

## TRANSFORMACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA NUMÉRICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**Esther Ansola Hazday, Eugenio Carlos Rodríguez, Teresa Carrasco Jiménez**

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cuba)

esther@ind.cujae.edu.cu, ecarlos@tesla.cujae.edu.cu, tcarrasco@cemat.cujae.edu.cu

**Palabras clave:** currículo de matemática, matemática numérica, tecnología.

**Key words:** curriculum of mathematics, numerical mathematics, technology.

**RESUMEN:** El presente trabajo muestra los resultados de una investigación realizada para modificar el programa analítico de la asignatura Matemática Numérica de la carrera de Ingeniería Informática en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, en La Habana, Cuba. La modificación propuesta le da un mayor peso a la algoritmización y a la programación. La investigación surge a partir de los resultados docentes alcanzados por los estudiantes en la asignatura, los cuales podrían ser superiores teniendo en cuenta las potencialidades que presentan los mismos en la asimilación de las tecnologías de la informática y las comunicaciones.

**ABSTRACT:** The present paper shows the results of a carried out research to modify the analytic program of the Numerical Mathematics subject in the career of Computer Engineering, in the Superior Polytechnic Institute José Antonio Echeverría, Cujae, in Havana, Cuba. The proposed modification gives a bigger weight to elaborate algorithms and the programming. The task arises starting from the educational results reached by the students, which could be superior keeping in mind the potentialities that present the same ones in the assimilation of the computer science technologies and the communications.

## ■ INTRODUCCIÓN

Las instituciones de educación superior en la actualidad desarrollan la formación de los profesionales en correspondencia con los avances científicos técnicos de la sociedad, lo que exige una eficiente preparación matemática de los actuales y futuros ingenieros (Escalona, 2011) apoyada con el desarrollo de habilidades que les posibiliten el uso de la tecnología como soporte en el proceso de aprendizaje.

El presente trabajo muestra los resultados de una tarea del proyecto de investigación “El Currículo de Matemática con tecnología en carreras de ingeniería”, que se desarrolla en el Centro de Estudios de Matemáticas para Ciencias Técnicas, CEMAT, en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, en La Habana, Cuba.

La tarea surge a partir de los resultados académicos alcanzados por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática en la asignatura Matemática Numérica, los cuales podrían ser superiores teniendo en cuenta las potencialidades que presentan los mismos en la asimilación de las tecnologías de la informática y las comunicaciones.

El trabajo se sustenta en los referentes teóricos de la Didáctica Desarrolladora (Zilberstein, 2006 y Zilberstein y Portela, 2002) y la Teoría de la Actividad (González, 1989) utilizados como fundamentos para el perfeccionamiento del sistema de habilidades, el sistema de evaluación y el reordenamiento de la tipología de las clases y las horas dedicadas a ellas, integrado con los aportes de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Carlos y Ansola, 2003).

La Matemática Numérica tiene un carácter especial, por ser la rama de la Matemática que se dedica al estudio de métodos eficientes de cálculo para resolver problemas con un grado de precisión “aceptable” (Álvarez, Guerra y Lau, 2004). Estos métodos utilizan algoritmos que describen los procedimientos de cálculo, mientras más eficientes son los algoritmos utilizados, más rápido se producirá la convergencia del método en cuestión hacia la solución exacta del problema.

## ■ EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA NUMÉRICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA.

Con ligeras modificaciones entre diferentes carreras y entre algunos planes de estudio diferentes, el programa de Matemática Numérica en carreras de ingeniería contiene los siguientes temas: teoría de errores, raíces de ecuaciones, valores y vectores propios, sistemas de ecuaciones lineales, ajuste de curvas, interpolación, integración, optimización y ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales.

Muchos obstáculos se pueden encontrar en el aprendizaje de estos temas, entre ellos, dos de los más importantes son: la falta de un desarrollo adecuado del pensamiento algorítmico en los estudiantes y el conocimiento poco preciso del concepto de convergencia. El uso de la tecnología como soporte didáctico en la enseñanza de la Matemática Numérica puede contribuir a salvar estos obstáculos (Carlos y Ansola, 2003).

La enseñanza y el aprendizaje de los métodos numéricos utilizados en cada uno de estos temas han pasado, en los últimos años, desde el uso de las calculadoras electrónicas más elementales hasta el uso de modernas computadoras y potentes softwares profesionales.

En dependencia del tipo de tecnología utilizada en las clases, el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática Numérica se ha ido transformando, influyendo tanto en profesores como en estudiantes. Su utilización ha logrado en mayor o menor medida la ejercitación, profundización, algoritmización y la programación de los diferentes métodos.

La tecnología es un medio dirigido a producir en el que aprende resultados fructíferos. Si no los produce hay que evitar su utilización. El uso de la tecnología en la enseñanza de la Matemática Numérica contribuye al desarrollo del pensamiento algorítmico del estudiante mediante el conocimiento del algoritmo numérico de cada método y su programación, pero es imprescindible un diseño adecuado del proceso para utilizar la tecnología no solamente como una herramienta de cálculo, sino como un medio didáctico, que contribuya al mejor aprendizaje de los estudiantes (Carlos, 2007)

### **Situación actual**

El tipo de clase utilizado es el de conferencia-clase práctica, esta última impartida en laboratorios de computación, con la utilización de un software elaborado con fines docentes y en algunas clases un Asistente Matemático profesional.

En la conferencia el profesor explica el método y el algoritmo en pseudocódigo; luego resuelve o muestra ejemplos resueltos en la computadora. También puede hacer uso del Asistente Matemático como un recurso adicional para hacer gráficos y otros cálculos.

En el software docente utilizado la ejecución de todos los procesos iterativos se realiza paso a paso, de modo que puede apreciarse la forma en que se produce la convergencia, e incluso se puede trabajar en problemas en que no hay convergencia, contribuyendo así, notablemente, al aprendizaje de la Matemática Numérica.

En la clase práctica el estudiante modela problemas y aplica los métodos utilizando la computadora.

La asignatura consta de 7 temas distribuidos en 15 semanas con un total de 64 horas como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Distribución de temas de la asignatura.

Semana	Tema	Tipo de clase (horas)		Evaluación (horas)
		C	C P	
1	Introducción a la teoría de errores	2	2	
2	Raíces de ecuaciones. Métodos de Bisección y Regula Falsi	2	2	
3	Raíces de ecuaciones. Métodos de Newton Raphson y Secantes	2	2	
4	Sistemas de Ecuaciones Lineales. Método de Gauss	2	2	
5	Sistemas de Ecuaciones Lineales. Métodos de Jacobi y Seidel	2	2	
6	Interpolación Polinomial. Método de Lagrange	2	2	2
7	Interpolación Polinomial. Método de Newton de Diferencias Divididas	2	2	
8	Ajuste de curvas	2	2	
9	Integración Numérica. Métodos de Trapecios y Simpson	2	2	
10	Optimización Unidimensional. Método de Bisección	2	2	2
11	Optimización Unidimensional. Método de Fibonacci	2		
12	Optimización Multidimensional. Métodos de Coordenadas y Gradiente	2	2	
13	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de primer orden. Métodos de Euler y RungeKutta	2	2	
14	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de orden superior.	2	2	
15	Aplicaciones de las EDO	2	2	2

### La evaluación

Un elemento importante es la evaluación, algunas aplicaciones de las tecnologías en la enseñanza no van acompañadas de un adecuado diseño de la evaluación.

Actualmente la evaluación está diseñada para el uso de la computadora. El alumno tiene disponible una computadora para evaluarse y la evaluación contiene preguntas teóricas, modelación de problemas, cálculos en la computadora y elaboración de algoritmos.

### Resultados académicos obtenidos

Los resultados obtenidos en los últimos cursos no han sido los esperados, teniendo en cuenta las características de esta asignatura y las potencialidades de un estudiante que domina la tecnología.

En la Tabla 2 se muestran los mismos.

**Tabla 2.** Resultados de promoción

Curso académico	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Promoción	67.8%	52%	78.5%

A partir de estos resultados se justificó la necesidad de investigar la forma y los medios para lograr que estos estudiantes mejoraran la adquisición de conocimientos en esta materia, reflejados en los resultados académicos de la asignatura. Para ello se consideró que los mismos tienen potencialidades en la asignatura, por las características de la misma, que la hacen atractiva para el perfil de la informática.

### La investigación

Teniendo en cuenta lo anterior se procedió a diseñar la presente investigación.

Situación problemática:

- Bajo rendimiento de los estudiantes en la asignatura que se manifiesta en los resultados docentes;
- Falta de motivación de una parte de los estudiantes por la asignatura y
- No se aprovechan las potencialidades del perfil informático en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura.

A partir de la situación anterior se planteó el siguiente problema de investigación:

Problema: ¿Cómo mejorar los resultados de promoción de los estudiantes a partir de una transformación metodológica de la asignatura?

Para resolver este problema se propusieron como objetivos: estudiar qué factores estaban influyendo en los bajos resultados docentes de la asignatura y proponer las transformaciones necesarias de la misma.

Del análisis realizado resultó la realización de un diagnóstico con el objetivo de identificar las causas de estos insuficientes resultados, para lo cual se elaboró una encuesta que fue aplicada a una muestra de estudiantes de tercer año de la carrera de Ingeniería Informática, que ya habían cursado la asignatura, así como entrevistas a los docentes de la asignatura y a otros especialistas de asignaturas específicas de la carrera.

### La encuesta

Como en toda investigación cuantitativa, se aplicó un instrumento para medir las variables de interés, teniendo en cuenta las dimensiones de las variables y los indicadores a medir (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

En el diseño del instrumento aplicado se tuvo en cuenta que en el problema científico planteado la variable a estudiar era el aprovechamiento docente de los estudiantes en la asignatura, considerándose los indicadores motivación, satisfacción y habilidades informáticas de los estudiantes. La selección de estos indicadores estuvo basada en el estudio de diferentes autores,

tales como (Orozco y Díaz, 2009) que plantean entre otras cosas, que la motivación se considera un eje fundamental en el rendimiento intelectual de los estudiantes.

De una población de 120 estudiantes, se tomó una muestra de 96, asumiendo un error estándar de 0.01 y una probabilidad de ocurrencia del fenómeno de 0.95 (Hernández et al, 2006).

La encuesta estuvo dirigida a analizar la motivación y la satisfacción de los estudiantes con la impartición actual de la asignatura así como su interés por la elaboración de algoritmos y programas.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3:

**Tabla 3. Resultados por indicadores.**

Indicadores	%
Satisfacción con la forma en que se imparte la Matemática Numérica	61
Motivación con la forma en que se imparte la Matemática Numérica	53
Motivación con los temas que se imparten en la asignatura y sus aplicaciones prácticas	52
La asignatura es más atractiva e interesante si elaboran algoritmos en las clases prácticas	90
La asignatura es más atractiva e interesante si programan los métodos en las actividades docentes	97
Comparando con la forma en que se imparte actualmente la asignatura ¿aprenderían mejor los métodos que se estudian si ustedes elaboraran sus propios programas?	79

En los resultados obtenidos se observa que existe satisfacción y motivación con la forma actual de impartición de la asignatura, aunque creemos que pudiera ser mucho mayor. Sin embargo un alto porcentaje coincide en que el aprendizaje sería superior si se elaboraran más algoritmos en las clases y se programaran los métodos, lo que demuestra la importancia de modificar la asignatura teniendo en cuenta las habilidades informáticas de estos estudiantes.

### Entrevistas a los docentes

En las entrevistas realizadas a los docentes que imparten la asignatura, estos manifestaron que no todos los estudiantes se sienten motivados por la misma, lo que influye en el desarrollo de las clases y en los resultados docentes.

Otro criterio es que no se explotan adecuadamente las potencialidades de los estudiantes, teniendo en cuenta que son estudiantes de segundo año de la carrera que ya han recibido asignaturas de informática, por lo que la asignatura resultaría más atractiva si se utilizaran estos conocimientos.

### Propuestas

Teniendo en cuenta el diseño actual de la asignatura se proponen dos variantes:

**Variante 1:** Modificar el programa analítico de la asignatura Matemática Numérica aumentando el número de horas de las clases prácticas y transformando el sistema de evaluación, dándole un mayor peso a la algoritmización y a la programación.

Se propone incrementar en un 10% las horas de la asignatura, teniendo en cuenta que esta modificación sólo requiere la aprobación del Jefe del Departamento, según el Reglamento para el

Trabajo Docente Metodológico (Ministerio de Educación Superior de Cuba, 2007), lo que representa seis horas de clases, que se dedicarían a tres clases prácticas donde se desarrollarían y analizarían algoritmos. También se propone modificar el sistema de evaluación realizando una tarea extra clase en la que se elaborarían algoritmos y programas de métodos numéricos para casos específicos.

La propuesta de distribución de horas de la asignatura se muestra en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Distribución de horas de la asignatura según la variante 1 propuesta.

Semana	Tema	Tipo de clase (horas)			Evaluación (horas)
		C	C P	CP de algoritmos	
1	Introducción a la teoría de errores	2	2		Entrega de tareas
2	Raíces de ecuaciones. Métodos de Bisección y Regula Falsi	2	2		
3	Raíces de ecuaciones. Métodos de Newton Raphson y Secantes	2	2		
4	Sistemas de Ecuaciones Lineales. Método de Gauss	2	2		
5	Sistemas de Ecuaciones Lineales. Métodos de Jacobi y Seidel	2	2	2	
6	Interpolación Polinomial. Método de Lagrange	2	2		
7	Interpolación Polinomial. Método de Newton de Diferencias Divididas	2	2		
8	Ajuste de curvas	2	2		2
9	Integración Numérica. Métodos de Trapecios y Simpson	2	2	2	
10	Optimización Unidimensional. Método de Bisección	2	2		
11	Optimización Unidimensional. Método de Fibonacci	2			
12	Optimización Multidimensional. Métodos de Coordenadas y Gradiente	2	2		
13	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de primer orden. Métodos de Euler y RungeKutta	2	2		Discusión de tareas
14	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de orden superior.	2	2	2	
15	Aplicaciones de las EDO	2	2		2

**Variante 2:** Modificación del programa analítico de las asignaturas Matemática Numérica y Fundamentos de la Informática.

Seleccionar un grupo de temas de la asignatura Matemática Numérica que puedan ser impartidos en el primer semestre de primer año de la carrera, en la asignatura Fundamentos de la Informática, con el objetivo de contribuir al desarrollo de habilidades de algoritmización y programación.

En el momento de recibir la asignatura Fundamentos de la Informática, el estudiante aún no ha recibido el cálculo diferencial pero sí el trabajo con funciones, límite y continuidad, por lo que los

temas de Matemática Numérica se abordarían fundamentalmente con un enfoque geométrico, con algunos elementos teóricos imprescindibles.

Al trasladar algunos temas de la asignatura Matemática Numérica a esta asignatura de primer año, el tiempo que se dedicaba a la impartición de los mismos podría ser utilizado para profundizar en los métodos que se imparten, introducir métodos nuevos y elaborar más algoritmos en clase.

Esta variante es objeto de otra tarea del proyecto de investigación, que implica el rediseño de la asignatura Fundamentos de la Informática incluyendo los sistemas de conocimientos, objetivos y habilidades. Esta investigación se propone medir el impacto del resultado del desarrollo de las habilidades de algoritmización y programación logradas con las modificaciones propuestas, en otras asignaturas de la carrera, lo cual no es objeto de análisis en este trabajo.

## ■ CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación realizada, los resultados obtenidos en los últimos cursos, no son los esperados para este tipo de estudiante.

En la encuesta aplicada se obtuvieron los resultados siguientes:

- Los estudiantes no están satisfechos ni motivados con la forma en que se imparte la asignatura
- Consideran que la asignatura es más atractiva e interesante si elaboraran algoritmos y programaran los métodos en las actividades docentes.
- Consideran que aprenderían mejor los métodos que se estudian si elaboraran sus propios programas.
- No se explotan adecuadamente las potencialidades de los estudiantes.

La propuesta que se presenta incluye una redistribución del número de horas de la asignatura, incluyendo nuevas clases prácticas para que los estudiantes adquieran mayores habilidades en la algoritmización, e incluir en el sistema de evaluación una tarea extra clase en la que los estudiantes desarrollarán algoritmos y programas.

## ■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, M., Guerra, A. y Lau, R. (2004). *Matemática Numérica*. La Habana: Editorial Félix Varela.

Carlos, E. y Ansola, E. (2003). Las nuevas tecnologías en la enseñanza de la Matemática Numérica. Experiencias didácticas. En G. Martínez (Ed). *Resúmenes de la Séptima Escuela de invierno y Seminario Nacional de Investigación en Didáctica de las Matemáticas*, (pp.147). Chilpancingo: EXPOS Editores.

Carlos, E. (2007). En C. Crespo Crespo (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 20*, pp. 730-735. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Escalona, M. (2011). El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. Su concreción en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín. En

*Revista Iberoamericana de Educación*, 56, (4). España. Recuperado el 26 de marzo de 2015 de [www.rieoei.org/deloslectores/4410Escalona.pdf](http://www.rieoei.org/deloslectores/4410Escalona.pdf)

González, O. (1989). *Aplicación del Enfoque de la Actividad al perfeccionamiento de la Educación Superior*. La Habana: CEPES

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw-Hill.

Ministerio de Educación Superior de Cuba, 2007. *Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico. Resolución No.210/2007*. La Habana: Editorial Félix Varela.

Orozco, C. y Díaz, M. (2009). *Atribuciones de la motivación al logro y sus implicaciones en la formación del pensamiento lógico-matemático en la universidad*. Recuperado el 7 de abril de 2015 de [www.scielo.org.ve/pdf/inci/v34n9/art08.pdf](http://www.scielo.org.ve/pdf/inci/v34n9/art08.pdf)

Zilberstein, J. (2006). Categorías de una Didáctica Desarrolladora. Posición desde el enfoque Histórico-Cultural. En Colectivo de Autores. *Preparación Pedagógica Integral para Profesores Integrales*, pp. 33-43. La Habana: Editorial Félix Varela.

Zilberstein, J. y Portela, R. (2002). *Una Concepción Desarrolladora de la Motivación y el Aprendizaje de las Ciencias*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.