

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
FI 3104	Métodos Numéricos para la Ciencia y la Ingeniería			
Nombre en Inglés				
Numerical methods for science and engineering				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3.0	3.0	4.0
Requisitos			Carácter del Curso	
Calculo avanzado (MA2A2) Probabilidades/Prob. y estadística/Termodinámica (Fi2A4)			CFB (Complementos de Formación Básica)	
Resultados de Aprendizaje				
Al finalizar el curso el estudiante demuestra que: Aplica métodos y técnicas básicas de cálculo numérico para la resolución de problemas complejos de ciencia e ingeniería.				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>El curso está orientado a la solución de problemas, sin grandes énfasis en la formalización teórica. Se verán los temas de inestabilidad y errores pero desde un punto de vista práctico.</p> <p>Se usará software de análisis simbólico/numéricos (Maple, Mathematica) para problemas sencillos o no repetitivos, software de análisis numérico (Matlab) para problemas intermedios, programación en lenguajes de bajo nivel (C, C++) para problemas complejos y uso de librerías de dominio público (LAPACK, FFTW, GSL) para cálculos complejos específicos.</p> <p>Se utilizarán las estrategias:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clase expositiva. 2. Ejercicios en donde se utilizarán software entre otras herramientas. 3. Trabajo personal. 	<p>La evaluación contará con las siguientes instancias que permitirán reconocer el proceso de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tareas Regulares (40%) • Laboratorio Computacional (30%) • Tarea Final (30%)

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
1	Descripción discreta de las funciones	1	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Discretización. Error de truncación y redondeo. 2. Derivadas discretas (forward, backward, centradas). 3. Integración numérica. Trapecios, Simpson y Gauss. 4. Integrales singulares (dominios infinitos y/o con singularidades integrales en el dominio). 5. Interpolación.		El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Comprende los conceptos de error de truncación y redondeo, distinguir sus orígenes y reconocer sus efectos. Emplea las reglas de integración numérica para evaluar integrales. Aplica cambios de variables adecuados para regularizar integrales singulares. Programa un código que lleve a cabo la interpolación de una función. 	Cap. 1 [1] Cap. 4 [1] Cap. 3 [1]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
2	Álgebra Lineal Numérica	3	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Ecuación de Poisson 1D. 1.1 Solución por método de relajación. 1.2 Solución por método de Inversión de matrices. 2. Solución de ecuaciones lineales. 2.1 Caso tridiagonal. 2.2 Método de Gauss y LU. 2.3 SVD (matrices no invertibles) 2.4 Uso de LAPACK. 2.5 Matrices poco densas. 3. Valores propios: 3.1 Valor propio mayor. 3.2 Factorización QR. 3.3 Uso de LAPACK. 4. Aplicaciones: 4.1 Modos Normales de vibración. 4.2 Bandas de un sólido cristalino. 4.3 Mariposa de Hofstadter.		El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Comprende la importancia del álgebra lineal numérica como una herramienta transversal del cálculo numérico. Programa códigos capaces de resolver de manera efectiva problemas de álgebra lineal característicos (sistemas de ecuaciones, diagonalización, etc). Reconoce la existencia de códigos en el dominio público, altamente sofisticados y optimizados y aprender a usarlos. 	Cap .2 [1] Cap. 11 [1]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Raíces y optimización	1
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> 1. Métodos de la bisección, secante, y tangente. 2. Método de Newton-Raphson 3. Raíces de polinomios (solo comentar) 4. Caso multidimensional: Newton y Broyden (solo comentar) 5. Método de gradiente conjugado 6. Aplicaciones: <ol style="list-style-type: none"> 6.1 Minimizar la energía electrostática de un sistema de cargas. 6.2 Ajuste de mínimos cuadrados 	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza las ideas descritas hasta aquí en el curso para desarrollar códigos que resuelvan ecuaciones. • Aplica los métodos para optimizar problemas complejos no-lineales. 	<p>Cap. 9 [1]</p> <p>Cap. 10 [1]</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO)	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Métodos de Euler, Runge-Kutta y Verlet 2. Runge-Kutta con paso adaptativo. 3. ODEINT (Numerical Recipes). 4. Integrador de GSL. 5. Métodos implícitos (eg. stiffness). 6. Aplicaciones: 6.1 Dinámica del sistema solar. 6.2 Péndulo caótico. 6.3 Movimiento de un trompo asimétrico. 6.4 Sistema de péndulos en contacto. (Newton's cradle)	El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> • Programa códigos que resuelvan ecuaciones diferenciales ordinarias. • Reconoce la importancia los métodos de paso adaptativo. • Aplica dicho trabajo en problemas complejos como situaciones caóticas. 	Cap. 17 [1] Cap. 18 [1]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP)	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Clasificación de EDP 2. Método de relajación (ecuaciones elípticas) 3. Cálculo de capacidades 4. Ecuación de Ondas 5. Lax scheme 6. Método de Crank-Nicholson 7. Ecuación de difusión 8. Métodos explícitos/implícitos 9. Aplicaciones 9.1 Ecuación de Schrodinger 9.2 Ecuación de Fokker-Planck 9.3 Solitones 9.4 Ecuación de Schrödinger No-Lineal (Gross-Pitaevsky)	El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce en la clasificación de una EDP indicios sobre el método numérico necesario para su solución. • Programa códigos que resuelvan ecuaciones diferenciales parciales. • Aplica dicho trabajo en problemas complejos. 	Cap. 20 [1]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
6	Métodos Espectrales	2
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad
1. Cálculo de transformadas de Fourier por integración directa 2. FFT. 3. Uso de FFTW. 4. Aplicaciones 4.1 Cálculo de autocorrelación 4.2 Ecuaciones Integro-diferenciales 4.3 Filtros pasa-bajos		El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Reconoce las ventajas dramáticas que presenta el algoritmo de FFT por sobre métodos directos. Utiliza paquetes de FFT como FFTW. Aplicar el algoritmo de FFT para resolver problemas complejos.
		Referencias a la Bibliografía Cap. 12 [1] Cap. 13 [1]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
7	Métodos Aleatorios	2
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad
1. Números aleatorios entre 0 y 1. 2. Generación de distribuciones de probabilidades continuas y discretas. Poisson, Gauss, binomial. 3. Cálculo de promedios estadísticos, importance sampling. 4. Optimización con simulated annealing 5. Aplicaciones: 5.1 Percolación 5.2 Ecuación de Langevin 5.3 Cálculo de integrales multidimensionales		El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Esboza la idea detrás de un generador de números pseudo-aleatorios. Reconoce la importancia de una distribución de números pseudo-aleatorios de calidad. Aplica métodos aleatorios a problemas numéricos de gran magnitud y dificultad.
		Referencias a la Bibliografía Cap. 7 [1]

Bibliografía General
1. Numerical Recipes, the Art of Scientific Computing. W.H. Press, S.A. Teukolsky (Author), William T. Vetterling (Author), Brian P. Flannery 2. Apuntes de Métodos Numéricos. Patricio Cordero 3. An Introduction to Computational Physics, Tao Pang 4. Numerical Methods for Engineers and Scientists, Second Edition, Joe D. Hoffman 5. Numerical Methods for Scientists and Engineers, H.M. Antia 6. Manuales de: LAPACK(1), GSL(2) y FFTW(3).

Vigencia desde:	Marzo 2007
Elaborado por:	Álvaro S. Núñez
Revisado por:	Área de Desarrollo Docente