

PROGRAMA DE ESTUDIOS: **Métodos Numéricos**

**PROTOCOLO**

Fechas	Mes/año
Elaboración	07 / 2004
Aprobación	
Aplicación	

Clave			Semestre	Cuarto		
Nivel	Licenciatura	X	Maestría		Doctorado	
Ciclo	Integración		Básico	X	Superior	
Colegio	H. y C.S.		C. y T.	X	C. y H.	

**Plan de estudios del que forma parte:**

Ciclo Básico del Colegio de Ciencia y Tecnología

**Propósito(s) general(es) :**

Que los alumnos:

1. Distingan y reconozcan las propiedades (precisión, eficiencia computacional y robustez) así como los alcances y las limitaciones de algunos de los métodos numéricos más utilizados para resolver los siguientes problemas: solución de ecuaciones no lineales, sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, aproximación de funciones, integración y derivación de funciones de una variable y solución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales.
2. Implementen, en la computadora, algunos algoritmos sencillos y utilicen algún paquete especializado de cómputo científico, de tal forma que puedan aplicarlo a la resolución de ejemplos concretos e interpretar los resultados obtenidos.

Carácter		Modalidad				Horas de estudio semestral (16 semanas)					
Indispensable	<b>X</b>	Seminario		Taller		Con Docente	Teóricas	72	Autónomas	Teóricas	40
		Curso		Curso-taller	<b>X</b>		Prácticas			Prácticas	100
Optativa *		Laboratorio		Clínica		Carga horaria semanal: _____ x 16 = _____			Carga horaria semestral:		

**Asignaturas Previas**

Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal y Álgebra y Geometría Analítica

**Asignaturas Posteriores:**

Todas las del Ciclo Superior

**Requerimientos para cursar la asignatura**

**Conocimientos:** En cuanto a la formación teórica, resulta indispensable poseer bases sólidas de: Cálculo Diferencial e Integral en una variable, Álgebra Lineal y Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Asimismo, se requiere el manejo adecuado de algún lenguaje de programación de alto nivel tal como FORTRAN, C o C++.

**Habilidades:** Visualización geométrica de problemas, manipulación de operaciones algebraicas y manejo de computadoras.

**Perfil deseable del profesor:**

Formación matemática, preferentemente a nivel de posgrado, y experiencia en programación y análisis numérico.

**Academia responsable del programa:** Matemáticas

**Academia responsable del programa:**

Matemáticas

**Diseñador (es):**

Dra. Rosa Margarita Álvarez González

Mat. Mariano Matías Romualdo

- Aquellas en las que se ofrece la posibilidad de cursar una de las asignaturas, para cubrir un requisito INDISPENSABLE será considerada INDISPENSABLE.

## PROGRAMA DE MÉTODOS NUMÉRICOS

Febrero de 2005

### Introducción del programa del curso

Desde mediados de siglo XX, la multiplicación y la disponibilidad de las computadoras digitales ha llevado a una verdadera explosión en el uso y desarrollo de los métodos numéricos. Al principio, este crecimiento estaba limitado por el costo de las grandes computadoras, por lo que muchos usuarios potenciales seguían usando métodos analíticos en una buena parte de su trabajo. La aparición de computadoras personales de bajo costo ha propiciado un fácil acceso a poderosas capacidades de cómputo, desencadenando diversas situaciones y motivos para que tanto ingenieros como otros especialistas incluyan como parte de su formación básica un curso de Métodos Numéricos. Entre estas razones cabe mencionar las siguientes:

1. Los métodos numéricos son herramientas muy poderosas para la solución de problemas. Son capaces de manejar sistemas de ecuaciones grandes, no linealidades y geometrías complicadas, comunes en la práctica de las ciencias y la ingeniería y, a menudo, imposibles de manejar o resolver analíticamente. Por lo tanto, aumentan la habilidad de quien los estudia para resolver problemas.
2. En el transcurso de su carrera y ya como profesional, es altamente probable que el estudiante tenga la oportunidad o necesidad de usar software disponible comercialmente que contenga métodos numéricos, y el uso inteligente de estos programas dependerá del conocimiento de la teoría básica en la que se basan estos métodos.
3. La posibilidad de implementar en forma satisfactoria los métodos numéricos en una computadora y aplicarlos para resolver los problemas permite reconocer y controlar los errores de aproximación que son inseparables de los cálculos numéricos.

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta los planes de estudio de las carreras de Ingeniería que se ofertan en el Ciclo Básico del Colegio de Ciencia y Tecnología, el curso de Métodos Numéricos juega un papel destacado en la formación profesional de los estudiantes, y dado el perfil del egresado de un ingeniero, el desarrollo de dicho curso debe estar estrechamente ligado a la resolución de problemas prácticos, haciendo uso de paquetes de cómputo numérico (MATLAB, Maple o Matemática) así como de los programas que los propios alumnos puedan desarrollar durante el mismo. Es importante señalar que el curso está concebido de manera que el estudiante utilice los conocimientos adquiridos previamente sobre algún lenguaje de programación, como herramienta de apoyo en el proceso de comprensión y manejo de los métodos que se estudian en el mismo. Con respecto al lenguaje o paquete de programación que consideramos como el más indicado para trabajar en este curso, se propone el uso de MATLAB, dado que es un programa que se utiliza en la mayor parte de las Universidades del mundo en el estudio de los métodos numéricos, y acerca del cual se han publicado muchos libros, especialmente de aplicaciones y uso de dicho sistema en diversas áreas de la ingeniería y las ciencias.

El estudiante, del Ciclo Básico de las carreras de Ingeniería que se ofrecen en el Colegio de Ciencia y Tecnología, debe pasar al Ciclo Superior manejando, con cierto grado de profundidad herramientas que le permitan dar solución numérica a problemas que enfrentará en su vida como profesionista, y para dar cumplimiento a lo anterior, se ha diseñado el programa de esta materia, que comprende los temas siguientes: sistemas numéricos de punto flotante, raíces de ecuaciones no lineales, sistemas de ecuaciones lineales, interpolación y aproximación, diferenciación e integración numérica y ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Incluir los temas antes señalados cumple con el propósito de que el alumno conozca y sea capaz de aplicar algunos de los métodos numéricos más importantes, en la resolución de problemas que se estudian en las asignaturas de Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Lineal y Ecuaciones Diferenciales, y que constituyen parte fundamental de la práctica de un ingeniero o un matemático aplicado, haciendo énfasis en la teoría básica de error y precisión numérica respecto a los algoritmos de cada tema, de tal forma que sean

capaces de concluir el curso realizando exitosamente un proyecto que involucre la solución de un problema de ingeniería, usando la teoría y las herramientas computacionales vistas en clase.

### **Propósitos generales**

Que los alumnos:

1. Distingan y reconozcan las propiedades (precisión, eficiencia computacional y robustez) así como los alcances y las limitaciones de algunos de los métodos numéricos más utilizados para resolver los siguientes problemas: solución de ecuaciones no lineales, sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, aproximación de funciones, integración y derivación de funciones de una variable y solución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales.
2. Implementen, en la computadora, algunos algoritmos sencillos y utilicen algún paquete especializado de cómputo científico, de tal forma que puedan aplicarlo a la resolución de ejemplos concretos e interpretar los resultados obtenidos.

**Nombre de la asignatura:** Métodos Numéricos

**Ciclo:** Cuarto semestre

**Clave de la asignatura:**

**Propósitos generales de la asignatura:**

Que los alumnos:

1. Distingan y reconozcan las propiedades (precisión, eficiencia computacional y robustez) así como los alcances y las limitaciones de algunos de los métodos numéricos más utilizados para resolver los siguientes problemas: solución de ecuaciones no lineales, sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, aproximación de funciones, integración y derivación de funciones de una variable y solución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales.
2. Implementen, en la computadora, algunos algoritmos sencillos y utilicen algún paquete especializado de cómputo científico, de tal forma que puedan aplicarlo a la resolución de ejemplos concretos e interpretar los resultados obtenidos.

**Temas y subtemas:**

**Tema 1.** Sistemas numéricos de punto flotante

- 1.1 Los números reales y su representación decimal.
- 1.2 Los sistemas de punto flotante.
  - 1.2.1 Características
  - 1.2.2 Operaciones

**Propósitos:** que el estudiante:

- Reafirme las características y propiedades del sistema de los números reales así como su representación decimal.
- Identifique el conjunto de números de punto flotante a partir de la representación decimal de los números reales, reconozca las características de este conjunto tales como: su finitud, su distribución sobre la recta real y el error que se comete al representar un número real por el flotante correspondiente y maneje las operaciones aritméticas básicas (suma, resta, multiplicación y división) así como sus características, poniendo particular atención en la no asociatividad de la suma y el caso de la llamada cancelación catastrófica.

Observación: Es recomendable hacer la presentación de este tema usando base 10, por la familiaridad con ésta.

**Tema 2.** Raíces de ecuaciones no lineales

- 2.1 Método Iterativos (caracterización en términos de seguridad y convergencia).
- 2.2 El método de Bisección
- 2.3 El método de Newton
- 2.4 El método de la Secante
- 2.5 Velocidad de Convergencia.
- 2.6 Métodos híbridos.

**Propósitos:** que el estudiante:

- Comprenda y distinga los métodos iterativos, en términos de seguridad y velocidad de convergencia, así como que elabore programas de cómputo para alguno de dichos métodos.
- Diseñe métodos híbridos que combinen adecuadamente las propiedades de seguridad y velocidad de convergencia y utilice algún paquete de cómputo para resolver ejemplos concretos, que le permitan validar sus implementaciones a través de la comparación de resultados.

### **Tema 3:** Resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales

#### 3.1 Métodos Directos

3.1.1 Regla de Cramer. Eficiencia computacional.

3.1.2 Eliminación Gaussiana (sin y con pivoteo parcial). Factorización LU, cálculo de determinantes. Eficiencia computacional.

3.2 Mal condicionamiento

3.3 Métodos iterativos: Jacobi y Gauss-Seidel.

**Propósitos:** que el estudiante:

- Distinga las características de los métodos directos y establezca diferencias entre dos distintos, en términos de eficiencia computacional.
- Comprenda el concepto de mal condicionamiento.
- Formule un problema de ciencias o ingeniería como un sistema de ecuaciones lineales; resuelva éste usando eliminación Gaussiana y analice los resultados.
- Disponga de criterios que le permitan decidir cuándo aplicar un método iterativo.

### **Tema 4:** Interpolación y Aproximación

4.1 Interpolación polinomial global.

4.1.1 Enfoques de Vandermonde y Newton. Fórmulas del error.

4.2 Interpolación lineal por trozos.

4.2.1 Splines

4.3 Ajuste por mínimos cuadrados lineales

**Propósitos:** que el estudiante:

- Disponga de criterios que le permitan decidir cuándo hacer interpolación global o por trozos y cuándo aplicar la técnica de ajuste.
- Distinga entre un método de interpolación adecuado para resolver un problema y uno que no lo es (caso de Vandermonde y Newton).
- Construya el polinomio de interpolación de Newton, para ejemplos concretos.
- Formule un problema de ciencias o ingeniería en términos de un problema de interpolación o ajuste; lo resuelva y analice los resultados.

### **Tema 5:** Integración y Diferenciación Numérica

5.1 Reglas simples y compuestas del rectángulo, trapecio y Simpson. Análisis de error.

5.2 Reglas adaptativas y cuadratura gaussiana.

5.3 Métodos de diferencias finitas.

**Propósitos:** que el estudiante:

- Disponga de elementos, en términos de costos computacionales, para elegir un método de integración para un problema concreto.
- Conozca uno de los métodos (diferencias finitas) que, además de importante por sí mismo, es fundamental para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales.
- Aplique estos métodos en la resolución de algún problema de ciencias e ingeniería.

**Tema 6:** Resolución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.

6.1 Método de Euler. Análisis de error.

6.2 Métodos de Runge-Kutta para ecuaciones y sistemas.

**Propósitos:** que el estudiante:

- Disponga de criterios que le permitan decidir en qué casos tiene sentido la aplicación de los métodos de Runge-Kutta para resolver ecuaciones o sistemas de ecuaciones diferenciales.
- Utilice algún paquete de cómputo disponible para la resolución de problemas de ciencias e ingeniería.

**Metodología de la enseñanza:**

El trabajo se desarrollará a través de sesiones de clase en las que se propicie, en todo momento, la interacción maestro-estudiante y estudiante-estudiante. La exposición del profesor debe estar estrechamente ligada a la participación del alumno, motivando en éste la confianza y deseo de responder a preguntas, de pasar al pizarrón a resolver problemas y utilizar la computadora de manera responsable. En cuanto a esto último es importante precisar que la computadora debe ser usada para obtener resultados que den respuesta a problemas y permitan evaluar el desempeño de los métodos vistos en clase.

En cada sesión se dejarán tareas, y al inicio de la siguiente los alumnos presentarán sus resultados, así como las dudas y dificultades relacionadas con el tema en cuestión. En el estudio de cada uno de los temas se incluirá lo siguiente: teoría, ejercicios resueltos y ejercicios propuestos, haciendo énfasis en el desarrollo de programas y el uso de paquetes de cálculo numérico.

**Evaluaciones:**

**Diagnóstica:** La evaluación diagnóstica debe estar conformada por ejercicios de nivel básico, de temas fundamentales como derivación, integración, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales ordinarias, con el objetivo de que el profesor pueda valorar si manejan correctamente los conceptos y métodos vistos en cursos anteriores y pueda indicar al alumno la posibilidad que tendrá, de acuerdo a los resultados de esta evaluación, para comprender los temas del curso de Métodos Numéricos.

**Formativas:** Se sugiere aplicar dos tipos de evaluaciones formativas: una como examen escrito y otra mediante la programación, en algún lenguaje de cómputo, de alguno de los algoritmos que se van estudiando en el curso. La forma de agrupar los temas para evaluar puede ser a decisión del profesor, pero una manera puede ser: evaluar el tema I, luego el II y el III, y luego el IV, V y VI, lo que implicaría tres momentos de evaluación formativa.

**Para certificación:** La certificación se compone de dos partes: la presentación, individual, de un examen escrito y la realización, en equipo, de un proyecto de aplicación, que los alumnos comienzan a desarrollar en el último mes del curso, esto es, entre la semana 12 y 13 del semestre. Ambas herramientas de evaluación deben cubrir los temas del curso y cumplir con los objetivos generales del mismo, señalados en este programa.

**Bibliografía:**

**Básica:**

- 1 John H. Mathews-Kurtis D. Fink. Métodos Numéricos con MATLAB. Tercera edición. Ed. Prentice Hall. España 2003.
- 2 Curtis F. Gerald. Análisis Numérico. Segunda Edición. Ed. Alfaomega. Colombia. 1992.
- 3 Richard L. Burden-J. Douglas Faires. Análisis Numérico. Séptima edición. Ed. Thomson-Learning. México. 2003.
- 4 Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB, Shoichiro Nakamura, Pearson Educativos. 1997.

**Complementaria:**

- 5 Cómputo Numérico con Aritmética de Punto Flotante IEEE. Aportaciones Matemáticas, No. 19, SIAM-SMM, 2002.
- 6 Métodos Numéricos para ingeniería. Steven C. Chapra and Raymond P. Canale. Mc.Graw-Hill
- 7 MATLAB: An introduction with applications, Amos Gilat, John Wiley & Sons, Inc. 2004.
- 8 Solución de problemas de ingeniería con MATLAB, Delores M. Etter, Prentice Hall, 1998.