

Universidad de Matanzas

SEDE "Camilo Cienfuegos"

Facultad de Ciencias Técnicas

Departamento de Matemática



Maestría Matemática Educativa

Título: Utilización del software educativo en la resolución de ejercicios de
Matemática Numérica

Autor: Ing. Mayté Reyna Hernández

Tutor(es): Dr.C. Reinaldo Hernández Camacho

Matanzas

Enero, 2017

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Consideraciones teóricas sobre la aplicación de un software educativo en la Enseñanza de la Matemática	9
1.1 Formas de proceder en la enseñanza de los métodos numéricos.....	9
1.2 El papel de la motivación en la enseñanza de los métodos numéricos.....	12
1.3 Desarrollo de habilidades en la aplicación de los métodos numéricos.	14
1.4 Influencia del uso del software educativo para el incremento del desarrollo de habilidades en los estudiantes.	16
1.5 Aspectos a tener en cuenta para la impartición de una clase con software educativo.	17
1.6 El software educativo “Matemática Numérica” como medio de enseñanza en la impartición de clases.....	20
Capítulo 2. Estrategia didáctica para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos con la utilización del software educativo “Matemática Numérica”	26
2.1 Las estrategias. Definiciones y componentes.....	26
2.1.1 Las estrategias didácticas en el proceso de enseñanza aprendizaje.	27
2.1.2 Estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos.	29
2.2 Propuesta del programa de Matemática IV para la carrera de Ingeniería Informática.	39
2.3 Criterios de los estudiantes con relación al software educativo “Matemática Numérica”	53
2.4 Validación de la estrategia mediante el criterio de expertos.	57
Conclusiones Generales	61
Recomendaciones.....	62
Bibliografía	63

Introducción

La Matemática Numérica es la rama de la matemática que se ocupa de las técnicas algorítmicas, basadas en operaciones aritméticas simples para la solución de problemas matemáticos, que en algunos casos no pueden ser resueltos a través de los llamados métodos analíticos o exactos; y que, en otros casos, aun cuando puedan ser resueltos por métodos analíticos, su aplicación práctica resulta demasiado complicada.

Los métodos numéricos tienen la característica de ser más generales que los métodos analíticos. Significa esto que pueden ser aplicados a una gama más amplia de ejercicios matemáticos. Por ejemplo, para calcular un conjunto de integrales definidas, por vía analítica, puede que sea suficiente el empleo de una tabla de integrales, en otros casos, tal vez, se necesite utilizar los métodos de integración por sustitución, integración por partes o integración por fracciones simples. Sin embargo, todas esas integrales definidas pueden calcularse con un mismo método numérico, independientemente de la complejidad que tenga cada una de las integrales.

Y no deja de causar admiración, que mediante una cantidad finita de operaciones aritméticas, se pueda calcular cualquier integral definida por complicada que esta sea, incluyendo aquellas en las cuales su integrando no posee una primitiva en términos de una cantidad finita de funciones elementales, como son los casos de $\int_a^b \frac{\text{sen } x}{x} dx$, $\int_a^b \frac{\text{cos } x}{x} dx$ y $\int_a^b e^{-x^2} dx$, que a primera vista no parecen tan complejas.

Existen situaciones que ilustran la necesidad de desarrollar y estudiar los métodos numéricos. Por ejemplo, desde la enseñanza media se estudia la forma de calcular los ceros de una función polinómica de segundo grado. En particular,

existe una fórmula: $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a}}{2a}$ que permite calcular esos ceros,

cualesquiera que sean los coeficientes del polinomio de segundo grado. Hay también fórmulas, aunque no se suelen estudiar en las aulas por su complejidad, para determinar los ceros de funciones polinómicas de tercer y cuarto grado, pero no existen fórmulas generales para determinar las raíces de funciones polinómicas de grado mayor o igual que cinco. Menos aún se pueden encontrar fórmulas generales para resolver ecuaciones en las que intervengan, de manera conjunta, funciones exponenciales, trigonométricas y logarítmicas. El contenido matemático efectivo para darle solución a estos problemas son los métodos numéricos.

Los métodos numéricos tienen, como atracción adicional, la ventaja de que se pueden implementar en computadoras. Esta característica los hace más fáciles de utilizar y permite que las soluciones de los ejercicios mediante estos métodos puedan obtenerse en un tiempo muy breve.

Como aspecto negativo de los métodos numéricos está el hecho de que, si se tienen que aplicar solamente con la utilización de lápiz y papel pueden resultar sumamente tediosos, porque suelen necesitar de un gran volumen de cálculos aritméticos, en los cuales es fácil cometer errores mecánicos, que a veces no son detectados por la persona que lo ejecuta hasta que no ha llegado, supuestamente, al final del ejercicio.

Los contenidos referentes a los métodos numéricos están presentes en los programas de estudio en diferentes universidades del mundo. Se puede observar que estos son comunes en algunas de las carreras de ingeniería, en las que se encuentra la Ingeniería Informática, por la importancia que tienen en la formación de ingenieros y en el desarrollo del pensamiento algorítmico. Como ejemplo de ello se pueden citar según Tito Díaz (Díaz, T. 2016):

La "Harvard University", Estados Unidos, en la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación, incluye la asignatura "Applied Mathematics 205.

En la Universidad de Cambridge, Inglaterra, incluyen la asignatura Métodos Numéricos.

"Introduction to Numerical Algorithms for Computational Mathematics" es la denominación en la Universidad de Toronto, Canadá.

La Universidad Politécnica de Cataluña, España tiene en su plan de estudio la asignatura "Numerical Methods and Informatics (250224 – METNUMINF).

También en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina, se incluyen estos métodos en el currículo de Cálculo Numérico. (Pizarro, R. 2014)

La Universidad de Matanzas, Cuba, tiene vigente el Programa Analítico de la asignatura Matemática IV, que transcurre sobre los contenidos de métodos numéricos y es similar al de otras universidades del país.

En las universidades mencionadas el software más utilizado en el proceso de enseñanza aprendizaje de estos métodos es el MATLAB/OCTAVE, cuyas características principales radican en que le estudiante ingresen de forma directa líneas de comando o a través de script. Un script es un archivo de texto que contiene una serie de instrucciones que OCTAVE puede interpretar y ejecutar.

En opinión de la autora, la dificultad principal radica en que no se produce ninguna interactividad entre el estudiante y el software concerniente al dominio de los contenidos de los métodos numéricos.

Por el contrario, en la Universidad de Matanzas se dispone del software educativo "Matemática Numérica", elaborado en este mismo centro, que contribuye en parte a la solución de esa dificultad, al encargarse de la resolución mecánica de los extensos cálculos aritméticos, pero exigiendo que los estudiantes mantengan la ejecución de los pasos que requieran de algún tipo de razonamiento. ¿Cuál es ahora la problemática? Se debe, en estos momentos, investigar sobre la forma

más adecuada de poner en práctica ese software. Un primer momento, indispensable, es que los profesores que van a hacer uso de él, conozcan y aprendan el manejo del mismo, que interpreten cuál es su objetivo fundamental, cuáles son todas sus potencialidades para que puedan explotarlo al máximo durante las clases y demás actividades docentes.

Por otra parte, es igualmente importante, tener una concepción clara de cómo se va a lograr que los estudiantes dominen el manejo del software; y no menos importante, tanto para la parte docente como para la estudiantil, es cómo se va a conseguir que tanto los unos como los otros se sientan interesados en el uso del software. Si no se logra la motivación por parte de los profesores se corre el riesgo de que, simplemente, no lo apliquen y otro tanto puede suceder con los estudiantes.

Con relación a los docentes, si es que ya se ha logrado que dominen el manejo del software y se sientan motivados por utilizarlo, es necesario, además, que conozcan cómo proceder cuando se está impartiendo una clase con un software educativo en un aula, en cuanto al control y seguimiento que debe darse a los estudiantes, para que todos participen de forma activa y no solo sean unos pocos los que hagan uso del software. En fin, son muchas las interrogantes que deben ser analizadas para lograr una utilización eficiente del software tanto por parte de los profesores como de los estudiantes.

Situación problemática

Los métodos numéricos son considerados cada vez más importantes. Es muy frecuente que ante la necesidad de aplicar alguno de los contenidos de la Matemática Superior para resolver un problema, suceda que con el empleo de los métodos analíticos tradicionales no se logre alcanzar la solución del problema y sea necesaria la aplicación de algún método numérico.

La enseñanza de los métodos numéricos tiene como principal inconveniente la gran cantidad de cálculos aritméticos que generalmente se necesita realizar para resolver un ejercicio. Esto ocasiona que, si el estudiante debe realizar todos esos cálculos manualmente cada vez que tiene que resolver un ejercicio, emplea muchísimo tiempo en resolverlo, se aburre de la actividad que está realizando y el profesor no puede controlar el trabajo individual de los estudiantes.

La autora de esta tesis ha empleado diferentes metodologías para la enseñanza de los métodos numéricos. Una de ellas ha consistido en que los estudiantes realicen todos los cálculos numéricos necesarios para realizar los ejercicios, otra es que los estudiantes programen los métodos numéricos, pero ambas han presentado dificultades, la primera por el exceso de cálculos aritméticos a realizar y la segunda por la carencia de habilidades en la programación que presentan un grupo de estudiantes.

Ciertamente no es fácil encontrar la forma ideal para resolver estas dificultades que se producen entre la falta de motivación por parte de los estudiantes de la carrera de ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas para el aprendizaje de los métodos numéricos y la aplicación e importancia de estos contenidos. Del análisis anterior se evidencia que, con la forma tradicional de proceder, consistente en realizar los ejercicios que emanan de la aplicación de estos métodos, solo con el auxilio de calculadoras, va a resultar difícil resolver esta dificultad.

Problema científico

¿Cómo contribuir al uso eficiente del software educativo “Matemática Numérica” en el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas?

Objeto de estudio

Proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos en la carrera Ingeniería Informática.

Campo de acción

Proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos con la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

Objetivo general

Elaborar una estrategia didáctica para la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.

Preguntas científicas

1. ¿Qué fundamentos teóricos metodológicos se deben considerar en el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos mediante la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas?
2. ¿Cuáles son las principales dificultades que presentan los estudiantes de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas en la aplicación de los métodos numéricos?
3. ¿Qué aspectos didácticos se deben tener en cuenta para lograr el desarrollo de habilidades relacionadas con la aplicación de los métodos numéricos mediante la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en los estudiantes de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas?

4. ¿Cómo validar el resultado de la utilización del software educativo “Matemática Numérica” para el desarrollo de habilidades en los estudiantes de Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas?

Tareas de investigación

1. Determinación de los fundamentos teóricos metodológicos, que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos numéricos con la aplicación del software educativo “Matemática Numérica” en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.
2. Diagnóstico de los principales problemas que presentan los estudiantes de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas en la aplicación de los métodos numéricos.
3. Elaboración de una estrategia didáctica para la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en la aplicación de los métodos numéricos en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas.
4. Validación de los resultados de la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en el desarrollo de habilidades en los estudiantes de Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas durante la aplicación de los métodos numéricos.

Como método general se emplea el **dialéctico materialista** a partir del cual se desarrolla todo el proceso investigativo para darle solución al problema. Como **métodos teóricos**: se emplean el **histórico-lógico** que permite el análisis de la trayectoria evolutiva de la investigación a partir de su objeto, antecedente y desarrollo. **El análisis y la síntesis** de la información; con el primero para llegar a la esencia de cada una de las partes que componen la estrategia didáctica y posteriormente con el uso de la síntesis establecer los nexos entre ellas, descubrir relaciones esenciales para llegar a los fundamentos teóricos y a las conclusiones.

El de **inducción-deducción** que proporciona la integración de cada componente de la estrategia desde sus partes al todo y viceversa. La **modelación** que ha sido empleada en la elaboración de la estrategia didáctica propuesta, para construir el modelo con los diferentes elementos y acciones que la componen. Como **métodos empíricos** se emplean el **análisis documental** para realizar un análisis profundo del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Informática, con las indicaciones metodológicas correspondientes, programa analítico de la asignatura Matemática IV y la literatura existente relacionada con los métodos numéricos, tanto en lo relacionado con su contenido teórico como en su aplicación práctica y su enseñanza. **La encuesta y la entrevista**, utilizadas en la realización de un diagnóstico inicial sobre el estado de los estudiantes para enfrentar la asignatura métodos numéricos y posteriormente para conocer las opiniones de estudiantes y profesores con relación a la aceptación del software educativo “Matemática Numérica”.

Como **población** se asumen los 23 estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática de segundo año, analizándose toda la población. La investigación realizada se corresponde con el **paradigma cualitativo**. El tipo de investigación se considera **exploratoria** porque se ha propuesto indagar sobre las formas que han sido empleadas para la enseñanza de los métodos numéricos tomando las mejores experiencias de ellas, **no experimental**, por cuanto no se tiene concebido realizar ningún experimento.

La novedad de la investigación está en la interacción que se establece entre los estudiantes y el software educativo “Matemática Numérica”. **El aporte práctico** radica en que con el uso del software en el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos se ejerce un control continuo en cada paso que va realizando el estudiante, impidiendo que se acumulen errores en la ejecución de un ejercicio. Además, evita el exceso de cálculo aritmético por parte de los estudiantes, incentivando su motivación por el aprendizaje de los métodos numéricos. La **contribución a la teoría**, está en la ampliación del concepto de

software educativo, que aquí tiene la particularidad de poderse aplicar no sólo en las clases, sino también como instrumento de evaluación en cualquier tipo de examen relacionado con los métodos numéricos.

La estructura de la tesis está compuesta de la siguiente manera: Una **introducción** donde se contextualiza el tema de la investigación, se plantea la situación problemática y el problema científico, el objetivo general para dar respuesta a la problemática existente, las preguntas y tareas científicas que se consideran necesarias en la investigación, el tipo de investigación, los métodos utilizados y la estructura de la tesis. En el **capítulo 1** se establecen los referentes teórico-metodológicos del tema de investigación y se analiza el marco teórico conceptual de las estrategias didácticas en la enseñanza de la Matemática, además de los fundamentos pedagógicos, didácticos y psicológicos que sustentan una estrategia didáctica dirigida a la puesta en práctica, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de un software educativo para la enseñanza de los métodos numéricos con estudiantes de Ingeniería Informática en la Universidad de Matanzas. En el **capítulo 2** se describen los componentes de la estrategia didáctica y la puesta en práctica de la misma para la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en la aplicación de los métodos numéricos, con estudiantes de Ingeniería Informática en la Universidad de Matanzas.

Se presenta, además la valoración por los estudiantes y profesores con respecto a la aceptación del software. La tesis contiene también las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación realizada, así como la bibliografía consultada.

Capítulo 1. Consideraciones teóricas sobre la aplicación de un software educativo en la Enseñanza de la Matemática

El objetivo fundamental de este capítulo es el de realizar un análisis acerca de las principales concepciones teóricas existentes en la actualidad que tienen relación con la aplicación de los métodos numéricos en la enseñanza de la Matemática.

1.1 Formas de proceder en la enseñanza de los métodos numéricos.

Después de realizar varios intercambios con los profesores de la Universidad de Matanzas que imparten la asignatura correspondiente al estudio de los métodos numéricos, se llega a la conclusión de que no todos tenemos la misma opinión en lo relacionado con la forma de proceder en la enseñanza de los métodos numéricos.

Hay profesores que piensan que los estudiantes deben realizar todos los cálculos aritméticos necesarios a mano o auxiliándose solamente de una calculadora, para que de esa manera interpreten adecuadamente el método en cuestión. Sin embargo, esta forma de proceder tiene sus inconvenientes; el tiempo que invierte un estudiante para resolver un ejercicio es extenso, y en consecuencia el número de ejercicios que se resuelven en una clase es reducido. (Hernández, R. y Reyna, M. 2011).

Si el estudiante comete algún error de cálculo, en el manejo de la calculadora o en la secuencia de los pasos lógicos que desde el punto de vista matemático requiere el ejercicio, no existe ningún mecanismo de control que permita detectar el error de forma inmediata, lo cual trae como consecuencia que en muchas ocasiones, después de haber empleado un tiempo considerable de trabajo y haber llegado al final del ejercicio, el estudiante (o el profesor) se percata de que el resultado que ha obtenido no se corresponde con el que en realidad debía obtenerse. Se origina entonces un proceso de búsqueda del error para proceder nuevamente a resolver el ejercicio a partir del error detectado, con la consiguiente pérdida de tiempo.

Es obvio también que la tarea del profesor de controlar la actividad independiente de los estudiantes es extremadamente difícil, pues el ritmo de trabajo de los estudiantes es muy diverso y en un momento dado cada cual va por un lugar diferente.

“Otros profesores tienen una concepción bien diferente y opinan que los estudiantes deben programar cada uno de esos métodos en computación. La práctica indica que cuando se asume esta posición se presentan inconvenientes también. Uno de ellos es que no todos los estudiantes son capaces de realizar la programación de manera independiente y son sólo unos pocos los que realiza el trabajo, mientras la mayoría se dedica a copiar el trabajo hecho por alguno de sus compañeros más capaces o se buscan otras personas que le hagan la programación”. (Reyna, M. 2012)

Existe también el criterio de que los estudiantes sólo necesitan aprender a trabajar con los llamados programas profesionales. Estos programas están diseñados para resolver cualquiera de los ejercicios que necesitaría efectuar un estudiante, necesitando solamente que le sean introducidos a la computadora los datos iniciales del problema y entonces ella se encarga de resolver el ejercicio y ofrecer la respuesta al usuario. Pero de esta forma el estudiante se convierte en un simple operario de máquina, incapaz de crear por sí mismo.

“Está claro que es muy importante en la etapa actual que el estudiante aprenda a manejar eficientemente una computadora y que aprenda a manejar esos tipos de programas, pero debe hacerlo de una forma consciente y no mecánica; y no se puede perder de vista jamás, la necesidad de que el estudiante comprenda los conceptos en que está basado cada uno de estos métodos desde el punto de vista matemático, para que pueda ser capaz en un futuro, inclusive, de crear nuevos métodos si eso fuera necesario”. (Hernández, R. y Reyna, M. 2012).

Se ha tratado de establecer una especie de híbrido entre las dos tendencias anteriores. La idea consiste en realizar los primeros pasos del ejercicio

manualmente y hacer uso después de los programas profesionales para que ellos se encarguen de realizar el resto. Quizás esto sea mejor; no obstante, cada una de estas etapas, en fin de cuentas, adolece en su momento de dificultades similares a cuando se aplica en forma pura durante toda la clase.

La autora se desempeñó durante tres años como alumna ayudante del departamento de Matemática en la cual impartió la asignatura Matemática Numérica y tuvo la posibilidad de experimentar la utilización de cada una de estas formas mencionadas anteriormente. No conforme con ninguna de ellas se propuso la tarea de elaborar un software educativo que minimice los cálculos aritméticos por parte de los estudiantes, pero que les exija realizar todas las operaciones que requieran de razonamiento lógico relacionados con los métodos numéricos que se estudian en dicha asignatura, correspondiente a la disciplina de Matemática.

La construcción del software fue lograda en la etapa de culminación de estudios de la autora, como parte de su trabajo de diploma en opción al título de Ingeniera Informática.

Este software educativo tiene, además, como incentivo, el hecho de que va controlando paso a paso la ejecución del ejercicio por parte del estudiante y le señala inmediatamente cualquier error que cometa; además, al finalizar el ejercicio le da una evaluación de 2, 3, 4 o 5 en dependencia de la cantidad de errores cometidos, lo cual contribuye a fomentar la motivación de los estudiantes en la enseñanza de los métodos numéricos.

1.2 El papel de la motivación en la enseñanza de los métodos numéricos.

El éxito del proceso de enseñanza aprendizaje está condicionado, de manera directa, con la motivación que se logre alcanzar en los estudiantes. Si el contenido de una clase no les resulta interesante o si la forma de desarrollarlo o los medios utilizados les resultan monótonos y aburridos, no se logrará el cumplimiento exitoso de los objetivos.

“La movilización de los alumnos hacia una determina actuación es más efectiva cuando éstos se proponen, de manera consciente, la realización de la misma. Si están motivados por el logro de los objetivos, porque ven la importancia práctica de los mismos tanto en el plano individual como colectivo, actuarán en consecuencia. Este aspecto se relaciona con el sostenimiento de la actuación, ya que un educando motivado para cumplir los objetivos propuestos mantiene por mucho más tiempo la actividad y la comunicación, que uno que no se encuentre motivado. Esto está relacionado también con las emociones y los sentimientos que experimenta el alumno en su actuación, cuando logra cumplimentar sus objetivos. Si lo que vivencia es positivo, su actuación se estimula, pero si ocurre lo contrario, tiende a rechazar o evitar la ejecución”. (Zaldívar, G. 2006)

“Motivar para el estudio, supone motivar intrínsecamente, que el estudiante esté orientado a la búsqueda del conocimiento en general. La clave está en los métodos, o sea, de qué manera los métodos de enseñanza hacen atractivo el conocimiento, y hacen que el alumno lo descubra y sienta satisfacción por ello. Debe lograrse que el alumno sienta un estado emocional positivo ante lo que está aprendiendo. Los métodos, entonces, deben estimular en los alumnos el sentido de por qué es importante estudiar, cómo es importante el saber para resolver los problemas de la vida diaria. El estudiante debe sentir la necesidad de estudiar una vez que concientice el valor de aprender a través de esta actividad” (González, Luis A. 2004)

Como ya se ha enfatizado se observaba una carencia de motivación por parte de los estudiantes al enfrentar los ejercicios relacionados con los métodos numéricos, empleando los métodos tradicionales, ocasionado por el exceso de cálculo aritmético. Cada vez que se requiere resolver un ejercicio relativo a estos contenidos matemáticos en el aula, se necesita realizar un gran número de operaciones de adición, sustracción, multiplicación y división de números con muchos lugares decimales.

Con el objetivo de eliminar o al menos disminuir esa carencia de motivación por parte de los estudiantes que provoca el estudio de los métodos numéricos, se ha creado el software educativo “Matemática Numérica” cuya implementación en el proceso de enseñanza aprendizaje constituye el objetivo fundamental de esta investigación, el cual a su vez contribuirá a lograr un conjunto de habilidades necesarias en la aplicación de los métodos numéricos.

1.3 Desarrollo de habilidades en la aplicación de los métodos numéricos.

El concepto de habilidad es ampliamente conocido en el ámbito pedagógico. Las definiciones que se dan al respecto encierran una idea común: La habilidad como el dominio de sistemas de acciones u operaciones con las cuales se desarrolla la regulación consciente de una actividad. Esta idea se puede apreciar en las definiciones que dan los siguientes autores:

“La habilidad es el dominio del sistema de operaciones requerida para la ejecución de la acción por parte del sujeto, que se forman, desarrollan y manifiestan en la actividad con la ayuda de los conocimientos y hábitos que este posee; cuando las acciones se realizan con rapidez, facilidad, calidad e independencia, se puede decir que se ha formado la habilidad” (Guerrero, B. 2012).

“Las habilidades como el dominio exitoso del sistema de acciones subordinadas a un fin consciente, en función del grado de sistematización y perfeccionamiento continuo alcanzado, que permita el dominio de operaciones esenciales, necesarias e imprescindibles para su realización” (Delgado, A. 2012).

Según Ginoris, O., Addine, F. y Turcaz, J. (2006). “Las habilidades, como componentes del contenido de enseñanza, son el dominio consciente y exitoso de la actividad”. Y puntualizan estos autores que: “Las actividades son aquellos procesos mediante los cuales el individuo respondiendo a sus necesidades, se relaciona con la realidad adoptando determinadas actitudes hacia la misma”.

Montes de Oca, N., (2002) define que la habilidad es: “El nivel de dominio de la

acción en función del grado de sistematización alcanzado por el sistema de operaciones correspondientes; en otras palabras, para reconocer la presencia de una habilidad es necesario que en la ejecución de la acción se haya logrado un grado de sistematización tal que conduzca al dominio del sistema de operaciones esenciales y necesarias para su realización”.

"Las habilidades, formando parte del contenido de una disciplina, caracterizan, en el plano didáctico, a las acciones que el estudiante realiza al interactuar con el objeto de estudio con el fin de transformarlos, de humanizarlo." (Álvarez, C 1996)

Álvarez de Zayas, C. M., (1996) enfatiza más en el aspecto psicológico de la habilidad y la define como:

“Estructuras psicológicas del pensamiento que permiten asimilar, conservar, utilizar y exponer conocimientos. Se forman y desarrollan a través de la ejercitación de las acciones mentales y se convierten en modos de actuación que dan solución a tareas teóricas y prácticas”.

Las definiciones anteriores hacen énfasis en la estructura general de las habilidades. En cambio, Ferrer la analiza haciendo hincapié en el papel que juega el profesor en el desarrollo de las habilidades de sus estudiantes, lo cual coincide con el propósito de la presente investigación, como se aprecia en la siguiente definición:

“Queda entonces el reto para los profesores, propiciar el desarrollo de habilidades en los educandos; no se trata de "entrar a una moda" en la que se pueden utilizar básicamente las mismas estrategias didácticas que se han puesto en práctica cuando los objetivos consistían básicamente en lograr el buen manejo de los contenidos de aprendizaje; se trata de modificar estructuralmente dichas estrategias, de forma que el alumno se transforme en sujeto activo de su aprendizaje y, por tanto, en la formación y desarrollo de los modos de actuación necesarios. Por tanto, en el proceso de formación de habilidades se considera

importante tanto la estructura de la actividad (sistemas de acciones y operaciones), como la actuación del sujeto, su actitud y disposición hacia la apropiación de la actuación correspondiente”. (Ferrer, M. 2000)

En concordancia con la opinión anterior, la utilización del software educativo “Matemática Numérica” transforma el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos, de una forma mecánica de cálculo aritmético a una forma interactiva entre el estudiante y el software. Contribuyendo notablemente al desarrollo de habilidades relacionadas con el dominio del contenido de los métodos numéricos. Entre las más significativas podemos citar las siguientes:

- Describir los rasgos esenciales de los métodos numéricos de solución de ecuaciones y realizar su interpretación geométrica en el caso de raíces reales.
- Resolver ecuaciones utilizando el método adecuado a las características del problema y evaluar la calidad de la solución obtenida.
- Modelar y resolver problemas en que se requiera la aproximación de funciones utilizando técnicas de interpolación y ajuste, seleccionando la adecuada al problema.
- Calcular integrales seleccionando la fórmula adecuada de acuerdo a las características del problema y evaluar la calidad de la solución.
- Describir e interpretar geoméricamente los métodos numéricos de solución de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) y sistemas de EDO.
- Modelar y resolver problemas que conduzcan a EDO y Sistemas de EDO, evaluando la calidad de las soluciones.

1.4 Influencia del uso del software educativo para el incremento del desarrollo de habilidades en los estudiantes.

Con la aparición de las computadoras fue necesario el desarrollo y utilización de software, que son conjuntos de programas, documentos, procedimientos y rutinas asociadas con la operación de un sistema de cómputo, es decir, conjuntos de

instrucciones que las computadoras emplean para manipular datos. En el ámbito de la educación, el software se puede utilizar para contribuir a lograr determinados objetivos instructivos y educativos en los alumnos, potenciar su desarrollo, estimular su pensamiento y apropiarse de los contenidos de forma amena e interesante.

Sin embargo, para lograr lo anterior, es necesario utilizar softwares, que cumplan determinadas exigencias que posibiliten su inserción en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos softwares se denominan softwares educativos o programas educativos para computadoras.

“En los softwares educativos con un predominante enfoque algorítmico se pueden considerar los denominados sistemas tutoriales, sistemas entrenadores y libros electrónicos, mientras que, en los que predomina el enfoque heurístico se ubican los simuladores, juegos educativos, sistemas expertos y sistemas tutoriales inteligentes de enseñanza. Los softwares educativos se pueden concebir para diferentes contenidos (matemáticos, idiomas, geografía, dibujo, biología, entre otros), de formas muy diversas (cuestionarios, simulación de fenómenos, juegos, enciclopedias), en un entorno interactivo, de diálogos afectivos que favorecen la motivación para el aprendizaje y el trabajo en general de los alumnos.” (Ulloa, L. 2006)

Es importante en la etapa actual que el estudiante aprenda a manejar eficientemente una computadora y diferentes tipos de programas, pero debe hacerlo de una forma consciente y no mecánica; y no se puede perder de vista jamás, la necesidad de que el estudiante comprenda los conceptos en que está basado cada uno de estos métodos desde el punto de vista matemático, para que pueda ser capaz en un futuro, inclusive, de crear nuevos métodos si eso fuera necesario.

“La velocidad con que avanza la ciencia, impulsa a profesores y educandos, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, a la búsqueda incesante de

información para crear nuevos conocimientos e introducirlos en la práctica social, además de compartirlos. Para ello se precisa del uso eficiente de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como recursos educativos que favorecen la creatividad e independencia de los estudiantes, incrementa el papel orientador del profesor, a la vez que obliga al estudiante a conocer el manejo de la tecnología y utilizarla en la búsqueda de su propio conocimiento” (Tió, L 2010).

Cada vez se va incrementando más y más el uso de la computación en la docencia. Son muchas las razones para que esto se produzca, entre las que se pudieran citar por su notoriedad están: la posibilidad de mostrar videos interesantes, usar grandes bases de datos de cualquier tipo, ilustrar movimientos, establecer comparaciones entre objetos, etc. En fin, la lista sería interminable, pero hay una de esas tantas posibilidades que brinda la computación que resulta de gran utilidad en la enseñanza de los métodos numéricos; se trata de la velocidad para realizar cálculos que tienen los medios de cómputo. Precisamente, los ejercicios que tienen que realizar los estudiantes, relacionados con los métodos numéricos contienen un gran volumen de cálculos, que cuando tienen que ser hechos a manos o con el uso de calculadoras solamente, resultan extenuantes para los alumnos. Esa es la razón fundamental para que haya surgido el software educativo “Matemática Numérica”, cuya implementación en la docencia constituye el objetivo fundamental de esta investigación.

El uso de esta tecnología alcanza en este trabajo un lugar significativo, permitiendo mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos numéricos con la utilización del software “Matemática Numérica” y contribuyendo además a incrementar la motivación de los estudiantes en las clases, mediante la utilización de computadoras.

1.5 Aspectos a tener en cuenta para la impartición de una clase con software educativo.

La clase que se desarrolla con la utilización de un software educativo tiene sus propias particularidades, las que radican principalmente en la posibilidad de contar con una herramienta que se adapte exactamente a las necesidades de la asignatura, la comprensión profunda de los contenidos conceptuales a desarrollar, manteniendo una estrecha relación entre la teoría y la práctica, obteniendo un gran número de habilidades y destreza en el procesamiento de información por parte de los estudiantes. Además de una mayor visualización de los procesos y resultados.

“La clase con software educativo sugiere la utilización de una guía orientadora, la que establecerá el sistema de acciones u operaciones que el alumno tendrá que realizar, individual o colectivamente, en interacción con el software educativo. El nivel de interacción de los alumnos con un software educativo como medio, determina la clasificación de estos en medios pasivos y activos. En este caso, los medios activos se caracterizan por su retroalimentación, por las posibilidades que le brindan para constatar sus respuestas, los aciertos y desaciertos obtenidos, otras respuestas, pistas para resolver las interrogantes o problemáticas planteadas, sugerencias para consultar la información requerida y enfrentar la tarea, en fin, múltiples opciones de ayuda cognitivas que pone al estudiantes y a la computadora en una comunicación perfecta, donde ocupan indistintamente, durante la comunicación, el papel del receptor y emisor”. (Crespo, E. 2007)

En nuestro entorno, en las clases donde se utiliza un software educativo como medio principal, por cada computadora, ya sean de mesa en un laboratorio o personales en un aula, lo más común es que haya varios estudiantes usando una misma computadora. ¿Tendrá esto algo de importancia? Pues sí, tiene importancia. Sucede, frecuentemente, que en cada computadora hay un estudiante que acapara el uso de la misma; es el que quiere hacer todos los ejercicios, mientras existen otros estudiantes más tímidos, más pasivos, menos aventajados, que si el profesor no se lo exige no hacen uso del software. En opinión de la autora lo ideal es que cada estudiante disponga individualmente de

una computadora para realizar el trabajo, pero como en la práctica nuestra esto no sucede así el profesor debe estar atento y exigir que todos los estudiantes hagan uso del software educativo.

Otra limitante en este tipo de clase es la velocidad con que unos estudiantes y otros resuelven un ejercicio. Mientras unos lo resuelven en pocos minutos otros tardan mucho más en resolverlo. El profesor debe tener ejercicios extras para esos que son más rápidos, preferentemente con un mayor grado de dificultad, que les lleve más tiempo para realizarlos. Si se desea, esos ejercicios se pueden tener en tarjetitas de cartón.

Adicionalmente, la impartición de estas clases permite que cada alumno al interactuar con el software, pueda desarrollar las actividades propuestas siguiendo su propio ritmo de aprendizaje.

1.6 El software educativo “Matemática Numérica” en la impartición de clases.

Existen softwares educativos para la enseñanza y aprendizaje de los métodos numéricos que tienen la característica de que solo se le introducen los datos necesarios para resolver un ejercicio y el software ofrece la solución del mismo sin que sea necesario efectuar las operaciones matemáticas por parte de los estudiantes. Sin embargo, el gran inconveniente que tienen casi todos esos softwares radica en que los estudiantes no participan de una manera activa en la solución del ejercicio, manteniéndose de forma pasiva ante la respuesta del software. Ejemplo de esto es el software “Cálculo Numérico” creado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina.

Este software fue diseñado para implementar los diferentes métodos de resolución de ecuaciones no lineales que se estudian en Cálculo Numérico. En él se abordan, principalmente, la interpretación gráfica de los métodos numéricos y las condiciones requeridas para su aplicación. Por medio de sucesivos gráficos, el

software muestra cómo las distintas iteraciones se van acercando o no a la aproximación de la solución buscada, y por qué un método es más conveniente que otro según la situación problemática abordada, una de las acciones fundamentales a desarrollar por el usuario es la entrada de la función y los datos iniciales correspondientes al método seleccionado.

El software educativo “Cálculo Numérico”, se emplea para la visualización gráfica del comportamiento de algunos Métodos Numéricos y tiene como objetivo disponer de un material didáctico específicamente para intentar facilitar y mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. Este software presenta tres opciones, las cuales permiten ingresar a los siguientes contenidos temáticos de Cálculo Numérico: Cálculo de raíces, Interpolación y Ajuste de curvas. Luego de acceder a uno de los contenidos mostrados en la pantalla principal, se muestra otra pantalla con los métodos específicos del contenido seleccionado, donde el usuario ingresa los valores iniciales y el software muestra los resultados obtenidos mediante una gráfica y una tabla de valores.

Así como también existen software realizados hace muchos años lo que dificulta su utilización, como es el caso del paquete de software realizado durante los años 1990, 1991 y 1992 en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Estos softwares tienen como gran inconveniente que fueron elaborados en los lenguajes de programación BASIC y TURBO PASCAL, que lo hacen totalmente arcaicos porque no permiten ser operados con el mouse. Además, carecen de un tratamiento gráfico para ilustrar las soluciones aproximadas de una ecuación y la determinación gráfica de los extremos de funciones de una variable real.

Dado estos inconvenientes en la propia Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” en el año 2012 fue creado el software educativo “Matemática Numérica” cuyo propósito fundamental es el de liberar a los estudiantes de la rigurosa tarea de realizar grandes cálculos aritméticos, aburridos y carentes de razonamientos, como es característico en los métodos numéricos, pero exigirles a

los alumnos que vayan razonando y tomando decisiones en cada paso del ejercicio.

Es decir, que sea el software el que se encargue de realizar los cálculos aritméticos extensos, pero que los realice sólo cuando el estudiante sea capaz de comprender y dirigir conscientemente esa actividad. Que no sea el estudiante un mero usuario o espectador inactivo, sino que tenga que tomar decisiones conscientes para obtener el resultado deseado, que el estudiante realmente desarrolle habilidades matemáticas en la utilización de los métodos numéricos, mediante la interactividad personal con el software, razonando cuando corresponda razonar, tomando decisiones cuando sea necesario, para que logre un aprendizaje significativo, realizando cálculos aritméticos moderados, pero no tediosos.

El software contiene un conjunto de programas, cada uno de los cuales corresponde a un método numérico. Cada uno de los programas contiene ayuda sobre las partes teóricas y prácticas del método al cual corresponde, en algunos casos apoyados en ilustraciones gráficas, que contribuyen a una mejor comprensión de los contenidos. Un ejemplo de ello se puede apreciar en los métodos para obtener soluciones aproximadas de los ceros de una función. Aquí se da la opción al estudiante de observar el gráfico de la función a la cual se le quiere hallar una raíz. Si el estudiante indica que desea graficar la función, debe elegir, entonces, a partir de qué valor del dominio desea comenzar, además, cuál es el paso que desea utilizar en la graficación y cuántos puntos desea emplear. Inmediatamente el software muestra la gráfica de la función en el intervalo seleccionado y de esa manera el estudiante puede comprobar si efectivamente existe un cero de la función en ese intervalo o si por el contrario el intervalo que había considerado era incorrecto. Tan pronto como lo desee puede retornar al mismo lugar por donde iba en el ejercicio. En este caso se estaría haciendo uso del método gráfico para la separación de raíces de la función; es decir, para obtener un intervalo que contenga una sola raíz de la función.

La parte principal de este software es la solución de ejercicios prácticos, donde primeramente el usuario tiene que darle entrada a los datos que se necesitan para resolver el ejercicio. El programa va controlando estos datos al instante y si alguno no es compatible con los anteriores, aparece un mensaje señalando la imposibilidad de ser aceptado y el por qué. Se mantiene un control absoluto del teclado, para que no se introduzcan errores mecánicos en los datos o se deje vacía una caja de texto que debe ser llenada. Una vez concluida esta etapa de entrada de datos se da la opción de elegir el método que se desee, dentro de los que estén disponibles en el software para ese tipo de contenido. Comienza entonces la solución práctica del ejercicio. Para ello aparecerá en la pantalla de la microcomputadora un esquema de cálculo semejante al que se acostumbra a utilizar en el pizarrón para el método numérico que se haya elegido, de manera que el trabajo frente a la computadora se realice de la forma más natural posible. El estudiante comienza, entonces, a resolver su ejercicio de métodos numéricos.

A partir de ahí, el programa se encargará de realizar los cálculos numéricos extensos, pero cada vez que se necesite realizar un paso en la solución del ejercicio que requiera algún razonamiento concerniente al método numérico que se esté aplicando en ese instante, será el usuario quien tendrá que tomar la decisión y teclear el dato que corresponda escribirse en el esquema de cálculo.

Si el dato emitido es correcto la ejecución del ejercicio continuará avanzando; si no lo es, instantáneamente se indicará a través de un mensaje que se ha cometido un error y se instará a enmendarlo. Hasta tanto el usuario no teclee la respuesta correcta estará recibiendo el mensaje de haber cometido un error y el programa no continuará hacia delante. En estas situaciones el estudiante tiene la posibilidad de pedir ayuda al software, a través de la cual recibirá una explicación del método numérico en cuestión y de la forma práctica de desarrollarlo. Si aún así no logra continuar el ejercicio deberá, entonces, solicitar la ayuda del profesor o de otro estudiante más aventajado. Una vez concluido el ejercicio, el software le

comunicará al usuario la cantidad de errores que cometió y la evaluación que recibe como consecuencia de la ejecución del mismo.

Con estas características en que han sido concebidos estos programas, de ir controlando el avance del ejercicio paso a paso, se evita la desagradable situación en que se ven envueltos los estudiantes frecuentemente, cuando están resolviendo un ejercicio sobre métodos numéricos a mano o con el empleo de calculadoras, al percatarse, después de extensos cálculos, que han cometido algún error durante el ejercicio pero no saben dónde, por lo cual, muchas veces, tienen que comenzar de nuevo el ejercicio. Además, ese control constante que ejerce el software en cada paso que vaya dando el estudiante le provoca una mayor motivación, en contraposición con el aburrimiento que suelen producir los cálculos aritméticos continuados. Le ofrece, también, mayor seguridad al estudiante cuando va observando el progreso de su trabajo. La mayoría de los estudiantes toman el enfrentamiento con este software como un reto, en el mejor sentido, lo toman como un juego al que desean ganar, lo cual se traduce en desear resolver el ejercicio y que al final el programa le dé una evaluación satisfactoria.

Cuando hay dos o más estudiantes con dificultades similares, en ocasiones resulta provechoso establecer una especie de competencia entre ellos, asignándoles ejercicios para que los resuelvan de forma independiente durante una clase práctica e ir registrando las evaluaciones que el software les va otorgando para decidir al final cuál resulta ganador.

Es posible también la asignación de trabajos independientes, sobre todo para los estudiantes con dificultades.

Si se desean emplear este software para realizar evaluaciones parciales o finales, en un laboratorio de computación, es recomendable preparar, anticipadamente, un número considerable de ejercicios para cada uno de los contenidos, por una parte, para garantizar la mayor independencia posible en la ejecución de los ejercicios

evaluativos y por otra parte para que exista la mayor equidad en cuanto al grado de dificultad de los ejercicios que le correspondan a cada estudiante.

Si el grupo de estudiantes que van a ser evaluados es numeroso es preferible que estén presentes en el laboratorio de computación más de un profesor, para el control adecuado de la actividad.

Además del software educativo “Matemática Numérica” existen diversos softwares educativos que incluyen varias temáticas de Cálculo Numérico, teniendo como propósito fundamental guiar el aprendizaje de los estudiantes durante la explicación del profesor, mediante la visualización gráfica del comportamiento de los Métodos Numéricos.

Conclusiones del capítulo 1

Existe la necesidad de introducir cambios en la forma tradicional de desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos, que desde hace muchos años se ha venido llevando a cabo sólo con el auxilio de calculadoras, para la realización de los extensos cálculos que requieren estos tipos de ejercicios, lo que ocasiona que los estudiantes no se sientan motivados por el estudio de estos contenidos. Es este el momento oportuno para hacer uso de los medios de cómputos que con tanto auge se están introduciendo en la docencia.

El software educativo “Matemática Numérica” para el uso del cual se propone la estrategia didáctica que contiene esta investigación, tiene todas las características necesarias para resolver esa contradicción existente entre la falta de motivación de los estudiantes por el estudio de los métodos numéricos y la creciente importancia que tienen los mismos por su aplicación en muy variadas esferas de la vida. Para que la aplicación de este software educativo sea efectiva deben realizarse las investigaciones didácticas pertinentes con el propósito de que el mismo surta los efectos deseados en el aprendizaje de los estudiantes.

Capítulo 2. Estrategia didáctica para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos con la utilización del software educativo “Matemática Numérica”

En la Universidad de Matanzas se ha creado un software para la enseñanza de los métodos numéricos el cual es utilizado de forma empírica según los criterios individuales de cada profesor, por lo cual se ha hecho necesario crear una estrategia didáctica para la utilización del mismo de forma tal que se unifique adecuadamente el modo de actuar de los profesores y se siga en todos los casos un manejo adecuado del software.

2.1 Las estrategias. Definiciones y componentes.

Las estrategias constituyen uno de los modelos más usados actualmente en las investigaciones educativas. Son muchas las definiciones que se pueden encontrar en la literatura relacionada con este tema y existe unidad de criterios con relación a su origen. Es muy aceptada la idea de que la palabra estrategia tiene su origen en el campo militar.

Una de las acepciones sobre estrategias, en el ámbito educativo, que consideramos adecuada es la siguiente:

“Su propósito fundamental es la proyección del proceso de transformación del objeto de estudio, a fin de responder a una contradicción entre un estado real y un estado deseado. Las estrategias pueden ser educativas, pedagógicas, didácticas, metodológicas, de dirección escolar y curricular. Las cualidades esenciales que debe tener una estrategia son: poseer un sistema de acciones que puedan tener diversas direcciones, tener gran nivel de generalidad, ser flexibles, tener acciones por etapas e indicaciones de objetivos, contenido, métodos, medios, formas de organización y participantes. Debe contener también, acciones de retroalimentación y evaluación de la propia estrategia” (Ginoris, O. 2008).

F. Barrera Hernández (2004. pp.7-8) expone los pasos siguientes para elaborar una estrategia:

1) Introducción–fundamentación: Se plantea la existencia de insatisfacciones con respecto a los fenómenos, objetos o procesos que se desarrollan en un campo o contexto determinado, de ideas o puntos de partida que fundamentan la estrategia.

2) Diagnóstico de la situación actual: Indica el estado real del objeto y evidencia el problema en torno al cual gira y se desarrolla la estrategia.

3) Descripción del estado deseado: Se expresa a través del planteamiento de objetivos y metas a alcanzar en determinados plazos de tiempo. Los objetivos pueden formularse en generales y específicos.

4) Planeación estratégica: Definición de actividades y acciones que respondan a los objetivos trazados y a las entidades responsables. Se realiza una planificación por etapas de las acciones, recursos, medios y métodos que corresponden a estos objetivos.

5) Instrumentación: Explicar cómo se aplicará, bajo qué condiciones, durante qué tiempo, participantes, responsables, etc.

6) Evaluación: Prever los indicadores e instrumentos para medir y valorar los resultados, definir los logros y los obstáculos que se han ido venciendo, valoración de la aproximación lograda al estado deseado.

2.1.1 Las estrategias didácticas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Existen variadas definiciones sobre estrategias didácticas. Se analizarán aquí algunas de ellas.

Una estrategia didáctica es “Un programa que se elabora para indicar el modo en que se combinarán objetivos, contenidos y actividades en el proceso docente

educativo que se desarrolla en un cierto medio y reúne una serie de recomendaciones o procedimientos que deben ser considerados al elaborar situaciones de aprendizaje para emplear en ese proceso concreto con el propósito de alcanzar el objetivo y el cumplimiento de las políticas definidas” (Ramírez, E... et al, 2004).

“Es la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza aprendizaje en una asignatura, nivel o institución tomando como base los componentes del mismo y que permite el logro de los objetivos propuestos en un tiempo concreto”. (Rodríguez, M. 2004)

“Son procedimientos de tipo teórico, metodológico y actuacional en la concepción y desarrollo del proceso formativo. Es un componente de la dimensión didáctica del proceso docente educativo”. (Quintero, M. (2007)

“Constituyen un conjunto planificado de acciones educativas que conducen a la consecución de los objetivos trazados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.” (Mazarío, I. 2006)

Las estrategias didácticas tienen por principios esenciales según (Mazarío, I. 2007):

- Principio de ordenación: toda estrategia didáctica supone la disposición ordenada de todos sus elementos para promover un aprendizaje eficaz.
- Principio de orientación: toda estrategia didáctica proporciona a los estudiantes una guía definida y eficaz para mejorar sus aprendizajes.
- Principio de la finalidad: la validez y significación de una estrategia didáctica está determinada cuando respalda y apunta a los objetivos que los estudiantes deben alcanzar.

- Principio de la adecuación: determinado por la adecuación o adaptación de la enseñanza a las habilidades y capacidades de los estudiantes.
- Principio de la economía: toda estrategia didáctica ha de cumplir sus objetivos del modo más rápido, racional y eficaz en tiempo, recursos materiales y esfuerzos, sin detrimento de la calidad del proceso de enseñanza.

Para la investigación que se desarrolla en esta tesis, la autora asume como estrategia didáctica a un conjunto de acciones lógicamente ordenadas, dirigidas a estudiantes y profesores, que tienen carácter de diagnóstico, de ejecución y de control, con el propósito de lograr que los estudiantes de Ingeniería Informática, apliquen exitosamente el software educativo “Matemática Numérica” en la resolución de ejercicios de métodos numéricos.

2.1.2 Estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos.

La estrategia tiene como **objetivo general** contribuir a la motivación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas, en el estudio de los métodos numéricos, e incrementar sus resultados académicos, mediante el uso del software educativo “Matemática Numérica”, estimulando una participación activa de los alumnos y creándoles un ambiente agradable que los compulse a realizar los ejercicios de manera espontánea.

Características generales de la estrategia.

La estrategia empleada se caracteriza por su versatilidad, permitiendo ser modificada y enriquecida de manera que se pueda adaptar a las características de cada grupo de estudiantes y a los profesores que estén dirigiendo el proceso de enseñanza aprendizaje. Se puede trabajar con diferentes niveles de dificultad, tanto en los ejercicios que se presenten como en los elementos de software que sean utilizados, que tienen también diferentes grados de dificultades.

- Es flexible, porque es perfectamente adaptable para su posible utilización con estudiantes de otras carreras que reciban también los contenidos de métodos numéricos. Puede también emplearse en otras funciones tales como tareas extractase para los estudiantes con dificultades, evaluaciones parciales y finales, competencias de conocimientos y habilidades entre los educandos, etc.
- Es formativa, porque da la posibilidad de utilizar ejercicios con textos que contribuyan a la formación intelectual integral de los estudiantes, ofreciéndoles información y conocimientos en diferentes esferas de la vida, desarrollando su acervo cultural e inculcándoles valores que le serán de mucha utilidad en el resto de su vida, además de propiciarles el desarrollo de habilidades en la resolución de ejercicios de métodos numéricos.
- Es motivadora porque los estudiantes tienen la posibilidad de apreciar la aplicación de los contenidos matemáticos que contienen los métodos numéricos en situaciones reales, lo cual contribuye a incrementar su interés por el estudio de los mismos. Además, el hecho de que el software esté controlando continuamente, cada uno de los pasos que va dando el estudiante mientras ejecuta el ejercicio y le vaya señalando cualquier tipo de error que pueda cometer, emitiendo una evaluación al final del ejercicio en función de la cantidad de errores cometidos durante la ejecución, constituye, de por sí, una fuente de motivación perenne para el estudiante, porque se establece una especie de competencia entre los alumnos, para comprobar quién obtiene mejor calificación por parte del software, lo cuál se constituye en una fuente de motivación gratificante.
- Es integradora, ya que permite a los estudiantes apreciar las interrelaciones existentes entre los contenidos matemáticos que se desarrollan en esta asignatura de métodos numéricos con muchos otros contenidos que ya han sido estudiados por ellos en la enseñanza media y en la enseñanza

superior en asignaturas precedentes mediante los métodos analíticos, también llamados exactos. Aquí puedan apreciar que no siempre los métodos analíticos son capaces de resolver determinados problemas en los cuales se necesita la aplicación de los métodos numéricos.

Acciones generales a realizar por parte del profesor en las que están implicados también los estudiantes.

Para que estas características estén realmente presentes en el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos, es necesario realizar, por parte de los profesores, determinadas acciones, que serán planteadas a continuación:

- 1) Seleccionar adecuadamente los ejercicios a realizar con los estudiantes de manera que estén en correspondencia con el nivel de desarrollo de los mismos y que se correspondan con el perfil de la carrera que ellos estudian.
- 2) Presentar a los estudiantes ejercicios con textos que contribuyan al desarrollo integral de los mismos, donde se puedan analizar y solucionar problemas que estén vinculados con el entorno social y cultural, con el cuidado del medio ambiente, con acontecimientos históricos, etc.
- 3) Aprovechar las características del software para fomentar la motivación en los estudiantes, mediante las siguientes acciones:
 - a) Controlar, minuciosamente, todas las evaluaciones que vaya emitiendo el software, de manera que cada estudiante sienta que se conoce si sus evaluaciones son buenas o malas.
 - b) Estimular, a los estudiantes que adquieran evaluaciones de excelente, dando a conocer esas evaluaciones al resto de los estudiantes del grupo, por parte del profesor.

c) Establecer, durante las clases en que se esté haciendo uso del software, competencias en cuanto a las evaluaciones obtenidas mediante el software, entre estudiantes aventajados y lo mismo puede hacerse entre estudiantes con dificultades, de manera que se motiven los unos y los otros en mejorar sus resultados durante la ejecución de los ejercicios.

d) Aplicar el software “Matemática Numérica” en la realización de algunas pruebas parciales, exámenes extraordinarios y exámenes finales, para incrementar el interés de los estudiantes por el manejo del mismo.

e) Asignar tareas especiales a los estudiantes que presenten dificultades en la asignatura, con la orientación de entregar los resultados por escrito al profesor. Esto facilita el seguimiento y control de los estudiantes menos aventajados.

4) Presentar ejercicios donde se pida que los mismos sean resueltos por métodos numéricos y por métodos analíticos, cuando esto sea posible, para que los estudiantes reconozcan la relación existente entre ambas vías de solución, e inclusive para que comparen diferentes métodos numéricos que pueden ser utilizados en un mismo ejercicio, con respecto a los resultados exactos obtenidos por métodos analíticos.

La necesaria preparación de los docentes.

Para llevar a cabo las acciones planteadas se deben acometer algunas actividades, como las siguientes:

1) Realizar una preparación metodológica adecuada por parte de los profesores, a través de actividades, seminario y clases metodológicas que les permita comprender la necesidad de la participación activa de los estudiantes, ya que son éstos los que deben construir su propio conocimiento con la orientación y ayuda del docente.

2) Procurar que los docentes se sientan identificados con la estrategia que se está proponiendo, para que sean capaces de ponerla en práctica. Aquí es importante el convencimiento personal, ya que existe una tendencia marcada en los seres humanos a mantener la realización de las actividades en la forma en que se han acostumbrado a realizarla, lo que dificulta en algunas ocasiones que se introduzcan nuevas estrategias, nuevas formas de proceder. Esto ocasiona que muchas veces los docentes sean algo reticentes a los cambios, aún cuando posean una larga experiencia.

3) Lograr, mediante una adecuada motivación, una actitud positiva por parte de los estudiantes, que los compulse a la realización de ejercicios independiente con el uso del software “Matemática Numérica”.

4) Diseñar una amplia colección de ejercicios por parte de los docentes, que les faciliten la adecuación de los mismos en dependencia de las características cognitivas de los distintos grupos de estudiantes, e inclusive que le permita asignar ejercicios especiales a los estudiantes con mayores dificultades y otros ejercicios que requieran la aplicación de cierto grado de creatividad a los estudiantes que sean más aventajados.

Etapas de la estrategia.

La estructura de la estrategia consta de cuatro etapas, las cuales se describen a continuación:

1) Diagnóstico de la situación de los estudiantes para enfrentar la asignatura “Métodos Numéricos”, con la utilización del software educativo “Matemática Numérica”.

2) Diseño de las acciones a poner en práctica en la estrategia didáctica.

3) Instrumentación de la estrategia.

4) Validar el grado de aceptación por parte de estudiantes y profesores del software “Matemática Numérica” y cómo son los resultados obtenidos en las evaluaciones de los estudiantes en la asignatura de Métodos Numéricos.

Caracterización de las diferentes etapas.

Primera etapa:

Diagnóstico del estado actual del proceso de enseñanza aprendizaje en la carrera de Ingeniería Informática en la UMCC relacionado con la disciplina Matemática.

Objetivo:

Determinar las potencialidades reales de los estudiantes y docentes que estarán implicados en el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos con el uso del software educativo “Matemática Numérica”.

Acciones del profesor:

1) Elaboración de instrumentos que permitan valorar el estado actual en el que se encuentran los estudiantes y profesores que estarán implicados en el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos con el uso del software “Matemática Numérica”.

2) Aplicación de los instrumentos elaborados y realización del análisis de los resultados.

3) Caracterización, en dependencia de los resultados anteriores, del estado real de los estudiantes y profesores para enfrentar la asignatura.

4) Determinar las posibles fortalezas y debilidades que podrán existir para llevar a cabo con éxito el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos con el uso del software “Matemática Numérica”

Acciones de los estudiantes:

- 1) Responder encuestas y entrevistas que les sean formuladas con relación a su interés y expectativas relacionadas con la Matemática.
- 2) Intercambiar con los profesores con relación a las características que tienen los métodos numéricos.

Sugerencias:

En esta primera etapa lo esencial es conocer las potencialidades reales que tienen los estudiantes y profesores para enfrentar la asignatura. Muy importante resulta la motivación que puedan tener los estudiantes, si predominan en ellos los que se sienten atraídos por la Matemática o por el contrario, si son los más los que rechazan la disciplina, si consideran que la Matemática es útil en la vida y podrán aplicarla en su futuro quehacer profesional y en sus vivencias cotidianas. En lo relacionado con los profesores, valorar la disposición a enfrentarse con una nueva estrategia en su quehacer como docentes. Si serán capaces de asumir la estrategia en su totalidad según se haya implementado. Se debe indagar, también, si se sienten suficientemente capacitados y apoyados para llevar a cabo su tarea, si tienen preocupaciones con el estado actual de los medios disponibles. Es aconsejable utilizar encuestas y entrevistas a estudiantes y profesores para valorar cuáles son sus expectativas con la asignatura que se comienza a desarrollar. Algo que resulta útil también, es indagar con los estudiantes con relación a la cantidad de ellos que poseen computadoras personales, para valorar la conveniencia de realizar las clases prácticas con el uso de las mismas en el aula que tienen asignada normalmente.

Segunda etapa:

Diseño de la estrategia que se llevará a cabo para instrumentar con los estudiantes el uso del software “Matemática Numérica”.

Objetivo:

Realizar el diseño de las acciones que se proponen desarrollar por parte de los estudiantes y profesores, para lograr una utilización eficiente del software “Matemática Numérica” durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Métodos Numéricos.

Acciones del profesor:

1) Realizar un análisis detallado del programa de la asignatura, para valorar el orden más aconsejable en que deben ser presentados los contenidos que conforman la asignatura y el tiempo que resulta conveniente asignarle a cada contenido, para el empleo del software.

2) Planificar las diferentes actividades que deben ser desarrolladas por los estudiantes, tanto en las clases directas como en el estudio independiente fuera del aula, de forma tal que les permita, también, la aplicación de los contenidos de la asignatura en sus vivencias diarias. Es necesario elaborar conjuntos variados de ejercicios para ser desarrollados por los estudiantes con la utilización del software.

3) Garantizar que estén creadas las fuentes principales que podrán utilizar los estudiantes para realizar el estudio de la asignatura, tanto desde el punto de vista teórico como en lo concerniente a sus posibles aplicaciones prácticas. Que exista el libro de texto adecuado y algún otro libro complementario, que las clases estén disponibles en alguna plataforma al alcance de los estudiantes y que todas las clases estén cuidadosamente preparadas.

4) Diseñar el sistema de evaluación que se llevará a cabo, previendo la utilización del software “Matemática Numérica” y los medios disponibles que podrán ser utilizados en ese proceso.

Acciones de los estudiantes:

1) Indagar con los profesores todo lo relacionado con los medios disponibles para el estudio de la asignatura. Cuál es el libro de texto. Si existen documentos en las plataformas disponibles para el estudio de la asignatura.

2) Recibir las orientaciones del profesor con relación al sistema de evaluación que será aplicado durante el estudio de los métodos numéricos.

Sugerencias

Recordar que en esta etapa no pueden olvidarse los resultados del diagnóstico de la etapa anterior, el cual representa el punto de partida para las etapas siguientes.

En los ejercicios que sean elaborados para las clases de esta asignatura se deben tener en cuenta las diferencias individuales de los estudiantes que hayan aflorado en el diagnóstico inicial y que, inevitablemente, se irán poniendo de manifiesto durante el desarrollo de las clases. Deben incluirse, también, ejercicios con textos, de manera que los estudiantes puedan apreciar la utilización de la asignatura en su quehacer cotidiano. Debe realizarse al menos un seminario metodológico donde se muestre a los profesores de la asignatura, cómo hacer uso del software “Matemática Numérica” para que puedan ser evacuadas cualquier tipo de dudas que existan al respecto. Compartir entre los profesores del colectivo de asignatura todo lo que tengan preparado sobre las clases y evaluaciones acerca de los métodos numéricos. Los objetivos que serán evaluados en cada una de las evaluaciones parciales deben ser analizados en el colectivo de asignatura.

Tercera etapa:

Instrumentación de la estrategia.

Objetivo:

Capacitar a los estudiantes para resolver ejercicios sobre métodos numéricos mediante el uso del software educativo “Matemática Numérica”.

Acciones del profesor:

- 1) Efectuar un análisis del diagnóstico realizado, para concretar en la práctica las diferentes etapas de la estrategia, en base a la realidad existente en cada uno de los grupos de estudiantes que recibirán esa asignatura, así como las condiciones materiales con que se cuenta.
- 2) Implementar todas las conferencias, clases prácticas y demás actividades en función de la aplicación de la estrategia elaborada, para hacer uso del software “Matemática Numérica” en el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos.
- 3) Ejercer un control constante con los estudiantes y profesores que serán partícipes de la aplicación de la estrategia, para que la interpreten correctamente y estén motivados por acometer la tarea, así como prepararlos para el uso del software “Matemática Numérica” en la resolución de ejercicios de métodos numéricos.
- 4) Elaborar y aplicar cada una de las evaluaciones frecuentes y parciales, en función de los objetivos que fueron diseñados en la etapa anterior, precisando bien el grado de complejidad de cada una de ellas.

Acciones de los estudiantes:

- 1) Asistir a todas las conferencias, clases prácticas y demás actividades que sean programadas en la asignatura y realizar todas las tareas relacionadas con el estudio independiente que sean orientadas por el profesor.
- 2) Estudiar los contenidos matemáticos relacionados con los métodos numéricos, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, enfatizando en el procedimiento para obtener el valor aproximado del ejercicio mediante la aplicación del método en cuestión, así como en la estimación de la cota superior del error que pueda cometerse.

3) Desarrollar habilidades en el manejo del software educativo “Matemática Numérica” para aprovechar sus diferentes bondades en la resolución de ejercicios de métodos numéricos.

4) Realizar evaluaciones del contenido relacionado con los métodos numéricos con el uso del software “Matemática Numérica”.

Sugerencias:

Los estudiantes deben interpretar el sentido de cada uno de los métodos numéricos y no solamente realizar los ejercicios de forma mecánica. El análisis de las cotas superiores de los errores y las comparaciones entre los resultados obtenidos, de un mismo ejercicio, mediante la utilización de métodos numéricos y métodos analíticos exactos, cuando esto sea posible, puede ayudar a la comprensión y a la confianza de los estudiantes en los métodos numéricos, lo cual, a su vez, contribuye a incrementar la motivación de los alumnos por estos contenidos matemáticos.

Cuarta etapa:

Validar la efectividad de la estrategia.

Objetivo:

Comprobar la efectividad de la estrategia, mediante los conocimientos adquiridos por los estudiantes sobre métodos numéricos y sobre la motivación que muestren por la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en el desarrollo de las clases.

Acciones del profesor:

1) Valoración de los resultados académicos obtenidos por los estudiantes en los diferentes exámenes realizados en la asignatura Métodos Numéricos.

- 2) Evaluación del dominio que muestran los estudiantes en el uso del software educativo “Matemática Numérica”.
- 3) Recopilación de informaciones sobre el grado de aceptación que manifiestan los estudiantes y profesores acerca del uso del software educativo “Matemática Numérica”, a partir de sus experiencias personales con el uso del mismo.
- 4) Análisis de los aspectos positivos y necesidades de mejoramientos del software, mediante la participación de estudiantes y profesores.
- 5) Obtención de información sobre la opinión de los docentes, con relación a las transformaciones experimentadas por los estudiantes durante el desarrollo de la asignatura Métodos Numéricos, con la aplicación del software educativo “Matemática Numérica”.

Acciones de los estudiantes:

- 1) Profundizar en el estudio y en el manejo del software educativo “Matemática Numérica”. para realizar con éxito las evaluaciones parciales y finales de la asignatura.
- 2) Realizar ejercicios en clases, así como exámenes parciales y finales utilizando el software educativo “Matemática Numérica”.
- 3) Expresar sus opiniones sobre los beneficios que pueda haberle aportado el software educativo y las sugerencias que consideren oportunas para mejorarlo.

Sugerencias:

Hay que tener presente que en esta etapa se realiza una valoración del resultado de la aplicación de la estrategia establecida. Esa valoración debe ser lo más objetiva posible, para que permita detectar cualquier insuficiencia que se haya producido durante su implementación y se puedan tomar las medidas necesarias para mejorar o erradicar esa deficiencia. La evaluación no debe realizarse solo en

un momento o en un caso aislado del proceso, la valoración debe abarcar a todo el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura en su conjunto.

2.2 Propuesta del programa de Matemática IV para la carrera de Ingeniería Informática.

Los métodos numéricos se imparten en la carrera de Ingeniería Informática como parte de la asignatura Matemática IV, que a su vez se inserta en la disciplina de Matemática dentro del currículo base, vigente en el Plan de Estudio D de la carrera.

Según la distribución por semestres y años de estudio la signatura se imparte en el segundo semestre, correspondiente al segundo año con un total de 64 horas.

Para poner en práctica la Estrategia didáctica que se desarrolla en la investigación, se hizo necesario rediseñar el programa de estudio de la asignatura, de manera tal que se aumenten las actividades prácticas en las cuales se introduce la utilización del software “Matemática Numérica” y se disminuyan las clases que tienen un carácter puramente teórico. Se ha incrementado también el volumen del trabajo independiente de los estudiantes, que también es facilitado con el uso de la mencionada herramienta.

Para acometer esta tarea nos hemos basado en la teoría y la práctica relacionada con el diseño curricular. En particular, el currículum lo define la profesora Fátima Advine (1959) como: "Un proyecto educativo integral con carácter de proceso que expresa las relaciones de interdependencia en un contexto histórico social, condición que le permite rediseñarse sistemáticamente en función del desarrollo social, progreso de la ciencia y necesidades que se traduzcan en la educación de la personalidad del ciudadano que se aspira a formar". (Advine, F. 1959).

Por otra parte, el profesor Carlos Álvarez ha manifestado: “Todo análisis de la teoría curricular debe partir de la realidad y es en ésta realidad donde se encuentran sus bases y en relación a las bases en que se sostenga el currículo,

estarán sus fundamentos. Todos estos elementos en un contexto dado condicionan los fines de la educación y el modelo de hombre a formar porque son concebidas dentro de un determinado contexto social”. (Álvarez de Zayas, C. 1996).

Tanto el diseño como el rediseño de los planes y programas de estudio en la educación superior cubana constituyen una tarea de primer orden que expresa la necesidad de la adecuación de esos planes y programas con la realidad objetiva que se esté viviendo y con los avances que se vayan logrando en el campo pedagógico. Estos avances deben estar avalados, fundamentalmente, por el esfuerzo de los profesores en aras de contribuir al mejoramiento del proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo en cuenta las dificultades económicas en las cuales tenemos que desarrollar nuestro quehacer. Es por ello, que en nuestro departamento, con el esfuerzo de nuestros profesores, se ha creado ese software que potencia en gran medida la calidad de las clases de Matemática Numérica en nuestra Universidad.

A continuación, presentamos cómo ha quedado conformado el programa de estudio de la Matemática IV para la carrera de Ingeniería Informática en la Universidad de Matanzas, con el objetivo de potenciar las actividades prácticas de los estudiantes con el uso del software educativo que se ha mencionado anteriormente.

Programa de la asignatura Matemática IV para Informática.

Disciplina: Matemática

Asignatura: Matemática IV

Carrera: Ingeniería Informática.

Año Académico: Segundo.

Semestre: Segundo.

Modalidad presencial.

- Total de horas: 64 horas

- Horas de conferencias: 24 horas
- Horas de clases prácticas: 16 horas
- Horas de laboratorios: 18 horas
- Horas en evaluaciones parciales: 6 horas
- La asignatura no tiene examen final.

Indicaciones metodológicas y de organización de la asignatura.

La asignatura tendrá 6 temas en el semestre. La computación estará presente en los 6 temas, por tratarse todos ellos de Métodos Numéricos, donde se orientarán a los estudiantes trabajos a realizar en forma independiente con la utilización del software educativo “Matemática Numérica”.

Los Métodos Numéricos tienen una importancia esencial en la formación del ingeniero en general y en particular del ingeniero informático por emplear un lenguaje de modelación que se adapta con gran facilidad a la programación en computación. Por esa razón, se debe otorgar prioridad al desarrollo de la capacidad de modelar problemas de la vida práctica utilizando el enfoque problémico, los conceptos y el lenguaje de la Matemática, así como el desarrollo de habilidades en el uso adecuado de los medios de cómputos.

Es importante también crear las condiciones necesarias para incrementar el estudio independiente de los estudiantes, tarea que se facilita con el uso del software “Matemática Numérica”

Sistema de evaluación.

Se basa en evaluaciones frecuentes en las clases prácticas y en pruebas parciales.

Textos básicos.

1. Matemática Numérica. Álvarez, Manuel. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. 2002

Otras fuentes bibliográficas.

1. Matemática Numérica. Álvarez, Manuel. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. 1998

Distribución por temas:

Temas	Conf.	C. P.	Labor	Eval.	Total
Soluciones aproximadas de ecuaciones.	2	2	2		6
Interpolación polinómica y ajuste de curvas.	6	4	4	2	16
Solución de sistemas de ecuaciones.	4	4			8
Integración numérica.	4	2	4	2	12
Soluciones numéricas de ecuaciones diferenciales.	4	2	2		8
Solución numérica de problemas de optimización.	4	2	6	2	14
Total	24	16	18	6	64

TEMA I.

Temas	Conf.	C. P.	Labor	Eval.	Total
Soluciones aproximadas de ecuaciones.	2	2	2		6

Objetivos:

1. Separar en intervalos las raíces de una función de variable real.
2. Obtener soluciones aproximadas de las raíces de funciones de variable real mediante los métodos de bisección, regula-falsi y Newton.

Sistema de conocimientos.

Teoría de errores. Fuente de error. Medidas de error. Propagación de error. Evaluación de polinomios. Esquema de Horner. Solución de ecuaciones (Separación de raíces, técnicas por reducción de intervalos, técnicas de solución iterativa)

Sistema de habilidades.

1. Formular las expresiones de trabajo en los métodos numéricos de manera tal que se disminuya la propagación de errores.
2. Describir los rasgos esenciales de los métodos numéricos de solución de ecuaciones y realizar su interpretación geométrica en el caso de raíces reales.
3. Resolver ecuaciones utilizando el método adecuado a las características del problema y evaluar la calidad de la solución obtenida.

Sistema de valores.

Este tema puede contribuir al desarrollo de los valores de responsabilidad, laboriosidad, perseverancia y entrega al trabajo, por el gran esfuerzo que se necesita realizar en los cálculos numéricos.

Sistema de evaluación.

Evaluaciones frecuentes en las clases prácticas y como parte de pruebas parciales.

Objetivos de las evaluaciones:

Obtener soluciones aproximadas de las raíces de funciones de variable real mediante los métodos de bisección, regula-falsi y Newton.

TEMA II.

Temas	Conf.	C. P.	Labor	Eval.	Total
Interpolación polinómica y ajuste de curvas.	6	4	4	2	16

Objetivos:

1. Determinar el polinomio de interpolación de una función mediante el método de interpolación de Lagrange o de Newton.
2. Estimar una cota superior del error de interpolación.

3. Determinar a curva de mejor ajuste.

Sistema de conocimientos.

Interpolación polinómica. Métodos de interpolación de Lagrange y de Newton.

Interpolación por tramos. Splines.

Ajuste de curvas. Método de los mínimos cuadrados.

Sistemas de habilidades.

1. Interpretar las técnicas de ajuste e interpolación como formas de la aproximación de funciones y describir sus rangos esenciales.
2. Modelar y resolver problemas en que se requiera la aproximación de funciones utilizando técnicas de interpolación y ajuste, seleccionando la adecuada al problema.

Sistema de valores.

Este tema contribuye a desarrollar los valores de responsabilidad ante el estudio, al observar la gran aplicación que tienen la interpolación polinómica en tan variadas esferas de la vida; así como a la dignidad, honradez y justicia, mediante el compromiso que adquiere ante el cumplimiento de sus funciones como futuro profesional.

Sistema de evaluación.

Evaluaciones frecuentes en las clases prácticas y como parte de una prueba parcial.

Objetivos de las evaluaciones:

Determinar el polinomio de interpolación y la curva de mejor ajuste correspondiente a un conjunto de pares ordenados.

TEMA III.

Temas	Conf.	C. P.	Labor.	Eval.	Total
Solución de sistemas de ecuaciones.	4	2	2		8

Objetivos:

Obtener soluciones aproximadas de sistemas de ecuaciones lineales aplicando métodos iterativos.

Sistema de conocimientos.

Sistemas de ecuaciones lineales. Técnicas de solución directa. Método de Gauss. Métodos iterativos. Método de Jacobi y de Gauss-Seidel.

Sistemas de habilidades.

1. Describir los métodos numéricos para la solución de sistemas de ecuaciones lineales. Analizar el condicionamiento de la matriz asociada. Modelar y resolver computacionalmente problemas evaluando la calidad de la solución obtenida.

Sistema de valores.

Se desarrollarán en los estudiantes valores tales como: responsabilidad, solidaridad y honradez ante las tareas, mediante la solución de problemas que le pueden ser orientados en cuya solución se requiera aplicar la solución de sistemas de ecuaciones lineales.

Sistema de evaluación:

Evaluaciones frecuentes en clases prácticas y evaluaciones parciales.

Objetivos de las evaluaciones:

Obtener soluciones aproximadas de sistemas de ecuaciones lineales aplicando métodos iterativos.

TEMA IV.

Temas	Conf.	C. P.	Labor.	Eval.	Total
Integración numérica.	4	2	4	2	12

Objetivos:

1. Obtener soluciones aproximadas de integrales definidas de funciones de una variable real empleando los métodos numéricos de: los trapecios y de Simpson.

Sistema de conocimientos.

Integración numérica. Método de los trapecios. Método de Simpson.

Sistemas de habilidades.

1. Describir los rasgos esenciales de las fórmulas de integración numérica.

2. Calcular integrales seleccionando la fórmula adecuada de acuerdo a las características del problema y evaluar la calidad de la solución.

Sistema de valores.

Este tema contribuye a desarrollar los valores de responsabilidad ante el estudio, al observar la gran aplicación que tiene la integración numérica en tan variadas esferas de la vida; así como a la dignidad, mediante el compromiso que adquiere ante el cumplimiento de sus funciones futuras como profesional.

Sistema de evaluación:

Evaluaciones frecuentes en clases prácticas y evaluaciones parciales.

Objetivos de las evaluaciones:

Calcular valores aproximados de integrales definidas mediante métodos numéricos.

TEMA V.

Temas	Conf.	C. P.	Labor.	Eval.	Total
Soluciones numéricas de ecuaciones diferenciales	4	2	2		8

Objetivos:

1. Obtener soluciones aproximadas de E.D. de primer orden, mediante los métodos numéricos de Euler y de Runge Kutta de segundo y cuarto orden.
2. Resolver, mediante métodos numéricos, sistemas de ecuaciones diferenciales lineales y ecuaciones diferenciales de orden superior.

Sistema de conocimientos.

Ecuaciones Diferenciales de Primer orden. Métodos de Euler y de Runge Kutta de segundo y cuarto orden.

Sistemas de ecuaciones diferenciales. Ecuaciones diferenciales de orden superior.

Sistemas de habilidades.

1. Describir e interpretar geoméricamente los métodos numéricos de solución de EDO y sistemas de EDO.

2. Modelar y resolver problemas que conduzcan a EDO y SEDO, evaluando la calidad de las soluciones.

Sistema de valores.

Este tema contribuye a desarrollar los valores de responsabilidad ante el estudio, mediante la comprensión de la gran aplicación que tienen las ecuaciones diferencias en tan variadas esferas de la vida; así como a la dignidad, honradez y justicia, mediante el compromiso que adquiere ante el cumplimiento de sus funciones como futuro profesional:

Sistema de evaluación:

Evaluaciones frecuentes en las clases prácticas y como parte de una prueba parcial.

Objetivos de las evaluaciones:

Resolver ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales mediante métodos numéricos.

TEMA VI.

Temas	Conf.	C. P.	Labor.	Eval.	Total
Soluciones numéricas de problemas de optimización	4	2	6	2	14

Objetivos:

1. Determinar extremos relativos de funciones reales de una variable mediante métodos numéricos de búsqueda secuencial uniforme y por el método de bisección.
2. Determinar extremos relativos de funciones reales de dos variables independientes mediante las técnicas diferenciales por coordenadas y mediante el método del gradiente.

Sistema de conocimientos.

Problemas de optimización de funciones de una variable independiente. Métodos de búsquedas secuenciales. Método de bisección.

Problemas de optimización de funciones de dos variables independientes.

Técnicas diferenciales por coordenadas. Método del gradiente.

Sistemas de habilidades.

1. Describir e interpretar los métodos numéricos de búsqueda unidimensional y de búsqueda gradiente para obtener extremos de funciones y sus limitaciones.
2. Modelar y resolver problemas vinculados al perfil en que sea necesario encontrar extremos de funciones.

Sistema de valores.

Este tema contribuye a desarrollar los valores de laboriosidad, responsabilidad, dignidad, honradez y justicia, al resolver problemas en los cuales se necesite obtener ganancia máxima o costos mínimos, que puedan ayudar a la Economía del país en su futuro desempeño profesional.

Sistema de evaluación:

Evaluaciones frecuentes en las clases prácticas y como parte de una prueba parcial.

Objetivos de las evaluaciones:

Obtener de manera aproximada el máximo o el mínimo de una función mediante métodos numéricos.

Elaborado por Ing. Mayté Reyna Hernández

Carrera: Ingeniería Informática.

Universidad de Matanzas SEDE “Camilo Cienfuegos”.

Aprobado por: _____ Vto Bno. _____

Jefe de Dpto

Decano

Distribución por temas:

Distribución de los contenidos por temas y actividades docentes.

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.
L1	Solución aproximada de raíces.
C2	Interpolación polinómica. Fórmulas de Lagrange y de Newton.
CP2	Fórmulas de Lagrange y de Newton.
C3	Interpolación por tramos. Splines.
L2	Interpolación polinómica.
C4	Ajuste de curvas. Método de mínimos cuadrados.
CP3	Ajuste de curvas. Método de mínimos cuadrados.
L3	Ejercicios sobre solución aproximada de ecuaciones, interpolación polinómica y ajuste de curvas
E1	P.P.# 1
C5	Sistemas de ecuaciones lineales. Técnicas de solución directa. Método de Gauss.
CP4	Método de Gauss. Aplicaciones en la solución de problemas.
C6	Técnicas de solución iterativas para resolver sistemas de ecuaciones lineales. Método de Jacobi y de Gauss-Seidel.

CP5	Método de Jacobi y de Gauss-Seidel.
C7	Integración numérica. Método de los trapecios. Método de Simpson.
L4	Método de los trapecios. Método de Simpson.
C8	Fórmulas de Newton-Cotes. Fórmula de Gauss. Método de Romberg.
CP6	Fórmula de Gauss. Método de Romberg.
L5	Ejercicios sobre solución de sistemas de ecuaciones mediante métodos iterativos. Integración numérica. Solución aproximada de ecuaciones diferenciales ordinarias.
E2	P.P.# 2
C9	Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias. Técnicas de paso simple. Métodos de Euler y Runge-Kutta.
L6	Métodos de Euler y Runge-Kutta.
C10	Solución de sistemas de ecuaciones diferenciales.
CP7	Solución de sistemas de ecuaciones diferenciales.
C11	Solución de problemas de optimización de funciones de una variable dependiente. Métodos de búsqueda secuenciales. Método de bisección.
L7	Solución de problemas de optimización de funciones de una variable independiente.
C12	Solución de problemas de optimización de funciones de dos variables independientes. Técnicas diferenciales por coordenadas. Método del gradiente.
CP8	Solución de problemas de optimización de funciones de dos

	variables dependientes.
L8	Ejercicios sobre solución aproximada de E.D. y problemas de optimización.
E3	P.P.# 3
L9	Resolver ejercicios generales del semestre.

Nota: La asignatura no tiene Examen Final.

2.3 Criterios de los estudiantes con relación al software educativo “Matemática Numérica”

A los 23 estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Informática que han utilizado el software “Matemática Numérica” en el desarrollo de sus clases, como parte del sistema de pruebas que se le realizó al software para su validación, se les aplicó un cuestionario de preguntas relacionadas con el mismo. (Ver anexo I)

Las respuestas ofrecidas por los estudiantes se muestran a continuación:

1. Los contenidos recibidos en la asignatura Matemática IV resultaron:

- a) Interesantes y atractivos 15
- b) Medianamente atractivos 7
- c) Aburridos e innecesarios 1

2. La utilización del software educativo “Matemática Numérica” hacen que resulten más agradables las clases prácticas de esos contenidos:

Si 23 No ____

¿Por qué?

23 Elimina la realización de cálculos aritméticos extensos.

15 Controla paso a paso la ejecución del ejercicio.

15 Estimula, porque da una evaluación inmediatamente que se termina un ejercicio.

3 Permite ser evaluado en contenidos teóricos.

4 Ofrece la posibilidad de recordar contenidos que estén olvidados.

12 Permite establecer competencias entre estudiantes individualmente o entre equipos de estudiantes.

0 Otra, menciónela _____

3. La utilización del software educativo “Matemática Numérica” facilita el estudio independiente de los estudiantes:

Si 23 No ____

¿Por qué?

17 Los estudiantes pueden resolver ejercicios de forma independiente utilizando la herramienta, en el lugar y en el momento que lo deseen.

11 Permite que los estudiantes se autoevalúen a partir de las evaluaciones que reciben del software, tanto desde el punto de vista práctico como teórico.

11 Facilita que el profesor les asigne a los estudiantes tareas extraclases.

14 Da la oportunidad de repasar varios métodos numéricos en un tiempo relativamente corto.

0 Otra, menciónela _____

Con relación a las opiniones que ellos emitieron, hacemos a continuación un breve resumen.

Como puede observarse:

En la pregunta 1, de los estudiantes encuestados:

- El 65 % considera que los contenidos recibidos son interesantes y atractivos
- El 30 % opina que son medianamente atractivos
- El 5 % piensa que son aburridos e innecesarios

En la pregunta 2:

- El 100 % de los encuestados opinan que el uso del software hace las clases más agradables.
- El 100 % expresó que elimina la realización de cálculos aritméticos extensos.
- El 65 % considera que se controla paso a paso la ejecución del ejercicio.
- El 65 % piensa que estimula, porque da una evaluación inmediatamente que se termina un ejercicio.
- El 13 % estima que permite ser evaluado en contenidos teóricos.
- El 17 % opina que ofrece la posibilidad de recordar contenidos que estén olvidados.
- El 52 % considera que permite establecer competencias entre estudiantes individualmente o entre equipos de estudiantes.

En la pregunta 3:

- El 73 % de los estudiantes considera que pueden resolver ejercicios de forma independiente utilizando el software, en el lugar y en el momento que lo deseen.
- El 47 % opina que el software les permite a los estudiantes que se autoevalúen a partir de las evaluaciones que reciben de la herramienta, tanto desde el punto de vista práctico como teórico.

- El 47 % estima que el software facilita al profesor la asignación de tareas extractases a los estudiantes.
- El 60 % piensa que da la oportunidad de repasar varios métodos numéricos en un tiempo relativamente corto.

Los resultados de la encuesta ponen de manifiesto que el software ha tenido una buena aceptación por parte de los estudiantes que han hecho uso de ella.

2.4 Validación de la estrategia mediante el criterio de expertos.

Para realizar la validación de los resultados obtenidos en la investigación, mediante la aplicación de la estrategia didáctica en la utilización del software educativo “Matemática Numérica” en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Informática, se aplica el método de expertos. Para ello se procedió a determinar los profesores que tenían la posibilidad de desempeñar la tarea de expertos, atendiendo a su experiencia en la docencia, su nivel pedagógico y científico y su disposición a colaborar con la investigación y desempeñar la tarea de expertos.

Se seleccionaron inicialmente 10 posibles expertos y se les aplicó los cuestionarios indicados para determinar su coeficiente de competencia relacionado con el tema de investigación (Ver anexo II). De esos 10 fueron seleccionados 8 por haber alcanzado la puntuación requerida. Todos los expertos seleccionados tienen 20 años o más de experiencia en la docencia, tres de ellos son doctores y el resto son master.

Proceso de selección de los expertos:

Para la selección de los expertos se utiliza el llamado coeficiente de competencia el cual se determina de acuerdo con la opinión del experto sobre su nivel de conocimiento con relación al problema que se está resolviendo y con las fuentes que le permiten comprobar su valoración. El coeficiente de competencia se calcula de la siguiente forma:

$$K = (K_c + K_a) / 2$$

Donde K_c (es el coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto respecto al problema, calculado sobre la valoración del propio experto) y K_a (es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto). Para calcular el coeficiente de conocimiento o de información K_c que posee el experto sobre el problema que se analiza, se determina a partir de su propia valoración, lo que ofrece el valor para el cálculo del K_c . a partir de solicitarle primeramente que valore su competencia sobre el problema en una escala de 0 a 10 (escala en que el 0 representa que el experto no tiene conocimiento alguno sobre el tema y el 10, expresa que posee una valoración completa sobre el mismo; de acuerdo a su autovaloración el experto ubica su competencia en algún punto de esta escala. Donde $K_c = \text{coeficiente de conocimiento} / 10$.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_c										

En la segunda fase se obtiene la información que posibilita calcular el coeficiente de argumentación. El coeficiente de argumentación (K_a) 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. A continuación, se muestran los valores fijados para el cálculo de este coeficiente:

FUENTES DE ARGUMENTACION	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS
--------------------------	---

	ALTO (A)	MEDIO (M)	BAJO (B)
1. Análisis Teóricos Realizados	0.3	0.2	0.1
2. Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
3. Trabajos de autores nacionales.	0.05	0.05	0.05
4. Trabajos de autores Extranjeros.	0.05	0.05	0.05
5. Conocimiento del estado actual del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
6. Intuición	0.05	0.05	0.05
TOTAL	1	0.8	0.5

La tabla se le presenta al experto con las casillas a marcar en blanco y se toman después los valores de la tabla patrón en dependencia a las casillas que haya seleccionado el experto.

De esta forma, resulta para el coeficiente de competencia K (recuérdese que $K = (K_c + K_a) / 2$) un valor comprendido entre 0,25 (mínimo posible) y 1 (máximo posible). De acuerdo con los valores obtenidos, se asume un criterio para decidir si el experto debe ser incluido o no. Los valores de K que fueron considerados para determinar la inclusión de los profesores como expertos fueron 0,8, 0,9 y 1.

Después de aplicados estos dos cuestionarios a los 10 posibles expertos, fueron seleccionados los 8 que obtuvieron un valor de K en el rango que se ha expresado anteriormente, es decir, entre 0,8 y 1.

A estos 8 expertos se les aplicó el cuestionario contenido en el anexo III, para constatar su opinión con relación a la pertinencia o no de la propuesta didáctica, para la implementación del software “Matemática Numérica” en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática IV, con los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Informática.

Con relación a la pregunta sobre la pertinencia de las posiciones teóricas en las que se apoya la estrategia didáctica para el perfil de un Ingeniero Informático que requiera la utilización de la Matemática numérica, los 8 expertos la evaluaron de muy adecuada.

La pregunta acerca de la correspondencia del objetivo de la estrategia didáctica con su intencionalidad, 7 de los expertos la evaluaron de muy adecuada y uno la evaluó de bastante adecuada.

Con respecto a la utilización de los componentes fundamentales de los métodos numéricos para interpretar, modelar y resolver los problemas relacionados con los contenidos que se proponen en el programa de estudio de la asignatura, 7 de los expertos la evaluaron de muy adecuada y uno la evaluó de bastante adecuada.

La interrogante sobre la contribución de la estrategia didáctica a la motivación de los estudiantes por el estudio de los métodos numéricos y su utilización en la resolución de problemas, mediante el empleo del software “Matemática Numérica”, los 8 expertos la consideraron como muy adecuada.

El criterio de los expertos con relación a la factibilidad y aplicabilidad de la estrategia didáctica para el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos tanto en el aula como para el estudio independiente, los 8 expertos la consideraron de muy adecuada.

El análisis de los resultados obtenidos mediante este método de criterios de expertos, permiten corroborar la concordancia de dichos expertos con la estrategia trazada en la investigación.

Un análisis estadístico más detallado puede verse en el anexo IV de la tesis.

Conclusiones del capítulo 2

La estrategia didáctica que se ha puesto en práctica como resultado de esta investigación ha permitido realizar el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos con la utilización del software educativo “Matemática Numérica” de manera satisfactoria.

Se ha observado un incremento en la motivación de los estudiantes hacia el estudio de la asignatura, una mejor orientación y control del estudio independiente y un mayor aprovechamiento del tiempo de estudio, lo cual se refleja en los resultados de las evaluaciones. Este incremento se observa no solamente en la cantidad de aprobados sino también en la calidad de las evaluaciones, lo que denota la utilidad de la estrategia didáctica aplicada.

Conclusiones Generales

Mediante una consulta bibliográfica detallada se ha podido constatar la diversidad en los modos de proceder para la enseñanza de los métodos numéricos, observándose la necesidad de crear una estrategia didáctica que garantice la efectividad del proceso de enseñanza aprendizaje de estos contenidos con la utilización del software educativo “Matemática Numérica”.

El rechazo por parte de los estudiantes de la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas a la cantidad de cálculos numéricos era una de las principales dificultades que se habían observado durante la impartición de estos contenidos que ahora ha sido posible erradicar con el empleo del software “Matemática Numérica”.

La estrategia didáctica empleada ha permitido un incremento en el desarrollo de habilidades en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática relacionadas con la aplicación de los métodos numéricos, con el uso del software educativo “Matemática Numérica”. Inclusive se han logrado modelar problemas de la vida práctica en cuya solución se utiliza satisfactoriamente este software.

En las opiniones recogidas por parte de los estudiantes se refleja un nivel de satisfacción alto por el uso del software educativo. También se ha puesto de manifiesto el incremento de los resultados académicos de los estudiantes que han resultado superiores a los de cursos anteriores.

Recomendaciones

- Extender el uso del software educativo “Matemática Numérica” al resto de las carreras de la Universidad UMCC, que tienen en su programa de estudio los métodos numéricos.
- Ampliar el contenido del software para que contenga también los métodos numéricos sobre sistemas de ecuaciones lineales.

Bibliografía

1. Álvarez de Zayas, C.M. (1996): La escuela en la vida. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 159p.
2. Álvarez de Zayas, C.M. (1996). El diseño curricular en la educación superior cubana. MES. LA Habana.
3. Addine Fernández, F. y otros. (2000). Diseño curricular. Instituto Pedagógico Latinoamericano y caribeño. Cuba. Texto de la maestría en Ciencias de la Educación del IPLAC.
4. Addine, 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. Cuba.
5. Barbero, A., Takeda, A., y López, J. (2015). Geometric Intuition and Algorithms for Ev-SVM. Journal of Machine Learning Research, 16(323-369).
6. Barragán Sánchez, R., Mimbreno Mallado, C., & González-Piñal, R. P. (2013). Cambios pedagógicos y sociales en el uso de las TIC: u-learning y u-portafolio. Revista Electrónica de Investigación y Docencia, 10, 7-20.
7. Barrera, F. (2004). Así se enseña la capacidad de aprendizaje. Instituto Superior Pedagógico: "Juan Marinello". Matanzas. p.24-25
8. Beluce, A. C., y Oliveira, K. L. d. (2015). Students' Motivation for Learning in Virtual Learning Environments. Paidéia, 25 (60), 105-113.
9. Borromeo, R. (2010). On the influence of Mathematical Thinking Style son Learners' Modeling Behavior. Journal für Mathematik-Didaktik. Ed: Springer, 31:99-118. DOI 10.1007/s13138-010-0009-8©GMD

10. Crespo, E. (2007). Modelo didáctico sustentado en la heurística en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática asistida por computadoras. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias de la Educación Pedagógica. Santa Clara. Cuba.
11. Delgado, A. (2010) “La resolución de problemas de decisión empresarial a través de la Investigación de Operaciones” Tesis en opción al título de máster en Matemática Educativa. Matanzas. Cuba.
12. Díaz, T. (2016) “Software matemáticos en la enseñanza de métodos numéricos a estudiantes de la carrera de ingeniería informática” Informática 2016. Ciudad de la Habana, Cuba.
13. Ferrer, M. (2000). La resolución de problemas en la estructuración de un sistema de habilidades matemáticas en la escuela media cubana. Santiago de Cuba: ISP Frank País García.
14. 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.
15. Ginoris, O. (2006). Didáctica General. Material Básico. Maestría en Educación. Matanzas, Cuba.
16. Ginoris, O. (2008). Los paradigmas científicos en las investigaciones educativas. Presentación en Power Point. CEDE Universidad de Matanzas.
17. Ginoris, O., Addine, F. y Turcaz, J. (2006). Material básico del curso de Didáctica General de la Maestría en Educación del IPLAC. Documento digital.
18. Goldin, G. A. y otros (2011). Beliefs and engagement structures: behind the affective dimension of Mathematical learning. Mathematics Education, ed: Springer, 43: 547-560, DOI 10.1007/s11858-011-0348-z© FIZ Karlsruhe.

19. González, L. (2004). La motivación hacia el estudio. Fundamentos y Metodología para su evaluación en secundaria básica. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias de la Educación Pedagógica. Ciudad de la Habana. Cuba.
20. González, (2006). La didáctica y el proceso de enseñanza–aprendizaje. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
21. Hernández, 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.
22. Hernández, R. y Reyna, M. (2011). Software educativo para la enseñanza de los métodos numéricos. Revista Aula Universitaria, No. 13. ISSN: 1514-2566. Santa Fe, Argentina.
23. Martínez. Algunas reflexiones sobre la didáctica de la Educación Superior. Ciudad de la Habana, Cuba.
24. Mazarío, I. (2006). Enseñar a aprender: conocimientos, experiencias y contextos.
25. 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).
26. Mazarío, I. (2008). Un modelo de resolución de problemas de Matemática sustentado en el enfoque histórico-cultural. Conferencia impartida en el X Evento Científico Internacional “La enseñanza de la Matemática y la computación” MATECOMPU 2008. Varadero.
27. Mendoza, M. (2011). El proceso enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la formación de ingenieros. Pedagogía 2011, 291-300.
28. MES. (2012). Indicaciones para la informatización de asignaturas en la UMCC.

29. Montes de Oca, N. (2002): La argumentación en el lenguaje de la matemática: su contextualización en la asignatura de Geometría I. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias pedagógicas. Camagüey.
30. Palomares, (2010). Las TIC como elemento innovador en docentes de la Universidad Nacional Abierta, Centro Local Barinas. Universidad 2010, 2133-2142. Venezuela
31. Pino, I (2015). Estrategia didáctica para contribuir al desarrollo de habilidades en la resolución de inecuaciones en el décimo grado. Tesis de maestría en Matemática Educativa. Matanzas. Cuba.
32. Pizarro, R (2014) y otros. Software educativo en línea para la enseñanza y el aprendizaje de temas de Cálculo Numérico. Revista Matemática, Educación e Internet. Vol 14, No 2. ISSN 1659 0643.
33. Quintero, M. (2007). Estrategia didáctica. [Power point]. Consultado: noviembre 2009.
34. Reyna, M. (2012). Herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de los Métodos Numéricos. Trabajo de diploma en opción al título Ingeniero Informático. Matanzas. Cuba.
35. Rodríguez, M. y Rodríguez, A. (2004). La estrategia como resultado científico de la investigación educativa. Instituto Superior Pedagógico "Félix Varela". Santa Clara. 2004. Disponible en formato digital.
36. Sánchez, L. (2013). Integración de los métodos numéricos a las TIC para la resolución de problemas típicos del Ingeniero Industrial. Tesis en opción al Título Académico de Máster en Matemática Educativa. Matanzas, Cuba.
37. Scagnoli, N. (2008). Blended Learning or the Convergence of Face –to-Face and Online Strategies in the Classroom. Faculty Suumer Institute, University of Illinois at Urbana-Champaing. Mayo 2008.

38. Speiser B. y Walter, C. (2013). Models as Tools, Especially for Making Sense of Problems. In R. Lesh et al. (eds.), Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies, International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling, DOI 10.1007/978-94-007-6271-8_1, © Springer Science+Business Media Dordrecht. Pág. 167-172.
39. Tarifa, L. (2005). Metodología para la utilización de estrategias de enseñanza en la Matemática I de las carreras de Ciencias Técnicas. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Matanzas.
40. Tatto, M., and Senk, S. (2011). The mathematics education of future primary and secondary teachers: Methods and findings from the teacher education and development study in mathematics. *Journal of Teacher Education*, 62(2), 121-137.
41. Tió, L. (2010). Metodología para el desarrollo del grupo con estudiantes de la carrera Ingeniería informática en el entorno virtual de enseñanza/aprendizaje. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias de la Educación Pedagógica. Matanzas, Cuba.
42. Tió, L. (2013). La computación en la nube. Disertación científica en opción por la categoría docente de Profesor Titular. Presentación en Power Point. Departamento de Informática. UMCC. Cuba.
43. Trigueros; Rivera y De la Torre (2012). The assessment in the university classroom: from traditional review to self-assessment. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fís.Dep.*, vol.12 (47), p.473-491ISSN:1577-0354. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista46/artevaluacion303.htm>.
44. Ulloa, L. (2006). Estrategia didáctica para la utilización de una colección de juegos por computadora en el primer grado de la educación primaria. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias de la Educación Pedagógica. Camagüey. Cuba.

45. Valdivia, A. (2012). Una estrategia didáctica desarrolladora para la resolución de problemas en la asignatura Matemática III de la formación de ingenieros en la filial Centro perteneciente al Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Tesis opción al grado de Máster
46. 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.
47. Valle, A. (2010). Algunos resultados científico pedagógicos. Vías para su obtención. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Ministerio de Educación. Cuba
48. Vázquez Pérez, J. A., Rodríguez Gómez, M., & Marín García, R. (2013). El software educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Historia de Cuba. EDUMECENTRO, 4(3), 64-72.
49. Vera, R. A. A., & Pech, J. P. U. (2015). Developing Virtual Learning Environments for Software Engineering Education: a ludic proposal. Paper presented at the Proceedings of EDULEARN15 Conference, Barcelona, Spain.
50. Warfield, V.M. (2014). Invitation to Didactique, Springer Briefs in Education 30, DOI 10.1007/978-1-4614-8199-7_1, © The Author(s) 2014.
51. Zaldívar, G. (2006). Estrategia didáctica para contribuir a un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador de los contenidos biológicos de décimo grado. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias de la Educación Pedagógica. Matanzas. Cuba.

Anexo I. Encuesta a estudiantes de segundo año de Ingeniería Informática.

Esta encuesta permitirá la recogida de información para una investigación que se desarrolla en la asignatura Matemática IV. Su criterio es importante para nosotros. Por favor sea sincero en sus respuestas. Marque con X según lo considere.

1. Los contenidos recibidos en la asignatura Matemática IV resultaron:

- a) Interesantes y atractivos ____
- b) Medianamente atractivos ____
- c) Aburridos e innecesarios ____

2. La utilización del software educativo “Matemática Numérica” hacen que resulten más agradables las clases prácticas de esos contenidos:

: si ____ no ____

¿Por qué?

____ Elimina la realización de cálculos aritméticos extensos.

____ Controla paso a paso la ejecución del ejercicio.

____ Estimula, porque da una evaluación inmediatamente que se termina un ejercicio.

____ Permite ser evaluado en contenidos teóricos.

____ Ofrece la posibilidad de recordar contenidos que estén olvidados.

____ Permite establecer competencias entre estudiantes individualmente o entre equipos de estudiantes.

____ Otra, menciónela _____

3. La utilización del software educativo “Matemática Numérica” facilita el estudio independiente de los estudiantes:

: si___ no___

¿Por qué?

___ Los estudiantes pueden resolver ejercicios de forma independiente utilizando la herramienta, en el lugar y en el momento que lo deseen.

___ Permite que los estudiantes se autoevalúen a partir de las evaluaciones que reciben de la herramienta, tanto desde el punto de vista práctico como teórico.

___ Facilita que el profesor les asigne a los estudiantes tareas extractases.

___ Da la oportunidad de repasar varios métodos numéricos en un tiempo relativamente corto.

___ Otra, menciónela_____

Anexo II. Encuesta aplicada a profesores del Departamento de Matemática y del Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" para determinar experticidad

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 ____ Máster ____ 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 III. Encuesta aplicada a los expertos.

Objetivo: Valorar la pertinencia, aplicabilidad y factibilidad de la propuesta de “Aplicación de un software educativo en la resolución de ejercicios de Matemática Numérica”.

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 sobre los aspectos a evaluar que se someten a su consideración, relacionados con la aplicabilidad de la estrategia didáctica para la implementación del software “Matemática Numérica” en la enseñanza de los métodos numéricos. Para cada una de las preguntas usted debe seleccionar la respuesta que considere pertinente: 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 la estrategia didáctica para el perfil de un Ingeniero Informático que requiera la utilización de la Matemática numérica.					
2	Correspondencia del objetivo de la estrategia didáctica con su intencionalidad.					
3	Utilización de los componentes fundamentales de los métodos numéricos para interpretar, modelar y resolver los problemas relacionados con los contenidos que se proponen en el programa de estudio de la asignatura.					
4	Contribución de la estrategia didáctica a la motivación de					

	los estudiantes por el estudio de los métodos numéricos y su utilización en la resolución de problemas, mediante el empleo del software “Matemática Numérica”.						
5	Factibilidad y aplicabilidad de la estrategia didáctica para el proceso de enseñanza aprendizaje de los métodos numéricos tanto en el aula como para el estudio independiente.						

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

Muchas gracias.

Anexo IV. 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		8	0	0	0	0		
	Frecuencia acumulada		8	8	8	8	8		
	Frecuencia acumulada relativa		1	1	1	1	1		
	Percentil		0	3,5	3,5	3,5	3,5	2,8	-1,1182
Pregunta	Pregunta 2								
2	Frecuencia absoluta		7	1	0	0	0		
	Frecuencia acumulada		7	8	8	8	8		
	Frecuencia acumulada relativa		0,875	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	7	1	0	0	0		
	Frecuencia acumulada	7	8	8	8	8		
	Frecuencia acumulada relativa	0,875	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	8	0	0	0	0		
	Frecuencia acumulada	8	8	8	8	8		
	Frecuencia acumulada relativa	1	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	8	0	0	0	0		
	Frecuencia acumulada	8	8	8	8	8		
	Frecuencia acumulada relativa	1	1	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								