

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA  
**ANÁLISIS NUMÉRICO I**

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA

LICENCIATURA EN METEOROLOGÍA Y CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

CARGA HORARIA SEMANAL: 4 HORAS DE TEORÍA Y 4 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL (AMBOS SEMESTRES)

PROFESOR A CARGO: DR. JORGE ALEJANDRO PANEI

CONTENIDO TEMÁTICO

**1. Sistemas Numéricos y Errores.** Definición de algoritmo. Fuentes de error. Errores absoluto y relativo. Representación aproximada de un número. Bases. Redondeo y truncamiento. Número de decimales correctos. Número de dígitos significativos. Propagación de errores. Aritmética de cálculo. Fórmula general de la propagación de errores. Cota del error. Método inverso en la fórmula de propagación de errores. Representación de números: sistema posicional. Formato de punto fijo: números enteros. Formato de punto flotante: números reales. Conjunto de números reales en la computadora: IF ( $\beta, t, L, U$ ). Número de elementos de IF Desbordamientos: *overflow* y *underflow*. Cantidad de elementos entre un exponente  $e$  y  $e + 1$  en IF Distancia entre dos números consecutivos de IF. Epsilon de la máquina. Redondeo y aritmética de punto flotante. Números especiales.

**2. Resolución de Ecuaciones No-lineales.** Ubicación de raíces. Método de Bolzano, error y número de pasos, convergencia. Método de Newton-Raphson, convergencia. Método de la secante, convergencia. Método de Regula Falsi. Definición de punto fijo. Método de iteración funcional, convergencia. Raíces múltiples. Ecuaciones algebraicas. Método de Horner. División sintética. Deflación. Procedimiento de Maehly. Sistemas de ecuaciones no-lineales: métodos de Iteración y de Newton-Raphson.

**3. Resolución de Sistemas Lineales.**

**Métodos Directos.** Sistemas triangulares. Eliminación gaussiana. Estrategias de pivoteo. Factorización LU. Cálculo de determinantes. Esquemas compactos de eliminación gaussiana. Método Doolittle. Método de Crout. Método de Choleski. Matrices banda. Matriz tridiagonal. Análisis del error para sistemas lineales. Análisis perturbativo. Número de condicionamiento. Escalado de sistemas lineales.

**Métodos Iterativos.** Método de Jacobi. Método de Gauss-Seidel. Convergencia de los métodos iterativos. Método de sobrerelajación sucesiva.

**Autovalores y Autovectores** Cálculo Numérico de autovalores y autovectores. Método de Potencia. Método de Potencia Inversa.

**4. Interpolación y Sistemas Lineales Sobredeterminados.**

**Interpolación.** Unicidad. Teorema de aproximación de Weierstrass. Teorema del resto en interpolación. Fenómeno de Runge. Fórmula de interpolación de Lagrange. Error en la fórmula de Lagrange. Diferencias y diferencias divididas. Fórmula general de interpolación de Newton. Fórmula de Newton caso equidistante. Extrapolación de Richardson. Interpolación con *splines* cúbicos.

**Sistemas Lineales Sobredeterminados.** Las ecuaciones normales. Matriz pseudo-inversa. Forma clásica de las ecuaciones normales. Ajustes polinómicos. Ajuste de funciones. Método de ortogonalización: Teorema QR.

**5. Integración y Diferenciación Numérica.**

**Integración Numérica.** Regla del Rectángulo. Regla del Trapecio. Fórmula de Simpson. Estimación del error para los tres algoritmos. Fórmula de Newton-Côtes. Fórmula de Euler-MacLaurin. Método de

Romberg. Cuadraturas gaussianas. Polinomios ortogonales. Teorema de cuadratura gaussiana. Error en la fórmula de cuadratura gaussiana. Integrales múltiples.

**Diferenciación Numérica.** Fórmula para la derivada primera usando dos puntos. Fórmulas para la derivada primera usando tres puntos. Derivadas primera y segunda usando polinomio de Taylor. Extrapolación de Richardson y diferenciación. Fórmula para la derivada primera usando cinco puntos. Derivadas en más de una variable.

### 6. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

**Problemas de Valores Iniciales.** Problemas con valores iniciales. Ecuaciones diferenciales de orden  $n$ . Sistemas autónomos y no-autónomos. Existencia y unicidad de soluciones. Error global y local. Propagación de errores. Método de Euler Simple o Explícito. Error en el método de Euler. Método de Euler Modificado. Método de Trapecios. Método de Euler Implícito. Métodos usando desarrollo de Taylor. Fórmula de Punto Medio. Métodos de Runge-Kutta. Estimación del error. Métodos de paso variable: Runge-Kutta-Fehlberg. Método de Gragg: extrapolación de Richardson y EDOs. Métodos de paso múltiple. Método de Adams-Bashforth de orden 4. Método de Adams-Moulton de orden 4.

**Problemas de Contorno.** Problemas con condiciones de contorno. Método de *Shooting*. Método de diferencias finitas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abramowitz, M. & Stegun, I. A., *Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables*, 1964.
- [2] Arnold, D. N., *A Concise Introduction to Numerical Analysis*, 1991.
- [3] Atkinson, K., & Han, W., *Theoretical Numerical Analysis*, 2001, Ed. Springer.
- [4] Burden, R. L., & Faires, J. D., *Numerical Analysis*, 8th edition, 2005, Ed. Thompson Brooks/Cole.
- [5] Dahlquist, G., & Björck, Å., *Numerical Methods*, 2003, Ed. Prentice-Hall Análisis Numérico I - 2019 3.
- [6] Gordon, J., *Algoritmos Numéricos*, 1985.
- [7] Heath, M. T., *Scientific Computing An Introductory Survey*, 1997, Ed. McGraw-Hill.
- [8] Householder, A. S., *Principles of Numerical Analysis*, 1953.
- [9] Isaacson, E., & Keller, H. B., *Analysis of Numerical Methods*, 1994, Ed. Dover.
- [10] Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P., *Numerical Recipes*, 1997, Ed. Cambridge University Press.
- [11] Quarteroni, A., Sacco, R., & Saleri, F., *Numerical Mathematics*, 2000, Ed. Springer-Verlag.
- [12] Shampine, L. F., Allen, R. C. Jr., & Pruess, S., *Fundamentals of Numerical Computing*, 1997, Ed. John Wiley & Sons.
- [13] Stoer, J., & Bulirsch, R., *Introduction to Numerical Analysis*, 1993, Ed. Springer-Verlag.
- [14] Süli, E., & Mayers, D., *An Introduction to Numerical Analysis*, 2003, Ed. Cambridge University Press.

### Bibliografía por Unidad

**1:** [4], [5], [7], [8], [10], [11], [12], [13]

**2:** [4], [5], [6], [10]

**3:** [4], [5], [10]

**4:** [3], [4], [5], [6], [10]

**5:** [1], [2], [4], [5], [6], [9]

**6:** [4], [5], [7], [11], [14]



## FORMA DE APROBACIÓN

**Tradicional.** Los trabajos prácticos se aprueban mediante un único examen parcial con dos (2) instancias de recuperación, en caso de ser necesario, que se tomarán hacia el final de la cursada. Eventualmente podrán tomarse un primer y segundo parcial con sus respectivos recuperatorios, en caso de ser necesario, para una mejor organización de los trabajos prácticos. La aprobación definitiva de la materia es mediante examen final.

**PRAE.** Esta alternativa permite a los alumnos rendir únicamente el final de la materia, en un tiempo relativamente corto posterior a la aprobación de los trabajos prácticos. Esta instancia de evaluación para el examen final, dentro del marco del PRAE, podrá ser utilizada por única vez. Se dictará durante dos meses en el primer semestre. Las condiciones de aprobación como así también la vigencia de la misma, se detallan a continuación:

- 1) Esta propuesta está dirigida a alumnos con cursada aprobada y vigente al inicio del curso.
- 2) Durante los dos meses del dictado curso, los alumnos tendrán clases teóricas sobre conceptos ya vistos durante la cursada tradicional. Las mismas tendrán una frecuencia de dos veces por semana.
- 3) Se tomará asistencia durante el curso, debiendo tener al menos, un 80% de la misma.
- 4) La forma de evaluación consistirá en lo siguiente:
  - a) Periódicamente se evaluarán, durante el curso, conceptos teóricos mediante la modalidad de parcialitos.
  - b) Se le solicitará al alumno la entrega de un programa y sus correspondientes subrutinas, sobre una aplicación específica sobre astronomía, meteorología o algún problema de la física. El mismo tendrá conceptos integradores, es decir, que interrelacionen distintas unidades del programa de la materia. Dicho programa se realizará fuera del horario de clases y deberá funcionar correctamente. Las dificultades que surgieren podrán ser consultadas. Dicho programa deberá entregarse al final del curso.
- 5) La aprobación será con 4 (cuatro) o más, cuya calificación será obtenida considerando la teoría evaluada y lo programado. En caso que el alumno no estuviere conforme con la calificación obtenida en esta modalidad (esto es, en el marco del PRAE), podrá optar por dar de baja su participación en el curso, sin perjuicio de las instancias que prevé el Régimen Académico de Grado.
- 6) La duración de la nota obtenida, para aquel alumno que no tenga las materias correlativas aprobadas, será la misma que para el caso de las materias por promoción. Esto es, deberá aprobar las correlativas correspondientes antes de la culminación del segundo ciclo lectivo siguiente a la aprobación de este curso o de la finalización de la vigencia de los trabajos prácticos de *Análisis Numérico I*, lo que antes ocurra.