



EXP-UNC 9179/2017

RESO CD: 93/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Métodos Numéricos	AÑO: 2017
CARACTER: Obligatoria	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 2º año 1º cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El programa de la materia tiene por objetivo presentar todos los temas que figuran en los contenidos mínimos de la materia, complementándolos con temas que se consideran también esenciales en la formación de licenciados en Física.

La materia tiene dos partes bien diferenciadas. En la primera se enseñará a programar en lenguaje FORTRAN, como así también rudimentos básicos de Linux, ya que este es el entorno más adecuado para la resolución de problemas numéricos aplicados a la física. Esta primera parte contempla la enseñanza de algunos rudimentos de la graficación utilizando el programa "gnuplot". Esta primera parte tiene también por objeto introducir a los estudiantes en la idea de "algoritmo" como método paradigmático de la ciencia moderna para la resolución de problemas matemáticos que no pueden resolverse en forma analítica.

En la segunda parte de la materia, que ocupa la mayor parte del tiempo previsto, se enseñará a resolver los principales problemas matemáticos que deberán enfrentar en la vida profesional y científica utilizando computadoras. El objetivo es que logren una visión integrada de cada una de las unidades, que incluya los fundamentos del problema, la justificación analítica y las implicancias de la aplicación de cada algoritmo.

### CONTENIDO

#### Unidad 1. Algoritmos numéricos y su implementación en la computadora

El concepto de algoritmo numérico, su definición y ejemplos. Su implementación en una computadora. Sistemas operativos, editores de texto y graficadores. Lenguajes con intérprete y compilados. El lenguaje FORTRAN 90. Representación de números en la computadora, numeración binaria, representación de punto fijo, representación de punto flotante, matemática entera y matemática de punto flotante, aritmética de no-detención, el concepto de precisión en computación. El cuerpo de los reales: propiedades que se preservan o no en los números de punto flotante.

El lenguaje FORTRAN 90: sintaxis general, instrucciones no ejecutables, tipos de variables.

Operaciones matemáticas, significado del signo =.

Operaciones y relaciones básicas. Operaciones lógicas. Funciones intrínsecas.

Instrucciones de control. La sentencia IF-ELSEIF-ENDIF. La sentencia DO con límites explícitos y sin límites. Lectura y escritura de datos: pantalla/teclado. Lectura/escritura en disco: las instrucciones OPEN y CLOSE. La instrucción WRITE no formateada. Formatos y la sentencia FORMAT. Arreglos, la sentencia DIMENSION. Asignación dinámica de memoria: las sentencias ALLOCATABLE, ALLOCATE Y DEALLOCATE.

Procedimientos (PROCEDURE): PROGRAM, SUBROUTINE, FUNCTION y MODULE.

Errores: distintas fuentes de error. El error absoluto y el error relativo. Redondeo y truncamiento.

Propagación de errores en operaciones de punto flotante. Estabilidad numérica: algoritmos numéricamente estables e inestables, y problemas inestables.

#### Unidad 2. Solución de ecuaciones no lineales

El Método de la bisección, el algoritmo y el análisis de errores. El método de Newton, el algoritmo y el análisis de errores. Generalización a dos dimensiones. Aplicación a la búsqueda de los ceros de polinomios: el algoritmo de Homer. El método de la secante, el algoritmo y el análisis de errores. El método de Newton modificado. El método de punto fijo.

### Unidad 3. Interpolación

Generalidades sobre el problema de Interpolación. Diferencia entre Interpolación y aproximación de funciones. Polinomios de Lagrange, Diferencias divididas, Formas de Newton. Comparación con polinomio de Taylor (no interpolante). Análisis de errores. Interpolación de Hermite. El algoritmo de Homer. Splines lineales. Splines cúbicos

### Unidad 4. Diferenciación e integración

Generalidades sobre el problema de la diferenciación numérica. Algoritmos hacia adelante, hacia atrás y centrados. Algoritmo de 5 puntos. Algoritmo de 3 puntos no equiespaciados. Algoritmo de 3 puntos para la derivada segunda. Derivación vs. interpolación polinómica. Evaluación de errores e incremento óptimo para algoritmos de 2 y 3 puntos.

Generalidades sobre el problema de la integración numérica. Cuadraturas, reglas del cuadrilátero y del trapecio, y estimación de errores. Regla de Euler Maclaurin (no cuadratura) y su comparación con regla del trapecio. Regla de Simpson y estimación del error. Ideas básicas de métodos adaptativos. Integración por polinomio interpolante en su forma de Lagrange. Reglas gaussianas, generalidades y algoritmo de orden 2. La función de peso: cuadraturas de Gauss-Legendre, de Gauss-Hermite y Gauss-Laguerre, sus relaciones con polinomios ortogonales.

Integrales en dos dimensiones. Estimación de la dimensión máxima para integrar por cuadraturas.

### Unidad 5. Ecuaciones diferenciales ordinarias

Algunas definiciones y generalidades. Reducción de una Ecuación Diferencial Ordinaria (EDO) de orden  $n$  a  $n$  EDO de primer orden. El problema de condiciones iniciales. El método de Euler. El método de Runge-Kutta y la deducción del algoritmo a orden  $n$ . El método de Runge-Kutta de segundo orden (RK2). El método de Euler mejorado. El método de Runge-Kutta estándar de cuarto orden (RK4). Aplicaciones a la física: utilización de cantidades conservadas. El problema de condiciones de frontera. El método de disparo.

### Unidad 6. Álgebra lineal

Solución de sistemas de ecuaciones lineales. Generalidades. Métodos iterativos para resolver sistemas lineales. Los métodos de Jacobi y Gauss-Seidel. La forma matricial. La estimación de errores de algoritmos lineales iterativos.

### Unidad 7. Números aleatorios y métodos de Monte Carlo

Definición de secuencia de números aleatorios. Distribución uniforme. Algoritmo de congruencia lineal para generación de números pseudoaleatorios. El algoritmo de Schrage.

Generalidades sobre el método de Monte Carlo. Integración numérica de funciones de una variable. Generalización a dimensión  $D$ . Análisis comparativo de errores al integrar por Monte Carlo y por cuadraturas. Simulaciones numéricas y el ejemplo de la caminata aleatoria en unidimensional y bidimensional. Aplicación: estimación del error de redondeo visto como caminata aleatoria.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Los apuntes de clase que tomarán los estudiantes

S. J. Chapman, "Fortran 95/2003 for Scientist and Engineers", tercera edición, McGraw Hill (2007).

J. D. Faires y R. L. Burden, "Numerical Methods", cuarta edición., Brooks/Cole (2013).

D. Kincaid y W. Cheney, "Análisis Numérico. Las matemáticas del cálculo científico", Addison-Wesley (1994).

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

-R. H. Landau, M. J. Páez y C. C. Bordeianu, "A Survey of Computational Physics", Princeton University Press (2008).esenc

-Apuntes impresos y en línea de Linux, gnuplot y FORTRAN (que son de acceso abierto y estarán disponible en la página de la materia).





## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán dos evaluaciones parciales y sus respectivos recuperatorios.

### REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### PROMOCIÓN

Los alumnos deberán cumplir el punto

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

*[Handwritten signatures]*