

## **Métodos Numéricos en Dinámica Orbital – Propuesta de Curso de Posgrado**

### **Objetivos del Curso**

El curso propone brindar los conocimientos teóricos y las herramientas computacionales necesarias para desarrollar estudios científicos en Dinámica Orbital, particularmente en temas relacionados con la evolución orbital de satélites artificiales.

La primera parte del curso (Capítulos 1-5) introduce conceptos básicos que más tarde serán utilizados para simulaciones numéricas de las ecuaciones de movimiento y el análisis de los datos resultantes. Además de las clases teóricas, durante esta etapa del curso se elaborarán programas en Fortran propios que se complementarán con subrutinas y códigos de uso público (e.g. Numerical Recipes, PIKAIA).

La segunda parte del curso (Capítulos 6-8) se concentrará en aplicaciones prácticas y al modelado de la evolución orbital de satélites individuales, constelaciones y fragmentos resultantes de una colisión o desintegración. Se utilizarán bases de datos de objetos reales además de realizar simulaciones dinámicas de cuerpos ficticios. Los trabajos prácticos de esta sección serán desarrollados con el código NCORP. Los alumnos aprenderán a utilizar y modificar el código para incorporar nuevas interacciones o aplicarlo a problemas que sean de su interés. Todos los códigos desarrollados y/o modificados durante el curso quedarán a disposición de los alumnos para ser utilizadas en cualquier estudio futuro.

### **Programa Propuesto**

1. Interpolación y Extrapolación: Interpolación y extrapolación polinomial (Lagrange, Newton, Hermite, Neville). Funciones racionales (Método de Bulirsch-Stoer). Spline cubico. Convergencia y análisis de errores.
2. Distribuciones de Números Aleatorios: Distribuciones de datos: uniforme, Gauss, Poisson, Doble-Exponencial. Generación de distribuciones (Método de la Transformación y Rechazo). Generación de números aleatorios discretos.
3. Aproximación de Funciones y Modelización de Datos: Conceptos básicos de análisis funcional. El principio de cuadrados mínimos. Bases ortogonales para funciones continuas y para datos discretos. Economía de series de potencia. Métodos no-lineales. Métodos robustos y estimadores M. Tratamiento de outliers. Cuadrados mínimos con distribuciones no-Gaussianas. Estimación de errores en el ajuste. Métodos de remuestreo.
4. Transformadas de Fourier y Wavelets: La transformada de Fourier como la mayor aproximación. Proyección armónica y transformada continua de Fourier. La transformada discreta de Fourier y bases ortogonales. Los fenómenos de Aliasing y Vazamento. Filtros digitales: construcción y aplicación. Análisis de datos no-equiespaciados. Métodos de Foster & DCDF. Transformadas de Wavelets.
5. Algoritmos Genéticos: Origen y conceptos básicos. Calculo de extremos de una función. Aplicación para cuadrados mínimos y análisis de Fourier. Comparación con Métodos Monte Carlo. Construcción y uso de un algoritmo genético (Código PIKAIA).
6. Integración de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias: Métodos clásicos. Runge-Kutta. Métodos predictor-corrector y multi-paso. Método de Everhart. Extrapolación de Richardson y Bulirsch-Stoer. Integradores simplécticos (Leap-Frog, Variable Mixta).
7. Simulaciones numéricas de satélites artificiales. El código NCORP: modificaciones y uso. Aplicación a objetos reales. Inclusión de términos gravitacionales no-puntuales (achatamiento planetario) y perturbaciones Luni-solares. Modelado y simulaciones de fuerzas no-conservativas (fricción aerodinámica, Poynting-Robertson, etc.).
8. Modelado numéricos de fragmentación y reentrada de satélites artificiales. Tracking y propagación de nubes de fragmentos. Elementos propios: modelos analíticos y numéricos. Estimativas sintéticas mediante simulaciones de N-cuerpos y filtros digitales.

## **Bibliografia:**

- Achieser, N.I. (1992). Theory of Aproximations, Dover Publications, NY.
- Hildebrand, F.B. (1987). Introduction to Numerical Analysis, Dover Publications, NY.
- Katznelson, Y. (1976). An Introduction to Harmonic Analysis, Dover Publications, NY.
- Kopal, Z. (1961). Numerical Analysis, Chapman & Hall Press Ltd., London.
- Montenbruck, O. y Gill, E. (2000). Satellite Orbits. Models, Methods and Applications. Springer Verlag, NY.
- Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T. y Flannery, B.P. (1997). Numerical Recipes in Fortran, Second Edition, Cambridge University Press.
- Quarteroni, A., Sacco, R. y Saleri, F. (2000). Numerical Mathematics, Springer Verlag, NY.
- Sansone, G. (1991). Orthogonal Polynomials, Dover Publications Inc, New York.
- Timan, A. (1994). Theory of Aproximation of Functions of a Real Variable, Dover Pub., NY.
- Tolstov, G.P. (1962). Fourier Series, Dover Publications, NY.