P., Trutie Matos, E. 2009)

La vía metodológica fundamental en la enseñanza de la matemática, es el trabajo con ejercicios y problemas (Ballester, S. 1992). Ellos constituyen un medio esencial para formar en los alumnos el sistema fundamental de conocimientos, habilidades y hábitos que se han encomendado a la escuela, y contribuyen a la formación y desarrollo del pensamiento lógico, las acciones lógicas fundamentales que están presentes en cada razonamiento y no a la reproducción de conocimientos lógicos aislados en el trabajo en la asignatura. (Castro, E. 2012:)

En el caso de la asignatura de Matemática en el nivel universitario, los ejercicios deben plantearse mediante problemas propiamente dichos, donde la vía por lo general no es conocida para la mayoría de los estudiantes y donde el nivel de producción de los mismos es más elevado. En este nivel los estudiantes son capaces de reconocer estructuras matemáticas complejas y resolver problemas que no implican necesariamente el uso de estrategias, procedimientos y algoritmos rutinarios sino que posibilitan la puesta en escena de estrategias, razonamientos y planes no rutinarios que exigen al estudiante poner en juego su conocimiento matemático. (Mazarío, I., 2007).

Se coincide con Valle, A. (2006), cuando afirma, que la enseñanza determina la calidad del aprendizaje y el diagnóstico deberá abarcar las diferentes áreas que

intervienen en el aprendizaje y no sólo lo que hace u ocurre en el interior del alumno, sino que también hay que tener en cuenta toda la influencia sociocultural, para poder crear, estructurar, determinar, un proceso de influencias educativas que optimicen el desarrollo y que lo estimule al nivel máximo posible. En nuestro caso en la enseñanza de la matemática numérica el estudiante cursa segundo año y su visión del perfil de la carrera debe ser mayor, por lo que ella debe reportar ganancias a su futuro desempeño.

Sobre la resolución de problemas convergen en la literatura diferentes modelos, todos a partir del de G. Polya, entre ellos se encuentran los de: Schoenfeld, Fridman, Bell, Jungk y Miguel de Guzmán. Para el tratamiento metodológico de los problemas en el sentido amplio, se asume la propuesta de Armas Guitart, A. (2010), sobre la alternativa del programa heurístico general planteado por Muller (1987) asociados a una lista de preguntas e impulsos que utiliza en sus trabajos sobre la solución de problemas Polya. (Tabla 1).

Al instrumentar esta debe tenerse en cuenta que son estudiantes universitarios y que se utilizará para la resolución de problemas en matemática numérica, por lo que es necesario que esos impulsos vayan dirigido a la determinación del modelo matemático a utilizar y por consiguiente el método numérico a emplear. A partir de ese momento el uso de los softwares educativos jugará el papel principal hasta la evaluación y análisis del resultado obtenido, vinculado este a su perfil profesional. Así en la tabla que se muestra se han subrayado en dos etapas varias de las preguntas. Ellas estarán en función de las características del problema en este nivel y para la asignatura que se analiza. El uso del programa heurístico general contribuirá al desarrollo de la motivación hacia la solución de problemas matemáticos, y lograr mayor efectividad en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje.

“Un profesor de matemáticas tiene una gran oportunidad. Si dedica su tiempo a ejercitar a los alumnos en operaciones rutinarias, matará en ellos el interés, impedirá su desarrollo intelectual y acabará desaprovechando su oportunidad. Pero si por el contrario, pone a prueba la curiosidad de sus alumnos planteándoles problemas adecuados a sus conocimientos, y les ayuda a resolverlos por medio

de preguntas estimulantes, podrá despertarles el gusto por el pensamiento independiente y proporcionarles ciertos recursos para ello.” (Polya, G., Ibíd., p. 7). (Referenciado por Valdivia, M. A, 2010)

**Tabla.1. Alternativa del programa heurístico general. (Tomado de Armas Guitart, A. 2010: pág. 36 y 37)**

| Etapas generales               | Etapas parciales   | Preguntas e indicaciones para las acciones del escolar  |
|--------------------------------|--|---|
| <b>Orientación</b>             |  |   |
| Orientación hacia el problema. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aseguramiento del nivel partida.</li> <li>2. Motivación.</li> <li>3. Orientación hacia los objetivos.</li> </ol> |   |
| Trabajo en el problema.        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprender el enunciado del problema.</li> </ol>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lee el problema. ¿De qué De qué trata? Reprodúcelo con tus palabras.</li> </ul> <p>Qué te dan? ¿Qué te piden? Separa lo dado de lo buscado.</p> <p>¿Determinan los datos la solución del problema? ¿Sobran? ¿Son suficientes? ¿Puedes formularlo de otra manera? ¿Puedes hacer un gráfico o representación que esclarezca la situación?</p> <p>Formula las relaciones entre los datos y lo que se quiera hallar, también entre los datos entre sí y los elementos buscados entre sí. Piense en los elementos conocidos y no conocidos.</p> |
|                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Encontrar una vía de solución.</li> </ol>  | <p>Trata de relacionar el problema con otro conocido cuya solución sea más simple o inmediata. Transforma o introduce nuevas incógnitas, si es necesario acercándolo a los datos. Transforma los datos hasta obtener o deducir nuevos elementos más próximos a las incógnitas. Recuerda la solución de ejercicios análogos.</p> <p>Analiza si se han tenido en cuenta</p>   |

|                                   |                                  |  |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|
|                                   |                                  | <p>todos los datos.</p> <p><u>Analiza casos particulares.</u><br/><u>Resuelve problemas parciales.</u><br/><u>Considera solo una parte de las condiciones.</u></p> <p><u>Ilustra las relaciones encontradas en el gráfico.</u></p> <p><u>Tantea, si es necesario.</u></p> <p>Generaliza el problema si es posible.</p> <p>Elabora un plan de solución.</p> |
| <b>Ejecución</b>                  |                                  |  |
| Solución del problema             | 1. Realizar el plan de solución. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Fundamentar la corrección de cada paso. Realizar los cálculos necesarios.</u></li> <li>• <u>Resolver igualdades, ecuaciones e inecuaciones. Simplificar.</u></li> <li>• <u>Obtener la sucesión de indicaciones con carácter algorítmicos.</u></li> <li>• <u>Transformar expresiones.</u></li> </ul>            |
| <b>Control</b>                    |                                  |  |
| Vista retrospectiva y perspectiva | 1. Evaluar la solución y la vía. | <p>Es lógica la respuesta? ¿Por qué?</p> <p>¿Es posible comprobar la solución? Hazlo.</p> <p>¿Es posible resolver el problema por una vía más corta?</p> <p>¿Qué otros resultados pueden obtenerse por esta vía?</p> <p>Dar la respuesta.</p>  |

Por tanto es imprescindible considerar dos aspectos en el momento de resolver un problema:

- Analizar el contexto en el que se sitúa el problema.
- La única manera de aprender a resolver problemas es resolviendo problemas. Se debe desarrollar el pensamiento de los estudiantes, tanto lógico como algorítmico y la modelación matemática. (Echeverría García, L., 2009).

Así se defiende la idea de que para ello se debe ser consecuente desde la perspectiva psicológica con la zona de desarrollo próximo (Barreras, F. 2007) que expresa la relación interna entre la enseñanza y el aprendizaje y de la misma manera se coincide con Álvarez, B. (2012) en que para contribuir al desarrollo de habilidades en la resolución de problemas en la matemática numérica, deben tenerse en cuenta los tres componentes fundamentales de las habilidades: conocimientos matemáticos, sistema de operaciones de carácter matemático, conocimientos y operaciones lógicas, aun cuando se utilicen software en la búsqueda de la solución de los problemas que se le presenten al futuro ingeniero industrial.

Para ello será necesario, la elaboración de un sistema de tareas en el que estén presentes problemas que involucren tareas propias del perfil de este ingeniero.

### **1.5. El sistema de tareas como resultado científico.**

Para la conformación del sistema de tareas, se hace necesario formalizar su definición como resultado científico en las Ciencias Pedagógicas, lo que permitirá determinar su estructura. Varios autores han conceptualizado un sistema.

Entre ellos, Pérez, G. (2002) considera que “todo sistema presenta leyes de totalidad y no constituye un conglomerado de elementos yuxtapuestos mecánicamente sino que tiene cualidades generales inherentes a ese conjunto, las que se diferencian de las características individuales de cada uno de los componentes que lo integran. La interacción de cada uno de sus componentes es lo que genera sus cualidades integrativas generales”. (Pérez, 2002, p.82).

Álvarez de Zayas; C. (1990), define el sistema como “...conjunto de componentes interrelacionados entre sí, desde el punto de vista estático y dinámico, cuyo funcionamiento está dirigido al logro de determinados objetivos”. (Zayas, C .1990. p.27).

Martínez, L. (2008) como resultado de la sistematización de un importante conjunto de resultados de tesis de maestrías, lo define como resultado científico en tanto “Conjunto de elementos reales o imaginarios diferenciados no importa por

qué medios, del mundo restante.” Martínez, L. (2008:11). Este conjunto es un sistema sí:

- 1) Están dados los vínculos que existen entre sus elementos
- 2) Cada uno de los elementos dentro del sistema se considera indivisible.
- 3) El sistema interactúa como un todo con el mundo fuera del sistema, expresado en sus interrelaciones con el subsistema educacional al cual tributa.
- 4) Durante su evolución en el tiempo este conjunto se considera un mismo sistema, lo cual se manifiesta en el hecho de que el sistema en sí mismo se enriquece, sin perder su esencia, todo lo contrario.

El sistema como resultado científico, es también analizado como el “conjunto de actividades relacionadas entre sí de forma tal que integran una unidad, el cual contribuye al logro de un objetivo general como solución a un problema científico previamente determinado”. (Cuétara, Y. 2010)

Para Tamayo, J. (2009) es “un conjunto de actividades de preparación con estructuras y funciones específicas, interrelacionadas entre sí, que se integran en un proceso único con carácter sistémico...” (Tamayo Collado, J. 2009: 52).

Para Valle, A. (2010) por “sistema se entenderá como un conjunto de componentes lógicamente interrelacionados que tienen una estructura y cumple ciertas funciones con el fin de alcanzar determinados objetivos.” (Valle, A. 2010: 215). Precisa además que los objetivos son punto de partida y premisa del sistema, determinan sus aspiraciones. Expresan la transformación que se desea lograr y que las funciones reflejan las características generales del tipo de actividad que se esté modelando, donde predominan un conjunto de operaciones y actos que se realizan, mediante los cuales pueden ser alcanzados los objetivos del sistema de que se trate.

Estas definiciones no se contradicen, fundamentan el resultado de la investigación científica lo que facilita el trabajo de investigación en el sistema de tareas que se propone, dirigido a integrar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la

Matemática Numérica y responda al ámbito profesional del Ingeniero Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”

Asumiendo la posición de Valle, A. (2010), el sistema está compuesto por los siguientes elementos: objetivos, funciones, componentes, estructura (relaciones entre los componentes y su jerarquía), formas de implementación, formas de evaluación.

Todo sistema debe cumplir determinadas características porque interactúa con otros y esas influencias mutuas deben ser tenidas en cuenta para lograr un buen funcionamiento del sistema:

- Su significado como totalidad, debe representar una configuración de elementos integrados para lograr un propósito común.
- Sus propiedades deben superar las de cada uno de sus elementos y partes.
- Cada elemento debe cumplir funciones particulares como aportes al propósito del sistema.
- Contemplar tipos de relación entre elementos, partes y entre el sistema y el medio externo que lo contiene.
- Ser producto de una abstracción de la realidad pero proyectable a la práctica y operacionalizable en ella.
- Ser histórico concretamente próximo y correspondiente con el desarrollo científico alcanzado en sus fundamentos teóricos.
- Debe contemplar armónicamente, propiedades estructurales, organizacionales y funcionales.
- Ser relativo en su estructura interna.
- El desarrollo de sus elementos internos debe implicar el de otros, el de la parte que los contempla y el del propio sistema.
- Las interrelaciones internas deben reflejar su intensidad y las externas

debían depender de las condiciones en que se desenvuelve el sistema y además variarlo.

- Sus interrelaciones deben ser causales.
- Cada subsistema debe poseer estructura propia y particular dentro del sistema.

Ellas serán tenidas en cuenta en el diseño del sistema de tareas que se propone.

### **Conclusiones parciales.**

- s La enseñanza de la matemática a través de la resolución de problemas, constituye una vía eficaz para formar a los estudiantes con pensamientos lógicos a disposición de aplicarlos en su desempeño profesional y en su propia vida.
- s Los ingenieros deben ser profesionales capaces de integrar los diversos conocimientos, habilidades, actitudes y técnicas estudiadas para modelar y resolver cualquier situación problemática.
- s La función elemental que tiene, el uso de las TIC en la resolución de problemas, es orientar a los estudiantes en la búsqueda de información sobre su perfil profesional y tener un medio de cómputo para facilitar la solución del mismo.
- s Los métodos numéricos es un tema de estudio de vital importancia para las carreras de ciencias técnicas, por las diversas aplicaciones que tiene en el mundo de la ingeniería, pues a través de ellos se modelan disímiles procesos físicos y técnicos.
- s El sistema de tareas es un resultado científico válido para contribuir a integrar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Numérica y responda al ámbito profesional del Ingeniero Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”

## **Capítulo 2. Elaboración de un sistema de tareas típicas del perfil del Ingeniero Industrial que se modelan y resuelven a través de los métodos numéricos.**

En este capítulo se realiza un análisis de las relaciones que existen entre los modos de actuación del Ingeniero Industrial y la aplicación de los métodos numéricos y basada en las mismas se fundamentan las características principales del sistema de tareas que se propone, además de una ejemplificación de la utilización de algunas tareas que se resuelven con la ayuda de las TIC, para modelar y resolver problemas típicos del perfil del Ingeniero Industrial. El resultado de la investigación será valorada por un grupo de expertos de los Departamentos de Matemática e Ingeniería Industrial.

### **2.1-El proceso de enseñanza de los métodos numéricos a través de la resolución de problemas típicos del perfil del Ingeniero Industrial.**

Las funciones más frecuentes de los ingenieros se corresponden con: el desarrollo, el diseño, la producción, la evaluación y el control, la construcción y la operación. Todas ellas requieren de procesos de identificación, búsqueda, establecimiento de criterios, consideración de alternativas, análisis y resolución de problemas, toma de decisiones, comunicación y otras (Plan D, 2008)

En el ciclo básico de la ingeniería, la matemática ha sido considerada una herramienta fundamental en toda la diversa gama de procesos de análisis y de cálculo que debe llevar a cabo un ingeniero, a través de las cuales modelan y dan respuesta a problemas reales. (Gil, Y. 2012)

El Ingeniero Industrial, que debe ser capaz de interpretar, desarrollar las técnicas y tecnologías más adecuadas en las condiciones cubanas, para la proyección y explotación de la dirección de los procesos que contribuyan a mantener y desarrollar la productividad del trabajo, en busca de la eficiencia del proceso y garantía de la competitividad de la organización. (Pérez Martínez, N., Pérez Ferrás, G., Delgado Pérez, E. 2009). Ellos históricamente han sido principalmente organizadores de las interrelaciones hombre- máquina-materiales en la búsqueda de su mayor productividad.

El Ingeniero Industrial tiene entre sus funciones las que se materializan fundamentalmente en el sector de la producción y los servicios y en ellos está implicada la matemática. Este profesional es la persona encargada del control y la optimización de los procesos productivos, tareas que normalmente no realizan las otras especialidades. Les es imprescindible el uso y manipulación de grandes volúmenes de informaciones y datos, de ahí que el uso eficaz de la Informática como un medio y no un fin de su profesión, constituye un aspecto indispensable de su actuar. (MES. 1998).

Para entender los elementos tradicionales de la producción, como análisis económico, planeación de la producción, diseño de recursos, manejo de materiales, procesos y sistema de fabricación y análisis de puestos de trabajo los ingenieros cuentan con las ciencias matemáticas de conjunto con otras ciencias. (Medina, A. 2008)

Los ingenieros industriales se ocupan casi exclusivamente de los sistemas de componentes discretos. Por ello necesitan una amplia cultura matemática. El entorno laboral en el que se proyecta la formación profesional del Ingeniero Industrial y los objetivos trazados por la carrera (Plan D, 2008), giran precisamente alrededor de los elementos antes mencionados y de ahí proviene la importancia de mantener el vínculo de las diferentes asignaturas que se imparten y sus aplicaciones prácticas dentro de su perfil.

Para lograr un ingeniero industrial que cumpla con su encargo social sin alejarse de su función principal, la labor docente y educativa debe producirse un proceso de asimilación de conocimientos y la aplicación de los mismos en entornos de trabajo , donde puedan manipular grandes volúmenes de información brindándole la posibilidad de hacer un uso eficaz de las herramientas informáticas como un medio y no un fin de su profesión, que le permita la toma de decisiones de forma rápida y eficiente, teniendo presente que para ello le es indispensable un conocimiento de todas las disciplinas de la especialidad, pero las mismas no se pueden ver como elementos aislados sino como un todo. (Pérez Martínez, N., Pérez Ferrás, G., Delgado Pérez, E. 2009.)

En el área de los procesos productivos, donde se incluyen fundamentalmente el control de la producción, la calidad y la gestión de los recursos humanos dentro de una empresa, que puede abarcar desde la planeación hasta la toma de decisiones en los procesos productivos (Hernández Oliva, J. 2009), resulta relevante el estudio de los métodos numéricos.

Ellos se imparten en el programa de la asignatura Matemática IV del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial, pues sus aplicaciones están más relacionadas con estos modos de actuación. La asignatura Matemática IV se encuentra dentro de la Disciplina Matemática que está compuesta además, por la Matemática I, II y III que se imparten en los dos primeros años de la carrera. En cuanto al desglose por temas se tiene que la Matemática IV presenta la siguiente distribución de acuerdo con las horas asignadas en el Plan de Estudio.

|   |           |
|---|-----------|
| Tema I. Soluciones aproximadas de ecuaciones.....             | 6 horas.  |
| Tema II. Interpolación polinómica.....                        | 12 horas. |
| Tema III. Solución de sistemas de ecuaciones.....             | 8 horas.  |
| Tema IV. Integración numérica.....                            | 2 horas.  |
| Tema V. Soluciones numéricas de ecuaciones diferenciales..... | 8 horas.  |
| Tema VI. Solución numérica de problemas de optimización.....  | 14 horas  |

Se destinan 6 horas para evaluación y 4 horas de trabajo en el laboratorio de computación (Anexo 1). Se puede apreciar en la distribución del contenido muy poco tiempo destinado al trabajo en el laboratorio por lo que se propone, analizando esta problemática incluir un sistema de tareas docentes asistidas con ayuda de las TIC para la resolución de problemas típicos de su perfil profesional y que a su vez contribuya a desarrollar habilidades en la modelación y resolución de problemas que requieran la aplicación de los métodos numéricos.

## **2.2. El sistema de tareas. Su fundamentación y estructura.**

En cada una de las definiciones estudiadas sobre el concepto de sistema, hay rasgos o elementos coincidentes, que constituyen en esencia el concepto. Es a partir de su comprensión, que se elabora el presente sistema de tareas, y ellas constituyen un sistema porque:

- No son una construcción arbitraria, sino un fragmento de la realidad objetiva, en el proceso del conocimiento, con el propósito de lograr determinados objetivos en el aprendizaje de los métodos numéricos.
  - Está constituido por componentes personales:
    - § El docente que utiliza las TIC para contribuir al desarrollo de habilidades en la resolución de problemas relacionados con el perfil del ingeniero industrial y que involucren el empleo de la matemática numérica
    - § Los estudiantes que en el proceso para obtener la solución de los problemas logran su aprendizaje, se motivan por ello y visualizan la aplicación de la matemática en su futuro desempeño profesional. Además éstos responden a los objetivos del programa de Matemática IV. Ellos permiten la evaluación del aprendizaje.
  - Estos componentes conforman una determinada estructura de organización e interacción. La estructura del sistema es el modo de interacción y organización estable entre los componentes que lo integran.
  - Se derivan de la naturaleza de los componentes y a su vez los vincula en:
    - § Una totalidad integral, estableciendo nexos estables de interacción entre ellos. Así pues, la estructura, a pesar de estar íntimamente condicionada por las características de los componentes del sistema, presenta una relativa independencia respecto a ellos.
    - § Posee en el todo un componente jerárquico. En este caso es el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática Numérica en la carrera de Ingeniería Industrial, el que se expresa en que todo fenómeno de la realidad presenta una

serie de estratos o niveles de complejidad que en este caso lo conforman los elementos del conocimiento que sistematizan y los diferentes métodos numéricos a utilizar.

Esta estratificación en el caso de estudio es horizontal y vertical. La vertical se expresa en que los primeros problemas les sirven de base a los restantes en un mismo tema, pero a su vez éstos se subordinan y condicionan a los primeros, sin los cuales no se pueden formar ni existir los procesos de aprendizaje de los estudiantes en la dirección deseada. Lo horizontal se expresa en que al utilizar las TIC para un método numérico, estos requerimientos y condicionantes estarán presentes al solucionar problemas por los restantes métodos.

- Entre sus componentes se establecen determinadas relaciones funcionales. Relaciones funcionales de coordinación y relaciones funcionales de subordinación. Las primeras se expresan en que las funciones de los componentes del sistema deben estar coordinadas entre sí. Aquí juega un papel fundamental la planificación de las actividades, el aseguramiento de los locales, la infraestructura, etc. Y ellas están subordinadas a los métodos y medios necesarios para la realización de las actividades.

El sistema tareas que se presenta cumple con los requisitos de este tipo de resultado investigativo porque:

- Es pertinente, responde a necesidades reales de la práctica educativa. Trabaja en aras de contribuir al cumplimiento de los objetivos de la formación del ingeniero industrial como ya se apuntó en el presente trabajo, acercando la universidad a la formación de profesionales competentes, logrando la interrelación entre las diferentes asignaturas y disciplinas al plantearse la resolución de problemas propios de este profesional.
- Es válido, ya que permite el cumplimiento de los objetivos formativos de este nivel de enseñanza y se puede constatar que contribuye a la transformación positiva de la motivación de los estudiantes de la carrera por

el estudio de la matemática. Incide en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la educación superior cubana actual.

- Es factible su introducción en la práctica, por cuanto los profesores, poseen los conocimientos necesarios para su implementación y se disponen de los medios necesarios para ello. Por otra parte la carrera, hoy acreditada de excelencia trabaja por lograr niveles superiores en la calidad de sus egresados y el sistema de tareas que se propone incide en ello.
- Su generalización es posible, si se tiene en cuenta que puede ser extendido a otras carreras en las que se trabaja esta temática, teniendo en cuenta los problemas profesionales que resuelve cada profesional.

Los fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan la necesidad del sistema de tareas dirigido a integrar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Numérica y responda al ámbito profesional del Ingeniero Industrial de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, toman como punto de referencia lo planteado en el capítulo I de esta investigación.

Desde el **punto de vista filosófico**, el sistema de tareas se estructura sobre la base de una concepción dialéctico-materialista acerca de la relación del hombre con su entorno y destaca el sistema de relaciones sociales en las cuales existen y se desarrollan sus miembros (Jiménez, E. 2010). Esas relaciones sociales se reflejan en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, y entre todos los actores del proceso.

El análisis histórico concreto del fenómeno objeto de estudio contribuyó a demostrar que el sistema de tareas es válido y posible su aplicación en la praxis. Este responde a las demandas y particularidades del momento histórico y a las condiciones económicas, políticas, sociales y culturales en que se desarrollan los agentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos numéricos en la carrera de Ingeniería industrial, las que están en correspondencia con los cambios que se producen en el país como parte de la implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (PCC. 2008).

Desde el **punto de vista sociológico** el sistema de tareas que se presenta tiene en cuenta la interrelación dialéctica de la educación con las diferentes esferas de la vida social como: la política, la economía, el derecho, el medio ambiente, la comunicación social y la cultura, y ella resulta condicionada por estas esferas sociales y su proyección futura. Se tiene en cuenta la identidad personal, comunitaria y nacional con los valores en que se sustenta la sociedad cubana y la relación de la educación con la vida.

Se promueven las relaciones sociales dentro de la institución educativa a partir de las que se producen entre los estudiantes, y con la acción de todos los agentes educativos en unidad dialéctica entre socialización e individualización, en combinación armónica de los intereses individuales y sociales en la proyección y la evaluación de los resultados.

Por ello, la interpretación marxista de la función social de la educación muestra la relación dialéctica de la socialización de sus miembros con su individualización.

Desde el **punto de vista psicológico**, se asumen los fundamentos del enfoque histórico-cultural, al valorar el desarrollo psicológico como un proceso complejo, con origen en las condiciones y organización del contexto social y cultural que influyen en el sujeto y se produce como resultado de la acumulación de la experiencia individual de sus vivencias.

En este enfoque y las más ricas tradiciones pedagógicas cubanas se sustenta la educación cubana, al asumirse la unidad de lo histórico y lo social, de lo afectivo y lo cognitivo, el papel de la escuela y la familia y su relación directa en la formación y desarrollo de su personalidad, en la que se incorporen tradiciones, costumbres, normas y valores que los distinguen como miembros activos de la sociedad.

Se reconocen las relaciones dialécticas entre los factores biológicos y sociales, a partir de la concepción de que todos se desarrollan por las mismas leyes generales, la enseñanza guía y conduce el desarrollo, según su ley genética, la estructura mediatizada de las funciones psíquicas superiores, la ZDP y la interacción entre el sentido y el significado en la actividad de aprendizaje en función de las posibilidades de los estudiantes.

El sistema de tareas asume que una educación desarrolladora es aquella que conduce al desarrollo, que va delante -guiando, orientando, simulando-, que tiene en cuenta el desarrollo actual para ampliar continuamente los límites de la ZDP o potencial, y por lo tanto, los progresivos niveles de desarrollo del sujeto (Vigotsky, L. 2000, referenciado por Granados, L., Gotay, J., y González, M. 2007).

Desde el **punto de vista pedagógico** se tiene en cuenta el carácter complejo de las interacciones que tienen lugar en la dinámica de la actividad pedagógica y sus resultados, la actividad del profesor y del estudiante desde una perspectiva estimuladora y motivadora, de manera que se resalte en la dirección del proceso la vinculación de la teoría y la práctica, del contenido con la vida social (Addine, F. 2010), con incidencia en la realidad de la sociedad cubana y en particular con el perfil del ingeniero industrial

### **Características del sistema de tareas docentes.**

A partir de asumir el sistema de tareas como resultado científico, se analizó que las que estén contenidas en el mismo deben ser integradoras.

“La tarea docente integradora es la tarea que integra los contenidos de las diferentes disciplinas y una vez que sean asimilados dialécticamente en su estructura cognitiva, posibilita que el estudiante pueda aplicarlos en su actividad práctica”. Según (González, L.1986), las tareas docentes integradoras poseen como rasgos distintivos:

- Contextualizadas: de manera que se relacionen con un problema de su formación.
- Flexibles: capacidad de admitir modificaciones, cambios según la necesidad.
- Motivadoras: que motiven a los estudiantes, que despierten el interés por los problemas del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Desarrolladoras: al posibilitar el desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes.

Inés M Pérez, 2013 considera como exigencias de la tarea integradora con fines formativos, las siguientes:

- Abarcar un amplio volumen de conocimientos.
- Favorecer la formación de habilidades y destrezas.
- Estar vinculadas a los diferentes niveles de desempeño cognitivo.
- Los contenidos tienen que tener vínculos con la realidad inmediata del estudiante, para que genere afectos y motivaciones, lo que implica que no todos los estudiantes deben resolver la misma tarea.
- El estudiante debe tener conciencia de para qué la realizará, con qué fin, qué transformará, con empleo de la metacognición.
- El estudiante poseerá las orientaciones precisas de cómo resolverlas, en qué tiempo y cómo se le calificará.
- Deben alternar el nivel de realización individual con el colectivo, propiciando diversas relaciones.
- Tener variedad de enfoques, ser atractivos, que propicien la reflexión, que estimulen el debate y contribuyan a crear motivos cognoscitivos.

A partir de las características del entorno laboral al que se enfrentará un estudiante de la especialidad de Ingeniería Industrial y del cual se realizó un análisis profundo, se pudo enmarcar un grupo de situaciones problemáticas que modeladas matemáticamente conducen a su solución por un método numérico, pero que deben ser integradoras en función de las características del plan de estudio del profesional al que va dirigida.

Cuando el estudiante de Ingeniería Industrial realiza sus prácticas laborales en los diferentes momentos de su carrera, o en su propio entorno se puede enfrentar a este tipo de situaciones, las cuales al no ser abordadas en clase en algún momento, impedirán que el estudiante sea capaz de relacionar o encontrar semejanzas del problema con la aplicación de los métodos numéricos.

Es por eso que en las clases y en la orientación del trabajo independiente es necesario enfrentar al estudiante con un problema real e interesante, y llevarlo; a través de un razonamiento intuitivo o a partir de leyes físicas basadas en la evidencia que proviene de la investigación, a formular el modelo matemático que resulta en la solución de un método numérico, es decir, cuando se manifiestan

cambios y queremos predecir el comportamiento futuro sobre la base de cómo cambian los valores actuales.

Por ello el sistema de tareas que se presenta debe poseer como características fundamentales:

- Flexible: Se adapta a las condiciones que influyen en el proceso en que se desarrolla la enseñanza de los métodos numéricos en la carrera de Ingeniería Industrial y permite su actualización y rediseño.
- Interactiva: Se expresa en las relaciones de interacción entre los docentes, los estudiantes y su brigada y el colectivo de año del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
- Sistémica: Descubre las relaciones y coherencia entre los diferentes problemas vinculados al perfil del ingeniero industrial y la utilización de los métodos numéricos.
- Integradora: Revela los vínculos que se manifiestan entre los componentes (en particular los de cada método numérico) como subsistemas, centrados en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos numéricos.
- Desarrolladora: Expresado en el proceso progresivo de socialización; compromiso y responsabilidad de cada uno de los actores del proceso.
- Contextualizada: Está en correspondencia con la formación del ingeniero industrial en las actuales condiciones del país y se revela en la necesidad de potenciar el proceder profesional en los diferentes contextos de actuación del profesional de esta carrera.

En este sistema fueron consideradas las características de las tareas integradoras. El sistema de tareas de acuerdo con los fundamentos declarados y en correspondencia con los postulados de la didáctica cubana se sustenta en los principios:

- Principio del carácter consciente de la actividad independiente: Los estudiantes participan de manera consciente a partir de la orientación del profesor. Ellos

asumen roles esenciales en la actividad, como futuros ingenieros industriales. Se fomenta el desarrollo de la atención, concentración, autocontrol, autoexigencia y se estimulan cualidades como la curiosidad científica, la inquietud intelectual, la constancia, lo que estimula la ejercitación del pensamiento y a la realización de reflexiones.

- Principio de la asequibilidad: los ejercicios y problemas han sido elaborados teniendo en cuenta las particularidades psicológicas de los estudiantes de esta carrera, se sustenta en las informaciones que ofrece el diagnóstico que realiza el docente y el colectivo de año al inicio del curso para la confección del proyecto educativo de cada brigada, acerca de las características de sus alumnos (edad, características personales y del entorno familiar, nivel de desarrollo de habilidades, capacidades, experiencias y conocimientos precedentes, etc.); para garantizar que las actividades estén contextualizadas en correspondencia con sus necesidades. El nivel de dificultad como el lenguaje están adecuados a ellos y al conocimiento que deben poseer los estudiantes, lo que los hace comprensible. Son adaptables a las características o condiciones específicas de cada grupo.
- Principio del carácter científico: La selección y elaboración de los problemas para el sistema de tareas se realiza, con datos de la realidad, tiene en cuenta la teoría matemática a utilizar en su modelación y solución y la interpretación de los resultados está en correspondencia con el perfil del ingeniero al que va dirigida.
- Principio de la atención a lo individual y lo grupal: Las actividades, al utilizarse las TIC se conciben para favorecer la integración del grupo, ya sea de forma independiente, como en equipos, tríos y dúos, según la disponibilidad en los laboratorios y a la formación de los equipos para la realización del estudio independiente.
- Principio de la relación de la teoría y la práctica: Los sistemas de conocimientos abordados en el sistema de tareas contribuyen a la preparación de los estudiantes para solucionar situaciones que se presentan en la vida práctica

de su futura profesión sobre la base de los conocimientos teóricos que poseen.

- Principio de la solidez en la asimilación de los conocimientos, habilidades y hábitos. Con el sistema de tareas se consolidan los sistemas de conocimientos de todo el cálculo numérico, lo que hace que perduren los conocimientos. Además la planificación de las actividades para la resolución de problemas que necesiten en su solución de los métodos numéricos y que integren las TIC se vinculen de forma lógica, y favorecen la interacción de los estudiantes a partir de la resolución de problemas, atendiendo a la orientación, ejecución y control de cada actividad.

Una visión esquemática del sistema de tareas puede ser observada en el gráfico 1.

### **2.3 Ejemplos de tareas resueltas mediante la ejemplificación y utilización de los métodos numéricos para modelar y resolver problemas típicos del perfil del Ingeniero Industrial con la ayuda de las TIC**

El autor sugiere las siguientes tareas como muestra para la utilización de los métodos numéricos y como guía para la modelación y la resolución de problemas con características que se corresponden con los procesos de la producción y el control de la calidad, que son áreas del perfil profesional de un Ingeniero Industrial. Además se pone de manifiesto la importancia de la aplicación de los métodos numéricos.

#### **Tarea # 1**

**Enunciado:** Buscar en la plataforma Moodle, en la asignatura Matemática IV, en la carpeta Genética Matanzas los datos de la producción de leche y consumos de electricidad del año 2011 de la Granja # 5, y con los datos llenar la tabla:

|            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Producción |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Leche ML   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cons 2011  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mw/Horas   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

- a) Determine la recta de mejor ajuste correspondiente a los datos obtenidos.
- b) Determine la parábola de mejor ajuste.
- c) Determine para cada ajuste la desviación cuadrada obtenida ¿Qué conclusiones obtienes?
- d) Represente gráficamente en un mismo sistema de coordenadas los resultados de los ajustes obtenidos con los datos reales.

**Orientaciones para el estudiante:**

- a) Para la realización de esta tarea y rellenar los datos de la tabla debes realizar la búsqueda en los documentos de la asignatura Matemática IV en la plataforma Moodle e ir a la carpeta Genética Matanzas.
- b) Examina y analiza la forma en que se han presentado el contenido e indaga con otros estudiantes, profesores de Matemática e ingenieros que puedan ofrecerte información al respecto.
- c) Para resolver los ejercicios se recomienda utilizar los software MN 2000, software Raíz, Derive o hojas de cálculo Excel para la construcción del gráfico de las funciones.
- d) Cada equipo se reunirá y socializará los resultados de su búsqueda para redactar el documento a exponer.
- e) Cada equipo expondrá ante el resto del grupo los resultados del trabajo en la fecha señalada.
- f) El profesor evaluará la calidad en la ejecución de la tarea tomando en cuenta la presentación del trabajo y la exposición del mismo.

**Solución**

- 1. Los estudiantes del equipo después de hacer la búsqueda de los datos correspondientes al año 2011. (Orientación hacia el problema)

|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Producción Leche ML    | 24,3  | 24,1  | 24,9  | 22,3  | 20,8  | 21,3  | 20,7  | 20,9  | 20,2  | 20,7  | 20,5  | 20,7  |
| Consumos 2011 Mw/Horas | 236,9 | 217,1 | 209,4 | 195,4 | 170,5 | 220,8 | 256,2 | 255,3 | 251,2 | 277,2 | 269,7 | 260,5 |

2. Los estudiantes reconocen que es un problema de ajuste de curvas y analizan los dos casos particulares que se les presenta (trabajo en el problema)

**Para el ajuste lineal** (Solución del problema)

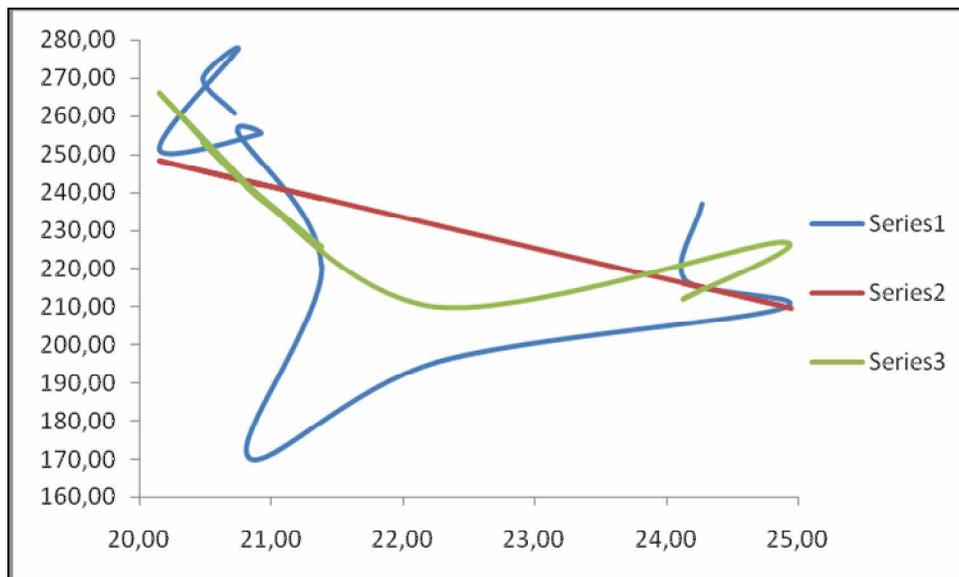
- s Seleccionan el software indicado (MN 2000).
- s Reconocer que en este ajuste se seleccionan las funciones:  $f(x)=1$  y  $f(x)=x$
- s Se introducen los datos para las variables  $x$  ;  $y$
- s Se obtienen los parámetros  $C_1=410,66$  y  $C_2=-8,06$
- s Se obtiene además la desviación cuadrática:  $D_1=9649,9$

**Para el ajuste cuadrático** (Solución del problema)

- s Reconocer que en este ajuste se seleccionan las funciones:  $f(x)=1$ ;  $f(x)=x$  y  $f(x)=x^2$
- s Se introducen los datos para las variables  $x$  ;  $y$
- s Se obtienen los parámetros  $C_1=3955,09$  ;  $C_2=-324,63$  y  $C_3=7,03$
- s Se obtiene además la desviación cuadrática:  $D_2=8343,7$

**Representación gráfica**

Para la construcción del grafico los estudiantes pueden hacerlo con el software Derive o en Excel.



**Tarea # 2**

**Enunciado:** La ecuación diferencial que rige la velocidad  $v$  de un cuerpo de masa  $m$  y área proyectada  $A$  que cae en un medio de densidad  $\rho$  es:

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{\rho A v^2}{2m} \quad (I)$$

El cuerpo adquiere su velocidad terminal de caída cuando no acelera más, es decir, la derivada de la velocidad es cero. De acuerdo a (I), la velocidad terminal teórica es:

$$V_{f,teórica} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho A}} \quad (II)$$

Supóngase una moneda con  $m = 0,010\text{kg}$  y  $A = 3,1416 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ , que cae de un edificio, entonces  $\rho = 1\text{kg/m}^3$ .

- Determine la velocidad terminal teórica según fórmula (II).
- Determinar la velocidad terminal de caída, ecuación (I) por el método de Runge-Kutta y compara la velocidad terminal así hallada con la velocidad terminal teórica.

**Orientaciones para el estudiante:**

- Para la realización de esta tarea puedes consultar con los profesores del departamento de Física.
- Realizar la búsqueda en los documentos de la asignatura Matemática IV en la plataforma Moodle.
- Examina y analiza la forma en que se han presentado el contenido e indaga con otros estudiantes, profesores de Matemática e ingenieros que puedan ofrecerte información al respecto.
- Para resolver los ejercicios se recomienda utilizar los software MN 2000, software Raíz, Derive o hojas de cálculo Excel para la construcción del gráfico de las funciones.
- Cada equipo se reunirá y socializará los resultados de su búsqueda para redactar el documento a exponer.
- Cada equipo expondrá ante el resto del grupo los resultados del trabajo en la fecha señalada.

g) El profesor evaluará la calidad en la ejecución de la tarea tomando en cuenta la presentación del trabajo y la exposición del mismo.

**Solución**

1. Los estudiantes del equipo después de hacer la búsqueda de los datos correspondientes. (Orientación hacia el problema)
2. Los estudiantes reconocen que es un problema de solución de una ecuación diferencial de primer grado y de primer orden (trabajo en el problema)

**Se necesita primeramente realizar una solución parcial**

s Se calcula el valor de la velocidad terminal teórica, esta solución los estudiantes la pueden realizar con la calculadora o en hoja de cálculo Excel.

$$V_{f,teórica} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho A}} = \sqrt{\frac{2 * 0.01 * 9.8}{0.00031416}} = 24,98 \text{ m/s}$$

**Se trabaja con la ecuación diferencial general**

- s Se sustituyen los datos del problema para obtener la ecuación que modela el problema:  $\frac{dv}{dt} = 9.8 - 0.0157 V^2$
- s Seleccionan el software indicado (MN 2000).
- s Reconocer que en la solución de la ecuación diferencial se realizará por el método de Runge- Kutta4.
- s Se introducen los datos para la función:  $9.8-0.0157*y^2$
- s Se introducen las condiciones iniciales del problema:  $t(s)=0$  y  $V(m/s)=0$
- s Se introduce el valor del paso  $h=1$  y el tipo de método
- s Se obtienen los valores de la cantidad de pares ordenados solicitados para este caso 20.

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| 0,00  | 9,32  | 16,36 | 20,64 | 22,89 | 24,00 | 24,53 | 24,77 | 24,89 | 24,94 | 24,96 |
| 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |       |
| 24,97 | 24,98 | 24,98 | 24,98 | 24,98 | 24,98 | 24,98 | 24,98 | 24,98 | 24,98 |       |

s Se concluye que la velocidad terminal hallada y la velocidad terminal teórica son iguales, se comprueba con la realización del gráfico

Otros ejemplos del sistema de tareas pueden ser analizados en el Anexo 2

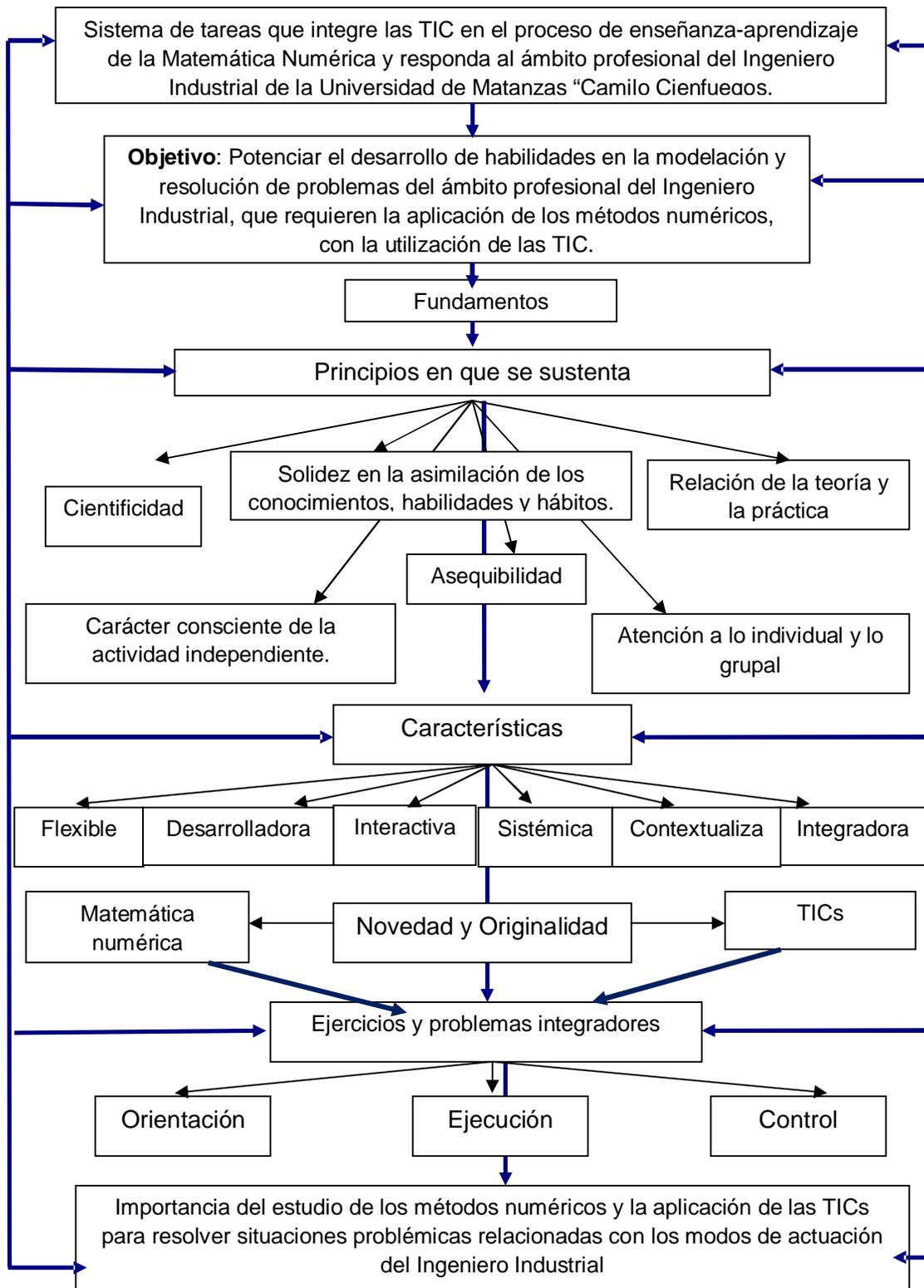


Gráfico 1. El sistema de tareas para integrar las TIC en el PEA de la Matemática Numérica y responda al ámbito profesional del Ingeniero Industrial de la UMCC.

#### 2.4. Valoración del proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos numéricos y sus aplicaciones en cursos anteriores.

Para conocer la valoración por parte de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, que cursaron la asignatura Matemática IV en años anteriores, fue necesaria la aplicación de una encuesta.

La encuesta va dirigida a un número grande de personas o sea la población (que no es más que todos los individuos que nos interesa encuestar). Sin embargo, encuestar a toda la población, puede resultar imposible, o muy costosa, además del tiempo que exige no solo la realización de todas las encuestas sino también el procesamiento después de tanta información. Este problema suele ocurrir frecuentemente y una solución bastante efectiva consiste en medir solo una parte de la población que se denomina: muestra.

La muestra debe obtener toda la información deseada para tener la posibilidad de extraerla, esto sólo se puede lograr con una buena selección de la muestra y un trabajo muy cuidadoso y de alta calidad en la recogida de los datos.

La representatividad en estadística se logra con el tipo de muestreo adecuado que siempre incluye la aleatoriedad en la selección de los elementos de la población que formarán la muestra. No obstante, tales métodos solo garantizan una representatividad muy probable pero no completamente segura.

Para determinar el tamaño de la muestra cuando los datos son cualitativos; es decir, para el análisis de fenómenos sociales o cuando se utilizan escalas nominales para verificar la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar, se recomienda la utilización de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{n^0}{1 + \frac{n^0}{N}}$$

Siendo  $n^0 = \frac{\sigma^2}{s^2}$ , sabiendo que:

$\sigma^2$ : es la *varianza de la población* respecto a determinadas variables.

$s^2$ : es la *varianza de la muestra*, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad como  $s^2 = p \times q$

$S_e$ : *error estándar* que está dado por la diferencia entre  $(\mu - \bar{x})$  la media poblacional y la media muestral.

$(S_e)^2$ : es el *error estándar al cuadrado*, que sirve para determina  $\sigma^2$ , por lo que:  $\sigma^2 = (S_e)^2$  es la varianza poblacional.

Teniendo en cuenta estos elementos se declara como población a los estudiantes que han recibido la asignatura Matemática IV del curso diurno de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” o sea de tercer año a quinto año. En la tabla 2 se observa la cantidad de estudiantes que la conforman:

Tabla 2. Estudiantes de Ingeniería Industrial por grupos. Fuente: elaboración propia.

| Grupos        | Cantidad de estudiantes |
|---------------|-------------------------|
| C-31          | 27                      |
| C-32          | 26                      |
| C-41          | 29                      |
| C-42          | 28                      |
| C-51          | 28                      |
| C-52          | 28                      |
| Población (N) | 166                     |

Se procede a calcular el tamaño de muestra:

Solución

$$N=166$$

$$p=q=0,5$$

$$s^2=p \times q=0,25$$

$$S_e=0,05$$

$$\sigma^2 = (S_e)^2 = 0,0025$$

Sabiendo que:

$$n^0 = \frac{\sigma^2}{s^2} = \frac{0,25}{0,0025} = 100$$

Por lo que:

$$n = \frac{n^0}{1 + \frac{n^0}{N}} = \frac{100}{1 + \frac{100}{166}} = \frac{100}{1,6024} = 62,4 \approx 63$$

El tamaño de muestra es 63 lo que indica la cantidad de estudiantes a encuestar.

El tipo de muestreo que es conveniente utilizar es el Muestreo Estratificado:

A fin de que los elementos muestrales o unidad de análisis posean un determinado atributo que en este caso sería los diferentes grupos a los que pertenecen los estudiantes de Ingeniería Industrial es necesario estratificar la muestra. Es decir, cuando no basta que cada uno de los elementos muestrales tengan la misma probabilidad de ser escogidos, sino que además es necesario estratificar la muestra en relación a estratos o categorías que se presentan en la población y que aparte son relevantes para los objetivos del estudio, se diseña una muestra probabilística estratificada.

Lo que se hace es dividir a la población en subpoblaciones o estratos y se selecciona la muestra para cada estrato. La estratificación aumenta la precisión de la muestra e implica el uso deliberado de diferentes tamaños de muestra para cada estrato, " a fin de lograr reducir la varianza de cada unidad muestral " (Kish, 1965) en su libro de muestreo expone que en un número determinado de elementos muestrales  $n = \sum n_h$  la varianza de la media muestral puede reducirse al mínimo si el tamaño de la muestra para cada estrato es proporcional a la desviación estándar dentro del estrato.

Para calcular los estratos se utiliza la fórmula:  $f_h = \frac{n}{N} = K s_h$  donde:

$f_h$ : es la fracción del estrato.

$n$ : el tamaño de la muestra.

$N$ : el tamaño de la población.

$s$ : es la desviación estándar de cada elemento del estrato  $h$ .

$K$ : es una proporción constante que nos dará como resultado una  $n$  óptima para cada estrato.

De manera que el total de la subpoblación se multiplicará por esa fracción constante a fin de obtener el tamaño de muestra para el estrato. Es necesario estratificar la muestra tomando como criterio de estratificación los diferentes grupos de estudiantes de Ingeniería Industrial con el objetivo de seleccionar muestras representativas de cada estrato.

La tabla 3 muestra los resultados de la estratificación por lo que la muestra de 63 estudiantes quedó repartida entre los diferentes grupos.

**Tabla 3** Muestreo estratificado por grupos.

| <b>Estratos</b> | <b>Grupos</b> | <b>Total Población<br/>Fh=(n/N)=0,3795</b> | <b>Muestra</b> |
|-----------------|---------------|--|----------------|
| 1               | I - 31        | 27   | 10             |
| 2               | I - 32        | 26   | 9              |
| 3               | I - 41        | 29   | 11             |
| 4               | I - 42        | 28   | 11             |
| 5               | I - 51        | 28   | 11             |
| 6               | I - 52        | 28   | 11             |
|                 |               | 166  | 63             |

Fuente: Elaboración propia.

#### **2.4.1 Análisis de la fiabilidad de la encuesta aplicada a los estudiantes.**

Para conocer la opinión de los estudiantes respecto a la forma de enseñanza de los métodos numéricos y a la utilidad de su aplicación para resolver situaciones problemáticas relacionadas con su perfil profesional se aplicó una encuesta que aparece en (Anexo 3)

La encuesta fue aplicada a los estudiantes de 3ro, 4to y 5to año de la carrera de Ingeniería Industrial que son los que ya recibieron la asignatura Matemática Numérica. La misma fue contestada por un total de 63 estudiantes y los resultados que esta permitió resumir son los siguientes:

| <b>Preguntas</b> | <b>Siempre</b> | <b>Casi siempre</b> | <b>A veces</b> | <b>Casi nunca</b> | <b>Nunca</b> |
|------------------|----------------|---------------------|----------------|-------------------|--------------|
| 1                | 21             | 20                  | 22             | 0                 | 0            |
| 2                | 33             | 27                  | 3              | 0                 | 0            |
| 3                | 40             | 23                  | 0              | 0                 | 0            |
| 4                | 7              | 9                   | 12             | 17                | 18           |
| 5                | 0              | 0                   | 16             | 13                | 34           |
| 6                | 0              | 16                  | 40             | 7                 | 0            |
| 7                | 9              | 19                  | 26             | 5                 | 6            |
| 8                | 9              | 9                   | 15             | 27                | 3            |
| 9                | 11             | 13                  | 24             | 15                | 0            |

### **Principales resultados de la encuesta aplicada.**

1. Los contenidos que se impartieron en el tema de estudio de los métodos numéricos dentro de la asignatura Matemática IV han tenido aplicación en problemas típicos de su perfil, de los 63 estudiantes el 68% siempre o casi siempre los contenidos han tenido aplicación en problemas de su perfil.
2. Los conocimientos que poseen de Matemática Numérica relacionados con la carrera los consideran importantes, del total de estudiantes el 95% siempre o casi siempre poseen los conocimientos relacionados con la carrera los consideran importantes.
3. Utilizo para la realización de las tareas de la asignatura Matemática Numérica además del libro de texto orientado por tus profesores otros materiales, el 100% de los estudiantes siempre o casi siempre utilizan otros materiales para la realización de la tareas.
4. Necesitan utilizar la computadora para la realización de tareas en la asignatura Matemática Numérica, el 25% de los estudiantes siempre o casi siempre necesitan utilizar la computadora para realizar las tareas, el 19% a veces y el 56% nunca o casi nunca.
5. Realizan primero búsquedas de información para realizar una tarea o ejercicio en las clases de la asignatura Matemática Numérica, 25% de los estudiantes a veces realizan búsquedas de información para la realización de sus tareas y el 75% nunca o casi nunca.
6. Para realizar una tarea orientada por el profesor para una clase de la asignatura Matemática Numérica, utilizo los asistentes matemáticos, el 25% de los estudiantes casi siempre utilizan asistentes matemáticos para realizar las tareas, el 63% a veces y el 12% casi nunca.
7. Evalúan los profesores el uso de los asistentes matemáticos en la asignatura Matemática Numérica, el 44% de los estudiantes responde que siempre o casi siempre evalúan el uso de los asistentes matemáticos, el 41% a veces y el 15% nunca o casi nunca.
8. En las clases prácticas de matemática se resuelven los ejercicios utilizando la computadora, el 28% de los estudiantes responde que siempre o casi siempre en

las clases prácticas se utiliza la computadora, el 24% a veces y el 48% nunca o casi nunca.

9. Poseo los conocimientos necesarios para utilizar la computadora para resolver ejercicios propuestos, el 38% de los estudiantes responde que siempre o casi siempre poseen los conocimientos necesarios para utilizar la computadora en la resolución de ejercicios, el 38% a veces y el 24% casi nunca.

A través de la encuesta se pudo determinar de forma general que los estudiantes de Ingeniería Industrial no aplican las TIC para la realización de las tareas para resolver problemas relacionados con su perfil profesional donde se aplican los métodos numéricos.

### **Análisis de fiabilidad de la encuesta utilizando SPSS.**

Con los datos obtenidos en las encuestas se calculó en SPSS Alfa de Cronbach arrojó un resultado de  $\alpha=0,632$ , que es un valor mayor que 0,6 por lo que la encuesta se considera fiable y aporta datos consistentes. (Anexo 4)

### **2.5 Criterio de Expertos.**

Con el fin de realizar la constatación teórica y empírica del trabajo de investigación se acudió al criterio de expertos; dado que la presente investigación busca proporcionar un Sistema de Tareas Docentes para impartir los métodos numéricos a través del uso de las TIC. En consecuencia con esto, (Salcedo, 2006) ha planteado que: "En las ciencias sociales el criterio de expertos constituye una valiosa alternativa para lograr la necesaria flexibilidad de las indagaciones empíricas o teóricas realizadas."

**Análisis del cuestionario # 1 aplicado a profesores del Departamento de Matemática y del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". (Anexo 5). Determinación del coeficiente de competencia del experto (K).** (Jiménez, 2008)

En el proceso de valoración cualitativa de los resultados de esta investigación fueron tomadas en consideración los siguientes criterios para la selección de los expertos:

s Ocupación.

s Grado científico.

s Categoría investigativa y(o) docente.

s Años de experiencia en la actividad profesional.

s Años de experiencia como investigador científico.

Como bien se dijo anteriormente uno de los problemas más difíciles es la selección de los expertos. En la selección de los expertos se tuvo en cuenta la competencia del experto sobre el tema, ésta se midió a partir de obtener el coeficiente K (coeficiente de competencia del experto).

La selección se realizó con la aplicación de un cuestionario (Anexo 5) a partir del cual se pudo obtener los datos anteriores, además de permitir la determinación del coeficiente de competencia de los expertos, mediante la siguiente expresión y de esta forma seleccionar a los especialistas.

$$K = 0,5 (Kc + Ka)$$

Donde:

K: coeficiente de competencia.

Kc: coeficiente de conocimiento.

Ka: Coeficiente de argumentación.

#### **Veamos los pasos a seguir:**

1. Confeccionar un listado inicial de personas posibles de cumplir los requisitos para ser expertos en la materia a trabajar.
2. Realizar una valoración sobre el nivel de experiencia que poseen, evaluando de esta forma los niveles de conocimientos que poseen sobre la materia. Para ello se realiza una primera pregunta para una auto-evaluación de los niveles de información y argumentación que tienen sobre el tema en cuestión.

En esta pregunta se les pide que marquen con una X, en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema a estudiar, por supuesto que es necesario que primero conozcan información sobre el tema que se investiga.

**Tabla 4.** Determinación del coeficiente de conocimiento Kc de los expertos potenciales

| <b>Expertos</b> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| <b>1</b>        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

3. A partir de aquí se calcula fácilmente el Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc), a través de la siguiente fórmula:

$$Kc = n (0,1)$$

Donde:

Kc: Coeficiente de Conocimiento o Información

n: Rango seleccionado por el experto

Cálculo de Kc según los datos expresados por los expertos:

| <b>Expertos</b> | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>KC</b>       | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |

En esta valoración se considera:

0,9 < K < 1 Coeficiente de Conocimiento Alto

0,6 < K < 0,8 Coeficiente de Conocimiento Medio

K < 0,5 Coeficiente de Conocimiento Bajo

Por lo que se puede concluir que en este caso todos los expertos cuentan con un coeficiente de conocimiento alto o medio, no existe ninguno con un coeficiente de conocimiento bajo.

4. En esta fase se obtiene la información que posibilita calcular el coeficiente de argumentación. El coeficiente de argumentación (Ka) que se estima, a partir del análisis del propio experto, y sus niveles de fundamentación sobre el tema. Para determinar este coeficiente se le pide al experto que precise cuál de las fuentes él considera que ha influido en su conocimiento de acuerdo con el grado (alto, medio, bajo). Las respuestas dadas por el experto se valoran de acuerdo a los valores de la tabla patrón para cada una de las casillas marcadas. La escala que se ha asignado en la segunda columna para medir esta valoración es alto, medio y bajo. (Anexo No 5, pregunta 2).

5. Aquí se determinan los aspectos de mayor influencia. A partir de estos valores reflejados por cada experto en la tabla se contrastan con los valores de una tabla patrón:

**Tabla 5.** Datos para el cálculo del coeficiente de argumentación Ka.

| Fuentes que han influido en sus conocimientos sobre la aplicación de las ecuaciones diferenciales en problemas típicos del la carrera de Ingeniería Industrial. | Grado de influencia de los criterios |       |            |
|---|--------------------------------------|-------|------------|
|   | Alto                                 | Medio | Medio Bajo |
| Sus análisis teóricos sobre este tema.  | 0,27                                 | 0,21  | 0,13       |
| Su experiencia en el trabajo profesional en Cuba  | 0,24                                 | 0,22  | 0,12       |
| Consulta de trabajos de autores cubanos.  | 0,14                                 | 0,10  | 0,06       |
| Consulta de trabajos de autores extranjeros.  | 0,08                                 | 0,06  | 0,04       |
| Sus conocimientos/experiencias sobre estos aspectos en el extranjero.   | 0,09                                 | 0,07  | 0,05       |
| Su intuición basada en sus conocimientos y experiencias profesionales.  | 0,18                                 | 0,14  | 0,10       |

**Fuente:** Adaptado de Frías, R. (2008). A continuación se muestran los resultados obtenidos del coeficiente de argumentación (Ka), basado en los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por cada experto:

6. A continuación se muestran los resultados obtenidos del coeficiente de argumentación (Ka), basado en los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por cada experto:

**Tabla 6.** Determinación del coeficiente de argumentación Ka de los expertos potenciales.

| Fuentes   | E1   | E2   | E3   | E4   | E5   | E6   | E7   | E8   | E9   | E10  |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sus análisis teóricos sobre este tema.                                    | 0,27 | 0,21 | 0,27 | 0,24 | 0,27 | 0,21 | 0,27 | 0,21 | 0,21 | 0,27 |
| Su experiencia en el trabajo profesional en Cuba                          | 0,24 | 0,22 | 0,24 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |
| Consulta de trabajos de autores cubanos.                                  | 0,14 | 0,10 | 0,10 | 0,14 | 0,10 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,10 | 0,14 |
| Consulta de trabajos de autores extranjeros.                              | 0,08 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,06 |
| Sus conocimientos y/o experiencias sobre estos aspectos en el extranjero. | 0,09 | 0,05 | 0,09 | 0,07 | 0,09 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,05 | 0,07 |
| Su intuición basada en sus conocimientos y experiencias profesionales.    | 0,18 | 0,10 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,14 | 0,14 | 0,10 | 0,14 |
| Ka  | 1,00 | 0,74 | 0,96 | 0,91 | 0,92 | 0,88 | 0,90 | 0,86 | 0,72 | 0,90 |

7. Una vez obtenido los valores del Coeficiente de Conocimiento (Kc) y el Coeficiente de Argumentación (Ka) se procede a obtener el valor del Coeficiente de Competencia (K), se propone que este coeficiente debe estar entre  $0.8 < K < 1$ , que finalmente es el coeficiente que determina en realidad que experto se toma en consideración para trabajar en esta investigación. Este coeficiente (K) se calcula según la fórmula expresada anteriormente:

$K = 0,5 (Kc + Ka)$  Cálculo de K según los datos expresados por los expertos:

**Tabla 7.** Cálculo del coeficiente de competencia de los expertos potenciales.

| Fuentes | E1   | E2   | E3   | E4   | E5   | E6   | E7   | E8   | E9   | E10  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| K       | 0,80 | 0,77 | 0,88 | 0,91 | 0,81 | 0,84 | 0,80 | 0,83 | 0,76 | 0,85 |

**Fuente:** Elaboración propia

El método exige un coeficiente de competencia superior a 0.8 para ser considerado experto en la temática, por tanto todos los que arrojaron resultados menores no son considerados como tal. Por lo que se ha considerado como expertos seleccionados en esta investigación a los 8 expertos con valores correspondientes entre **0,80 y 0,91** por satisfacer los requisitos del método.

**Validación por los expertos del sistema de tareas típicas del perfil del Ingeniero Industrial que se modelan y resuelven a través de los métodos numéricos con la ayuda de las TIC.**

Para la valoración por el grupo de expertos, de la colección de problemas típicos del perfil de un Ingeniero Industrial, se aplicó un segundo cuestionario (Ver Anexo No 5) con el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

|   | Aspectos a evaluar   | 5     | 4     | 3 | 2 | 1 |
|---|--|-------|-------|---|---|---|
| 1 | Posiciones teóricas en las que se apoya el sistema de tareas docentes típicas del perfil de un Ingeniero Industrial que requiera la aplicación de los métodos numéricos. | 50%   | 50%   |   |   |   |
| 2 | Correspondencia del objetivo del sistema de tareas docentes con su intencionalidad   | 75%   | 25%   |   |   |   |
| 3 | Utilización de las TIC para modelar y resolver los problemas que se proponen en el sistema de tareas.  | 62,5% | 37,5% |   |   |   |

|   |  |     |       |       |  |  |
|---|--|-----|-------|-------|--|--|
| 4 | Contribución del sistema de tareas docentes en el desarrollo de las habilidades en la modelación y resolución de problemas típicos del perfil de un Ingeniero Industrial que requieran la utilización de los métodos numéricos para obtener su solución. | 75% | 25%   |       |  |  |
| 5 | Factibilidad y aplicabilidad del sistema de tareas sobre problemas típicos del perfil de un Ingeniero Industrial que requiera la aplicación de los métodos numéricos.  | 50% | 37,5% | 12,5% |  |  |

Según los resultados obtenidos en el mismo se aprecia que sería pertinente, aplicable y factible el sistema de tareas típicas del perfil del Ingeniero Industrial que se modelan y resuelven a través de los métodos numéricos con la ayuda de las TIC.

#### **Valoración de consensos para los expertos a través del Modelo Torgerson-Delphi.**

Con el modelo Torgerson se trata de dar objetividad a los criterios de los expertos u otro personal encuestado, al convertir la escala ordinal en escala de intervalo (de cualitativo a cuantitativo).

Se opta por emplear este modelo matemático, que permite no sólo asignar un valor de escala a cada indicador, sino determinar límites entre cada categoría y de esta forma, obtener los límites reales (asignados por un número real) entre las categorías ordinales y sus correspondientes a escala de intervalo (números reales), entre cada uno de los rangos que componen los criterios evaluativos dados por los expertos, así, se pueden conocer con precisión cuáles son los límites reales de cada categoría; es decir, hasta qué valores reales se puede considerar que la variable es Muy adecuada, Bastante adecuada, Adecuada, Poco adecuada e inadecuada.

Esta técnica permitió extraer la información de los expertos que conforman un grupo heterogéneo, analizar las convergencias de opiniones en torno al problema que aborda la investigación, facilitar a los expertos entrevistados emitir sus opiniones sin saber qué es lo que otros colegas opinan llegando a un consenso de ideas, reflexiones, criterios incidiendo en la mejora de la problemática planteada. Se basó en la utilización sistemática e iterativa de juicios de opiniones de un grupo

de expertos hasta llegar a un acuerdo, en este proceso se trató de evitar las influencias de individuos o grupos dominantes y al mismo tiempo existió la retroalimentación facilitando el acuerdo final.

En este caso al aplicar el Modelo Torgerson-Delphi se obtuvieron los siguientes resultados: (Anexo 7). Todas las preguntas se consideran muy adecuadas, por lo que el autor considera según las respuestas dadas por los expertos en el cuestionario número 2 (Anexo 6) que la propuesta de un sistema de tareas típicas del perfil del Ingeniero Industrial que se modelan y resuelven a través de los métodos numéricos con la ayuda de las TIC., es pertinente, aplicable y factible.

### **Conclusiones Parciales**

- s Una alternativa eficiente para mantener al estudiante de ingeniería Industrial motivado por el estudio de los métodos numéricos, es vincular el tema con situaciones problémicas que se relacionen con el entorno profesional.
- s Con el apoyo de las TIC para la resolución de problemas típicos del perfil del Ingeniero Industrial aplicando los métodos numéricos, se puede contribuir a desarrollar habilidades en proceso de resolución de problemas.
- s Los estudiantes a través de la encuesta demostraron, su inconformidad respecto a la forma en que se impartió el tema de los métodos numéricos y la escasa vinculación de las tareas docentes con situaciones problémicas de su interés profesional.

## **Conclusiones.**

1. La enseñanza de los métodos numéricos a través de la resolución de problemas típicos del perfil de un ingeniero industrial con el apoyo de las TIC constituye la vía más eficaz para demostrar al estudiante la importancia y aplicación de los contenidos matemáticos para su formación profesional.
2. La enseñanza formación profesional de los estudiantes en el tema de los métodos numéricos requiere del perfeccionamiento para lograr un aprendizaje desarrollador en la formación del futuro profesional en esta carrera lo que corroboró el diagnóstico realizado que involucró a los estudiantes.
3. El sistema de tareas que se propone en la investigación contribuye a desarrollar habilidades en la modelación y resolución de problemas típicos del perfil del Ingeniero Industrial mediante la aplicación de los métodos numéricos con la ayuda de las TIC.
4. La valoración positiva, como resultado de la aplicación del criterio de expertos, acredita que es factible el sistema de tareas para contribuir al desarrollo de habilidades en la modelación y resolución de problemas típicos del perfil de un Ingeniero Industrial que requiere la aplicación de los métodos numéricos.

### **Recomendaciones.**

1. Comenzar a utilizar el sistema de tareas sobre problemas típicos del perfil de un ingeniero industrial que se elaboró, como bibliografía complementaria para el tema de los métodos numéricos dentro de la asignatura Matemática IV y valorar su efectividad en los próximos cursos.
2. Divulgar los resultados obtenidos en el trabajo investigativo a través de publicaciones científicas en revistas y eventos científicos.
3. Enriquecer y validar la propuesta que se hace en este trabajo en los cursos siguientes, de modo que los resultados obtenidos constituyan un punto de partida para el estudio en este campo.
4. Emplear este documento como material de consulta para estudiantes, docentes e interesados en la temática abordada.

## Bibliografía

1. Addine Fernández, F. (2010). La didáctica general y su enseñanza en la Educación Superior. Pedagógica. Aportes e impacto. Compilación de los principales resultados investigativos en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. La Habana.
2. Alarcón, Nancy y Méndez, Ricardo 2007. La calidad y el contexto actual de la Educación Superior. Monografía.
3. Álvarez De Zayas, C. 1990. Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente educativo en la Educación Superior Cubana. Ed. ENP. La Habana.
4. Álvarez González, B. 2012. La resolución de problemas de matemática y el currículo de preuniversitario. CD. Monografía 2012. ISBN: 978-959-16-2070-5. Universidad de Matanzas. Cuba
5. Armas Guitart, A. (2010). Sistema de actividades didácticas dirigidas a la preparación de los maestros para el desarrollo de la motivación en los alumnos hacia la solución de problemas matemáticos. Tesis en opción al grado de Máster en Matemática Educativa. UMCC.
6. Arratia, O., Jáñez L., Martín, M. y Pérez M. 1999. "Matemáticas y nuevas tecnologías: educación e investigación con manipulación simbólica." Grupo de Tecnología Educativa. Universidad de Sevilla. España. Disponible en <http://tecnologiaedu.us.es/edutec/paginas/17.html> (Consultado en 02-13)
7. Ballester, S. 1992. Metodología de la Enseñanza de la Matemática. Tomo I.- La Habana. Ediciones Pueblo y Educación. La Habana.
8. Barrera Hernández, F. (2007) Así se enseñan los conocimientos, las habilidades y los valores. Curso 104. Universidad Pedagógica "Juan Marinello", Matanzas.
9. Barreras, F. (2006). "Los resultados de investigación en el área educacional". Conferencia presentada en el centro de estudios del ISP "Juan Marinello". Matanzas.

10. Berenguer, Alonso, Isabel. El problema matemático y su proceso de resolución. Una perspectiva desde la teoría del procesamiento de la información. Departamento de Matemática. Universidad de Oriente
11. Bertazzi, G., Rivarola, M., Díaz, B. 2009. Mitos y preconcepciones de estudiantes y docentes de ingeniería sobre la educación virtual. Taller: Informática en Educación. (Edu 014). Informática. 2009. IEBN 978-959-286-010-0. La Habana. Cuba.
12. Camacho, R. y Reyna, M. 2012. La enseñanza de la matemática numérica en la actualidad. CD. Monografía 2012. ISBN: 978-959-16-2070-5. Universidad de Matanzas. Cuba.
13. Castañeda, A. 1993. Principios metodológicos y experiencias obtenidas en el perfeccionamiento de planes y programas de estudios de Ingeniería en la República de Cuba y su aplicación a la Carrera de Ingeniería Civil. ISPJAE, Ciudad de la Habana.
14. Centro Rector de la Universidad de La Habana. 2008. Plan de estudio D de la carrera de Ingeniería Industrial. Universidad de La Habana.
15. CIDSE: Centro de Investigación y desarrollo de software educativo. Métodos Numéricos. Costa Rica. Disponible en :<http://www.cidse.itcr.ac.cr> (Consultado 02-13)
16. Colectivo de Autores. 1993. Metodología de la enseñanza de la Matemática I, p.246.
17. Concari, B, S. (2010). El modelado y la resolución de problemas: ejes para la enseñanza de la física para ingenieros.
18. Cuétara, Y. 2010. La preparación de los profesores de Matemática del IPVCE "Carlos Marx" para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la unidad "Estadística Descriptiva". Tesis en opción al grado de Máster en Matemática Educativa. UMCC.
19. Chapra Steven & Canale. 2007, Raymond. Métodos Numéricos para ingenieros, Mc. GrawHill, Quinta Edición.
20. Delgado, J. R. 1999. La enseñanza de la Resolución de Problemas Matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: La

- estructuración del conocimiento y el desarrollo de habilidades Generales matemáticas. Tesis Ph. D. ISPJAE. Ciudad Habana. Cuba.
21. Demidovich, B. y Maron I. 1993. Cálculo Numérico fundamental. Parainfo. España.
  22. Echeverría García, L. (2009). Actividades didácticas que contribuyan a la motivación hacia la solución de problemas matemáticos en la enseñanza de primaria. Cárdenas. Tesis en opción al título de Master en Ciencias de la Enseñanza Primaria. Sede Pedagógica Universitaria "Nicolás Guillén".
  23. Fainholc & Scagnoli, 2007. Case Study: Blended Learning through Interuniversity Collaborative. Interaction. Annual Conference on Distance Learning and Teaching. Madison, WI: August, 7-9, 2007.
  24. Fantini, A. 2009. Los estilos de aprendizaje en un ambiente mediado por TICs. Herramienta para un mejor rendimiento académico. Taller: Informática en Educación. (Edu 011). Informática. 2009. IEBN 978-959-286-010-0. La Habana. Cuba.
  25. Frías, R. 2008. "Herramientas de Apoyo a la Solución de Problemas no Estructurados en Empresas". Editorial Universitaria ISBN 959 – 16 – 0304 – 9, 236.
  26. Gil, Y. 2012. Aplicación de las ecuaciones diferenciales en la modelación y resolución de problemas típicos de la carrera Ingeniería Industrial. Tesis en opción al grado de máster en Matemática Educativa. UMCC.
  27. González, L. 1999. Tendencias pedagógicas contemporáneas. Capítulo 12. El enfoque histórico-cultural como fundamento de una concepción pedagógica. Impresión ligera.
  28. González, V. 1986. Teoría y Práctica de los Medios de Enseñanza. Editorial Pueblo Y Educación. Ciudad de la Habana.
  29. Granados Guerra, L., Gotay Sardiñas, J. L., y González Escalona, M. (2007). Concepción de situación social del desarrollo. En: La nueva situación social del desarrollo del escolar primario. La Habana. Cuba.

30. Hernández Oliva, J. 2009. La gestión por procesos vinculada con la NC-ISO 9001-2001. Revista Retos Turísticos. Vol.8. No. 2. Pág. 10-15. Matanzas. Cuba
31. Hernández, Camacho, Reinaldo 2010. La heurística en la resolución de problemas de cualquier disciplina.
32. Horruitiner Silva P. 2006. La universidad cubana: el modelo de formación. La Habana: Editorial Félix Varela; ISBN 959-258-894-5.
33. Horta, L. 2006. Instrumentos matemáticos computacionales. En: Seminario Nacional de Formación de Docentes: Uso de Nuevas Tecnologías en el Aula de Matemáticas. Bogotá.
34. Jiménez, 2008. "Herramientas de Apoyo a la Solución de Problemas no Estructurados en Empresas Turísticas."
35. Jiménez, B. 2010. La gestión de la tecnología y la innovación ¿se aplica verdaderamente? Revista Retos Turísticos. (Reflexiones). Vol.9. No.1. Pág. 2. Matanzas. Cuba
36. Jiménez, E. 2010. Perspectivas latinoamericanas de la sociología de la educación Consultado 2 de diciembre de 2010. Disponible en [http://www.galeón.com/pcazaau/resdid\\_jime.ht](http://www.galeón.com/pcazaau/resdid_jime.ht)
37. Leyva, C 2006: Ejemplos de tareas integradoras para la secundaria básica. MINED. 2007 Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior.
38. Machado Amador, M. P., Trutie Matos, E. 2009. El conocimiento matemático en la educación infantil a través de las TIC. Taller: Informática en Educación. (Edu 073). Informática. 2009. IEBN 978-959-286-010-0. La Habana. Cuba
39. Malagón Hernández, M. y Frías Cabrera, Y. 2009. Utilización del potencial pedagógico de las Tecnologías de la información y las Comunicaciones en el proceso de virtualización de la clase. Taller: Informática en Educación. (Edu 046). Informática. 2009. IEBN 978-959-286-010-0. La Habana. Cuba
40. Martínez Delgado, L., Garay Garcell, M. y Castellanos Isaac, A. (2009). Sistema inteligente para el aprendizaje de la modelación matemática Taller:

- Informática en Educación. (Edu 059). Informática. 2009. IEBN 978-959-286-010-0. La Habana. Cuba
41. Martínez González. L. E. 2008. El sistema de actividades como resultado científico en la Maestría en Ciencias de la Educación: Ser o no ser. Universidad pedagógica "Juan Marinello". En soporte electrónico, Matanzas, Pág. 11.
  42. Mazarío, I. 2005. La resolución de problemas: un reto para educación matemática contemporánea. Pedagogía Universitaria, revista electrónica de la dirección de formación del profesional, ISSN 1609-4808.
  43. Mazarío, I. 2007. Enseñar a aprender: las estrategias en la práctica docente (Material de trabajo del curso "Enseñar a aprender"). Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Estado de Veracruz, México.
  44. Medina, A. 2008. La gestión y la mejora de procesos. Revista Retos Turísticos. (Reflexiones). Vol.7. No.1-2. Pág. 1. Matanzas. Cuba
  45. MES. 1998. Plan de Estudio "C" Modificado. Carrera de Ingeniería Industrial. Ciudad de La Habana México. Pearson Educación.
  46. Ministerio de Cultura y Educación. Revista Nueva Escuela. (1995). Los Métodos Numéricos en la Física. Argentina.
  47. Nakamura, S. 1997. Análisis numérico y visualización gráfica con Matlab.
  48. Nieto, S. J. 2007. Resolución de Problemas, matemática y computación.
  49. Otero Diéguez, A. (2004). Un acercamiento a la influencia de la Informática en la enseñanza de la Matemática. Universidad de Holguín, Holguín, Cuba. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos24>
  50. Otero Diéguez, A. 2004. Un acercamiento a la influencia de la Informática en la enseñanza de la Matemática. Universidad de Holguín, Holguín, Cuba. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos24> (Consultado 02-13)
  51. PCC. 2008. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. Editora política. La Habana. Cuba
  52. Pérez I. M. 2013 La Tarea integradora y su evaluación en la Docencia Universitaria. Pedagogía 2013. UCP Juan Marinello Matanzas

53. Pérez Martínez, N., Pérez Ferrás, G., Delgado Pérez, E. 2009. Aplicación de herramientas informáticas en la formación de los ingenieros industriales. . Taller: Informática en Educación. (Edu 113). Informática. 2009. IEBN 978-959-286-010-0. La Habana. Cuba
54. Pérez, G. 2002. Metodología de la investigación educacional. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
55. Plan de estudios "D", P. d. (2003). "PLAN DE ESTUDIOS "D" Modalidad Presencial. Ministerio de Educación Superior. Modalidad Presencial.
56. Pozo, J. I. (2008). "Teorías Cognitivas de aprendizaje."
57. Rodríguez Rodríguez O., Blázquez Casanova M. 2009. Un aporte de las TIC en la enseñanza de la matemática en las Sedes Universitarias Municipales. Taller: Informática en Educación. (Edu 075). Informática. 2009. IEBN 978-959-286-010-0. La Habana. Cuba
58. Salcedo, 2006 Salcedo. Modelación y estrategias: algunas consideraciones desde una perspectiva pedagógica. Compendio de Pedagogía, 45.
59. Sampedro, R. 2011. Estrategia Didáctica para favorecer la formación y desarrollo de la competencia gestionar el conocimiento matemático desde la dinámica del proceso docente educativo de la matemática de las carreras de ingeniería. Tesis de doctorado no publicada, Centro de Estudios para la educación superior de la Universidad de Camagüey. Cuba.
60. Scagnoli, N. 2008. Blended Learning or the Convergence of Face –to-Face and Online Strategies in the Classroom. Faculty Summer Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign. Mayo 2008.
61. Serrano Pérez, M.C 2007. Prácticas de Cálculo Numérico con Mathematica (I). Universidad de Granada.
62. Tamayo Collado, J. 2009. Sistema de capacitación para asesores de alfabetización y educación básica de jóvenes y adultos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Ciudad de La Habana, Cuba
63. The Horizon Report, 2005. New Media Consortium. (NMC) and the National Learning Infrastructure (NLI) an EDUCAUSE Program.

64. Valdivia, M. 2010. Estrategia didáctica para la dirección del aprendizaje de los procedimientos heurísticos en la asignatura Matemática y su Metodología I, de la Licenciatura en Educación en el área de Ciencias Exactas. Tesis en opción al grado de Dr. en Ciencias Pedagógicas. La Habana 2010.
65. Valle, A. 2006. La dirección de la escuela. En su: Dirección, organización e higiene escolar. Tomo I: La Habana. Libro en formato digital.
66. Valle, A. 2010. Algunos resultados científico pedagógicos. Vías para su obtención. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Ministerio de Educación. Cuba
67. Vecino, F. 1986. Algunas tendencias en el desarrollo de la Educación Superior. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
68. Vílchez Quesada, E. 2005. Impacto de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación para la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. Universidad Nacional Escuela de Matemática Centro de Investigación y Docencia en Educación. Revista Digital Matemática, Educación e Internet ([www.cidse.itcr.ac.cr](http://www.cidse.itcr.ac.cr)), Volumen 7, número 2. Costa Rica.
69. Villafañá Rivero. 2009. Las tareas integradoras de contenidos de las ciencias naturales y su influencia en la formación de los estudiantes. En Revista Varela No.23 "Educación Científica de calidad para todos." Mayo-Agosto/2009. Universidad de Ciencias Pedagógicas "Félix Varela" de Villa Clara. Cuba
70. Zilbestrein, J. y Silvestre, M. (2002). Hacia una didáctica desarrolladora. Pueblo y Educación. La Habana

## ANEXOS

### Anexo 1. Distribución del contenido de matemática IV para Ing. Industrial (CD)

| FORMA ENSEÑ. | CONTENIDO  |
|--------------|--|
| C1           | Introducción. Teoría de errores. Fuente de error. Medidas de error. Propagación de error. Evaluación de polinomios. Esquema de Hornes. Solución de ecuaciones. Separación de raíces. Técnicas por reducción de intervalos, técnicas de solución iterativa. |
| CP1          | Solución aproximada de raíces.   |
| CP2          | Solución aproximada de raíces.   |
| C2           | Interpolación polinómica. Fórmulas de Lagrange y de Newton.  |
| CP3          | Fórmulas de Lagrange y de Newton.  |
| C3           | Ajuste de curvas. Método de mínimos cuadrados.   |
| CP4          | Ajuste de curvas. Método de mínimos cuadrados.   |
| CP5          | Ejercicios sobre solución aproximada de ecuaciones, interpolación polinómica y ajuste de curvas  |
| E1           | P.P.# 1  |
| C4           | Sistemas de ecuaciones lineales. Técnicas de solución directa. Método de Gauss.  |
| CP6          | Método de Gauss. Aplicaciones en la solución de problemas.   |
| C5           | Técnicas de solución iterativas para resolver sistemas de ecuaciones lineales. Método de Jacobi y de Gauss-Seidel.   |
| CP7          | Método de Jacobi y de Gauss-Seidel.  |
| C6           | Integración numérica. Método de los trapecios. Método de Simpson.  |
| CP8          | Método de los trapecios. Método de Simpson.  |
| C7           | Fórmulas de Newton-Cotes. Fórmula de Gauss. Método de Romberg.   |
| CP9          | Fórmula de Gauss. Método de Romberg.   |
| CP10         | Ejercicios sobre solución de sistemas de ecuaciones mediante   |



- a) Determine la recta de mejor ajuste correspondiente a los datos obtenidos.
  - b) Determine la parábola de mejor ajuste.
  - c) Determine para cada ajuste la desviación cuadrada obtenida ¿Qué conclusiones obtienes?
  - d) Represente gráficamente en un mismo sistema de coordenadas los resultados de los ajustes obtenidos con los datos reales.
2. La ecuación diferencial que rige la velocidad  $v$  de un cuerpo de masa  $m$  y área proyectada  $A$  que cae en un medio de densidad  $\rho$  es:

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{\rho A v^2}{2m} \quad (I)$$

El cuerpo adquiere su velocidad terminal de caída cuando no acelera más, es decir, la derivada de la velocidad es cero. De acuerdo a (I), la velocidad terminal teórica es:

$$V_{f,teórica} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho A}} \quad (II)$$

Supóngase una moneda con  $m = 0,010\text{kg}$  y  $A = 3,1416 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ , que cae de un edificio, entonces  $\rho = 1\text{kg/m}^3$ .

- a) Determine la velocidad terminal teórica según fórmula (II).
  - b) Determinar la velocidad terminal de caída, ecuación (I) por el método de Runge-Kutta y compara la velocidad terminal así hallada con la velocidad terminal teórica.
3. En la figura se muestra un circuito con 4 mallas donde se han definido las intensidades de las corrientes:  $i_1, i_2, i_3, i_4$ . Al plantear la ley de Kirchoff para cada malla se obtiene el sistema de ecuaciones siguiente:
- a) Resolver el sistema de ecuaciones para las incógnitas de las intensidades por el método de Jacobi o Seidel con un error  $E < 0.01$
  - b) Resolverlo por el método de Gauss

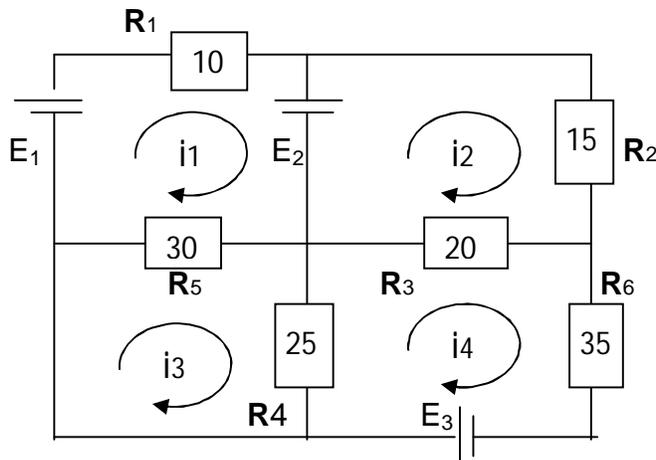
Nota: se conoce además que  $E_1=40$  ;  $E_2=15$  ;  $E_3=40$

$$R_1 i_1 + R_5 (i_1 - i_4) = E_1 - E_2$$

$$R_2 i_2 + R_3 (i_2 - i_3) = E_2$$

$$R_3 (i_3 - i_2) + R_6 i_3 + R_4 (i_3 - i_4) = E_1$$

$$R_5 (i_4 - i_1) + R_4 (i_4 - i_3) = 0$$



4. Sea la función  $f(x) = -16x^6 + 48x^5 - 61x^4 + 42x^3 - 16,5x^2 + 3,5x$
- Determine el menor punto de máximo en el intervalo  $[-1;4]$  con un error  $e < 0,001$ , aplicando el método de Bisección o el de Fibonacci.
  - Compruebe la respuesta hallando los ceros de la derivada de  $f(x)$  por el método de Regula – Falsi o Newton - Raphson
5. Sea la región comprendida entre el gráfico de la función:  $f(x) = x^3 - x^2 - 2x$  y el eje "x", considere solo las raíces positivas de  $f(x)$
- Calcule las integrales aproximadas por el método de los trapecios, Simpson y Romberg.
6. Suponga que los especialistas en Geodesia han determinado que el nivel del manto freático se modela a través de la función:
- $$f(x_1; x_2) = 3x_1^2 - 10x_1x_2 + 18x_2^2 - 10x_1 - 23x_2$$
- El objetivo de los especialistas es ubicar el lugar en un punto con coordenadas  $(x_1, x_2)$  más factible para encontrar el agua.
- Ayude a resolver el utilizando el método de búsqueda del gradiente comenzando con la prueba inicial  $(3 ; 1)$  con un error  $E < 0,01$

b) Resuélvelo por el método de coordenadas comenzando la prueba inicial en (3;1) con un error  $E < 0,01$

c) Expresa  $f(x_1; x_2)$  en forma matricial y resuelva el sistema de ecuaciones para obtener la solución exacta.

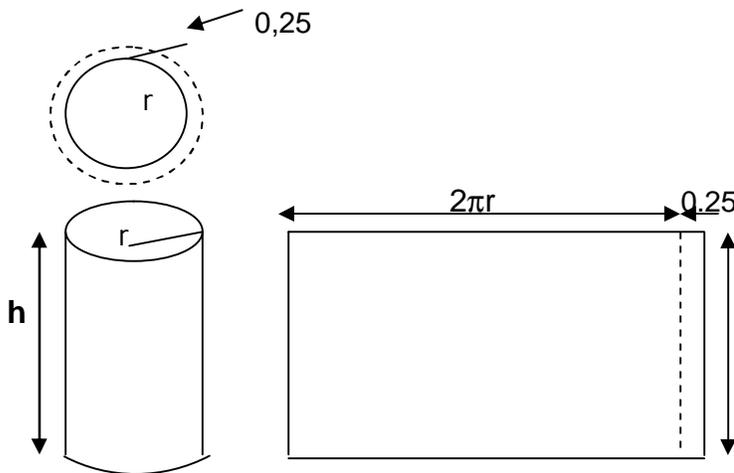
d) Realice una comparación de los métodos anteriores con la solución exacta.

7. Si  $x$  es una variable aleatoria con distribución de probabilidad normal con media 0 y varianza 1, entonces su función de densidad probabilística viene dada por: que se denomina “campana de Gauss”. La probabilidad de que  $x$  tome algún valor entre 0 y 1 viene dado por la integral:

a) Calcule esta integral por los métodos: de los Trapecios, Romberg y Simpson

8. La empresa Río Zaza quiere construir un nuevo recipiente cilíndrico de  $1000\text{cm}^3$  de capacidad, utilizando la mínima cantidad de material. Teniendo en cuenta que es necesario un sobrante de 0,25 cm para poder doblar y soldar el material, entonces, si las dimensiones del recipiente son  $r$  cm de radio y  $h$  cm de altura se tiene:  $S = 2\pi(r+0,25)^2 + (2\pi r+0,25).h$

$S$  es la superficie en  $\text{cm}^2$  de material necesario para fabricar la lata



9. En un laboratorio de Termodinámica se realizaron varios cálculos de entropía de una sustancia para determinados valores de temperatura obteniéndose los siguientes resultados:

|                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Temp. (k)        | 1,1  | 1,3  | 1,5  | 1,7  | 1,9  | 2,1  | 2,3  | 2,5  | 2,7  | 2,9  | 3,1  | 3,3  |
| Entrop(Kcal/KgK) | 0,01 | 0,03 | 0,09 | 0,17 | 0,27 | 0,54 | 0,83 | 1,15 | 1,50 | 1,88 | 2,28 | 2,71 |

a) Determinar el grado del polinomio que nos sirve para expresar a los valores de entropía.

b) Encuentre el valor de entropía para una temperatura de 2,13 K.

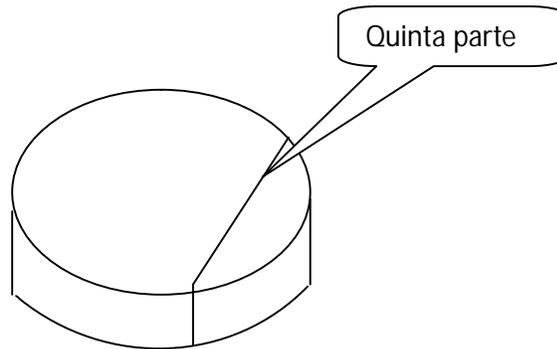
**10.** Se lanza un proyectil desde una posición horizontal a una velocidad determinada. Se realizaron determinadas mediciones del alcance del proyectil con respecto a las variaciones de la velocidad para un tiempo t fijo obteniéndose los siguientes resultados:

|                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Temp. (k)        | 1,1  | 1,3  | 1,5  | 1,7  | 1,9  | 2,1  | 2,3  | 2,5  | 2,7  | 2,9  | 3,1  | 3,3  |
| Entrop(Kcal/KgK) | 0,01 | 0,03 | 0,09 | 0,17 | 0,27 | 0,54 | 0,83 | 1,15 | 1,50 | 1,88 | 2,28 | 2,71 |

a) Encuentre aproximadamente el valor de alcance del proyectil para una velocidad de 1,83 m/s utilizando el método de interpolación de Newton.

b) Determine el valor del error de interpolación que se comete para obtener el resultado del inciso anterior.

**11.** Una pieza cilíndrica tiene 30 cm de diámetro. Se quiere separar la quinta parte mediante un corte como muestra la figura. Determine, con error  $e < 0,5\text{mm}$  a que distancia del centro debe darse el corte. Utilice el método de Newton – Raphson.



**12.** Según la dinámica del modelo Lotka – Volterra para dos poblaciones x (t) presas y y (t) depredadores que se modela mediante el sistema:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ay - bxy \\ \frac{dy}{dt} = -cy + dxy \end{cases}$$

Suponga que en una isla hay un área protegida donde habitan lobos y alces. Los alces se alimentan del bosque y los lobos se alimentan de los alces. A partir de datos históricos se han determinado las constantes del modelo para esta situación específica:  $a = 0,3$  ;  $b = 0,01111$  ;  $c = 0,2106$  ;  $d = 0,00002632$ . Se sabe, por un censo realizado hace 15 años, que en aquella época había en la isla 500 alces y una cantidad indeterminada de lobos. Después de disminuir drásticamente, la población de alces comenzó a crecer y hoy ya hay 600 de ellos. Determine, a partir de esta información, cuántos lobos había hace 15 años y cuántos debe haber ahora.

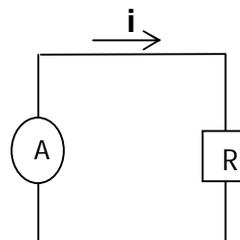
13. Un tanque para almacenar petróleo en forma de cilindro circular se conoce que su volumen es de  $500\text{m}^3$  y su superficie total de  $350\text{m}^2$ . Determine las dimensiones del tanque con un error  $E < 0,1\text{cm}$ .

14. Resuelve el siguiente sistema de ecuaciones utilizando el método de Gauss.

$$\begin{cases} e^{2x} e^{3y} e^{-4z} - 3e^x e^{2y} e^z + 4e^{4x} e^y e^{-z} = -2,5 \\ 2e^x e^{2y} e^z - e^{2x} e^{3y} e^{-4z} - 5e^{4x} e^y e^{-z} = -1,2 \\ e^{4x} e^y e^{-z} + 2e^{2x} e^{3y} e^{-4z} + 3e^x e^{2y} e^z = 13,8 \end{cases}$$

15. En el circuito eléctrico representado en la figura se encuentra conectado un amperímetro en el cual se obtiene una lectura de 5A, además se conecta una resistencia R. Para cada valor de la resistencia se obtuvo el voltaje terminal correspondiente, manteniéndose en todos los casos el valor de la corriente que circula por el circuito constante, obteniéndose la siguiente tabla de valores:

|                    |     |     |     |     |     |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $R=x_i(\Omega)$    | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 |
| $U= y_i(\text{V})$ | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 4,5 |



- Realice el gráfico de U contra R.
- A partir de la gráfica seleccione el tipo de curva que va a ajustar.
- Realice el ajuste.

d) Determine el voltaje para una resistencia de 0,36.

### **Anexo 3. Encuesta a estudiantes.**

Encuesta a 63 estudiantes que estudian la carrera de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingenierías de UMCC “Camilo Cienfuegos”.

Objetivo: Comprobar la Motivación hacia el uso de las TIC, los asistentes matemáticos y sus aplicaciones en la resolución de problemas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática Numérica del Ingeniero Industrial.

Estimados estudiantes: A continuación le presentamos un instrumento que nos permitirá conocer sobre su motivación hacia el uso de las Técnicas de Información Científicas, los asistentes matemáticos y sus aplicaciones en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática. Le solicitamos que responda de la forma más objetiva y sincera posible. MUCHAS GRACIAS.

1. Los contenidos que se impartieron en la asignatura Matemática Numérica han tenido aplicación en problemas típicos de su perfil:

Siempre\_\_\_ Casi siempre\_\_\_ A veces\_\_\_ Casi nunca\_\_\_ Nunca \_\_\_

2. Los conocimientos que poseo de Matemática Numérica relacionados con la carrera los considero importantes.

Siempre\_\_\_ Casi siempre\_\_\_ A veces\_\_\_ Casi nunca\_\_\_ Nunca \_\_\_

3. Utilizo para la realización de las tareas de la asignatura Matemática Numérica además del libro de texto orientado por tus profesores otros materiales.

Siempre\_\_\_ Casi siempre\_\_\_ A veces\_\_\_ Casi nunca\_\_\_ Nunca \_\_\_

4. Necesito utilizar la computadora para la realización de tareas en la asignatura Matemática Numérica.

Siempre\_\_\_ Casi siempre\_\_\_ A veces\_\_\_ Casi nunca\_\_\_ Nunca \_\_\_

5. Realizo primero búsquedas de información para realizar una tarea o ejercicio en las clases de la asignatura Matemática Numérica.

Siempre\_\_\_ Casi siempre\_\_\_ A veces\_\_\_ Casi nunca\_\_\_ Nunca \_\_\_

6. Para realizar una tarea orientada por el profesor para una clase de la asignatura Matemática Numérica, utilizo los asistentes matemáticos.

Siempre\_\_\_ Casi siempre\_\_\_ A veces\_\_\_ Casi nunca\_\_\_ Nunca \_\_\_

7. Evalúan mis profesores el uso de los asistentes matemáticos en la asignatura Matemática Numérica.

Siempre\_\_\_\_ Casi siempre\_\_\_\_ A veces\_\_\_\_ Casi nunca\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_

8. En las clases prácticas de matemática se resuelven los ejercicios utilizando la computadora.

Siempre\_\_\_\_ Casi siempre\_\_\_\_ A veces\_\_\_\_ Casi nunca\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_

9. Poseo los conocimientos necesarios para utilizar la computadora para resolver ejercicios propuestos.

Siempre\_\_\_\_ Casi siempre\_\_\_\_ A veces\_\_\_\_ Casi nunca\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_

**Anexo 4. Resultado de Alfa de Cronbach para la encuesta a estudiantes de 3ro, 4to y 5to año de la carrera de Ingeniería Industrial, obtenidos a través de SPSS 15.0**

**Análisis de fiabilidad**

[Conjunto\_de\_datos4]

**Escala: TODAS LAS VARIABLES**

**Resumen del procesamiento de los casos**

|       |              | N  | %     |
|-------|--------------|----|-------|
| Casos | Válidos      | 63 | 100,0 |
|       | Excluidos(a) | 0  | ,0    |
|       | Total        | 63 | 100,0 |

a Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticos de fiabilidad**

| Alfa de Cronbach | Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados | N de elementos |
|------------------|--|----------------|
| ,632             | ,601   | 9              |

**Anexo 5. Cuestionario # 1 aplicado a profesores del Departamento de Matemática y del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".**

**Objetivo:** Obtener una muestra adecuada de los expertos, así como poder verificar el grado de experticidad respecto al tema tratado.

**Consigna:** Estimado (a) Colega: Teniendo en cuenta su experiencia profesional en el tema, solicito de Ud. La valoración de esta propuesta. Le agradezco su valiosa colaboración.

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Institución a la que pertenece: \_\_\_\_\_

Calificación profesional:

(Marque con una cruz)

\_\_\_\_ Licenciado \_\_\_\_ Master \_\_\_\_ Doctor.

Calificación de la categorización profesional:

\_\_\_\_ Asistente \_\_\_\_ Auxiliar \_\_\_\_ Titular.

Años de experiencia en la actividad profesional: \_\_\_\_\_

Años de experiencia como investigador científico: \_\_\_\_\_

1. Marque con una cruz (X) en la escala creciente del 1 al 10 el valor que se corresponda con el nivel de conocimiento e información que tiene con el tema investigado.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

2. Marque con una cruz (X) en la categoría que corresponda con el nivel de conocimiento e información que tiene con el tema investigado.

| Fuentes de argumentación o fundamentación                              | Grado de influencia de los criterios |       |            |
|--|--------------------------------------|-------|------------|
|  | Alto                                 | Medio | Medio Bajo |
| Sus análisis teóricos sobre este tema.                                 |                                      |       |            |
| Su experiencia en el trabajo profesional en Cuba                       |                                      |       |            |
| Consulta de trabajos de autores cubanos.                               |                                      |       |            |
| Consulta de trabajos de autores extranjeros.                           |                                      |       |            |
| Sus conocimientos/experiencias sobre estos aspectos en el extranjero.  |                                      |       |            |
| Su intuición basada en sus conocimientos y experiencias profesionales. |                                      |       |            |

**Anexo 6. Cuestionario # 2 aplicado a profesores del Departamento de Matemática y del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".**

**Objetivo:** Valorar la pertinencia, aplicabilidad y factibilidad de la propuesta de "Sistema de tareas típicas del perfil de un Ingeniero Industrial que se resuelven aplicando los métodos numéricos con la ayuda de las TIC."

**Consigna:** Estimado (a) Colega: Teniendo en cuenta su experiencia profesional en el tema, solicito de Ud. La valoración de esta propuesta. Le agradezco su valiosa colaboración.

Responda con la mayor sinceridad posible cada una de las preguntas que Unidades de medición: Muy Adecuado (5), Bastante Adecuado (4), Adecuado (3), Poco Adecuado (2), Inadecuado (1).

|   | Aspectos a evaluar   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|--|---|---|---|---|---|
| 1 | Posiciones teóricas en las que se apoya el sistema de tareas docentes típicas del perfil de un Ingeniero Industrial que requiera la aplicación de los métodos numéricos.   |   |   |   |   |   |
| 2 | Correspondencia del objetivo del sistema de tareas docentes con su intencionalidad   |   |   |   |   |   |
| 3 | Utilización de los asistentes matemáticos para modelar y resolver los problemas que se proponen en el sistema de tareas.   |   |   |   |   |   |
| 4 | Contribución del sistema de tareas docentes en el desarrollo de las habilidades en la modelación y resolución de problemas típicos del perfil de un Ingeniero Industrial que requieran la utilización de los métodos numéricos para obtener su solución. |   |   |   |   |   |
| 5 | Factibilidad y aplicabilidad del sistema de tareas sobre problemas típicos del perfil de un Ingeniero Industrial que requiera la aplicación de los métodos numéricos.  |   |   |   |   |   |

Escriba a continuación cualquier consideración que usted valore como importante para el perfeccionamiento de la misma.

---

Muchas gracias.

## Anexo 7 Resultados de la consulta a los expertos

| Modelo Torgerson-Delphi                               |                               |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
|---|-------------------------------|--------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|--------|---------|
| P-Número de expertos                                  |                               |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
| I- Número de items o preguntas                        |                               |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
| C - Número de categorías de cada pregunta             |                               |                    |                       | P   | I   | C   |     |        |         |
| Filas: Items  |                               |                    |                       | 8   | 5   | 5   |     |        |         |
| Columnas: Categorías                                  |                               | (descendentemente) |                       |     |     |     |     |        |         |
| Ejemplo para 8 expertos y 5 preguntas con 5 categoría |                               |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
|   |                               |                    | MA                    | BA  | A   | PA  | I   | PI     | N-PI    |
| Pregunta  | Pregunta 1                    |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
| 1   | Frecuencia absoluta           |                    | 4                     | 4   | 0   | 0   | 0   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada          |                    | 4                     | 8   | 8   | 8   | 8   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada relativa |                    | 0,5                   | 1   | 1   | 1   | 1   |        |         |
|   | Percentil                     |                    | 0                     | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 2,8    | -1,1182 |
| Pregunta  | Pregunta 2                    |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
| 2   | Frecuencia absoluta           |                    | 6                     | 2   | 0   | 0   | 0   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada          |                    | 6                     | 8   | 8   | 8   | 8   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada relativa |                    | 0,75                  | 1   | 1   | 1   | 1   |        |         |
|   | Percentil                     |                    | 0,6745                | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 2,935  | -1,2531 |
| Pregunta  | Pregunta 3                    |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
| 3   | Frecuencia absoluta           |                    | 5                     | 3   | 0   | 0   | 0   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada          |                    | 5                     | 8   | 8   | 8   | 8   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada relativa |                    | 0,625                 | 1   | 1   | 1   | 1   |        |         |
|   | Percentil                     |                    | 0,3186                | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 2,864  | -1,1819 |
| Pregunta  | Pregunta 4                    |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
| 4   | Frecuencia absoluta           |                    | 6                     | 2   | 0   | 0   | 0   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada          |                    | 6                     | 8   | 8   | 8   | 8   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada relativa |                    | 0,75                  | 1   | 1   | 1   | 1   |        |         |
|   | Percentil                     |                    | 0,6745                | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 2,935  | -1,2531 |
| Pregunta  | Pregunta 5                    |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
| 5   | Frecuencia absoluta           |                    | 4                     | 3   | 1   | 0   | 0   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada          |                    | 4                     | 7   | 8   | 8   | 8   |        |         |
|   | Frecuencia acumulada relativa |                    | 0,5                   | 0,9 | 1   | 1   | 1   |        |         |
|   | Percentil                     |                    | 0                     | 1,2 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 2,330  | -0,6482 |
| Nj  |                               |                    | C1                    | C2  | C3  | C4  | C5  | N      |         |
|   |                               |                    | 0,3335                | 3   | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 1,6818 |         |
| Clasificación   |                               |                    |                       |     |     |     |     |        |         |
| -1,1182   |                               |                    | Menor que 0,3335 (MA) |     |     |     |     |        |         |
| -1,2531   |                               |                    | Menor que 0,3335 (MA) |     |     |     |     |        |         |
| -1,1819   |                               |                    | Menor que 0,3335 (MA) |     |     |     |     |        |         |
| -1,2531   |                               |                    | Menor que 0,3335 (MA) |     |     |     |     |        |         |
| -0,6482   |                               |                    | Menor que 0,3335 (MA) |     |     |     |     |        |         |
| Todas las preguntas se clasifican como Muy Adecuadas  |                               |                    |                       |     |     |     |     |        |         |

