

EXP-UNC: 0061383/2018

TÍTULO: Métodos numéricos para sistemas dinámicos		
AÑO: 2019	CUATRIMESTRE: primero	N° DE CRÉDITOS: 3
CARGA HORARIA: 60 horas de teoría y 60 horas de práctica.		
CARRERA/S: Doctorado en Astronomía, Doctorado en Física		

FUNDAMENTOS

La familiaridad con los sistemas dinámicos, tanto a nivel teórico como práctico, es fundamental para comprender muchos desarrollos recientes no sólo en el área de la dinámica clásica, sino también en otras áreas de la física como la mecánica cuántica o la mecánica estadística, y poder realizar aportes a los mismos.

OBJETIVOS

Los contenidos teóricos del presente curso surgen como una prolongación natural de los temas abarcados por algunas materias de las Licenciaturas en Física y Astronomía, principalmente Mecánica y Métodos Matemáticos de la Física; asimismo sus contenidos prácticos son en parte, una prolongación a éstas áreas de los abarcados por la materia Métodos Numéricos. El objetivo es proveer al estudiante de los recursos conceptuales y operativos indispensables para abordar la literatura científica actual (tanto la específica del área como la que hace uso de sus herramientas) con un razonable nivel de capacidad teórica y práctica, y en particular proveer el conocimiento y las herramientas computacionales indispensables para trabajar en la práctica con sistemas dinámicos. Esto último incluye el desarrollo, a lo largo del curso, de un conjunto de rutinas de cálculo probadas y estandarizadas, para cada uno de los principales temas a desarrollar.

PROGRAMA**Unidad 1: Soluciones de estado estacionario**

Sistemas dinámicos de tiempo continuo autónomos y no-autónomos; relación entre los mismos. Sistemas de tiempo discreto. Conjuntos límite: puntos de equilibrio, soluciones periódicas y cuasi-periódicas; caos y poder predictivo.

Unidad 2: Mapas de Poincaré

El mapa de Poincaré para sistemas autónomos y no-autónomos. Conjuntos límite de mapas de Poincaré. Mapas de orden superior. Algoritmos: selección de un hiperplano y localización de cruces; interpolación, bisección, Newton-Raphson y método de Henon.

Unidad 3: Estabilidad

Autovalores y multiplicadores característicos; la ecuación variacional; puntos de equilibrio. Exponentes de Lyapunov: definición; puntos de equilibrio y puntos fijos; subespacios de perturbación; conjuntos límite no-caóticos y atractores caóticos. Algoritmos: autovalores, multiplicadores característicos y exponentes de Lyapunov.

Unidad 4: Integración

Tipos de algoritmos. Errores locales y globales, estabilidad numérica. Ecuaciones stiff. Consideraciones prácticas: paso y orden variables; ecuaciones implícitas; errores. Integración

EXP-UNC: 0061383/2018

de sistemas caóticos. Algoritmos: Runge-Kutta, Adams-Bashfort, Adams-Moulton, Gear, Bulirsch-Stoer; control de error.

Unidad 5: Localización de conjuntos límite

Fuerza bruta vs. Newton-Raphson. Puntos de equilibrio, puntos fijos, órbitas cerradas. Soluciones periódicas de sistemas autónomos y no-autónomos. Soluciones 2-periódicas: diferencias finitas, balance espectral. Soluciones caóticas.

Unidad 6: Variedades estables e inestables

Definiciones y teoría: sistemas de tiempo continuo, trayectorias homoclínicas y heteroclínicas, Teorema de Silnikov; sistemas de tiempo discreto, órbitas homoclínicas, Teorema de Smale-Birkhoff. Algoritmos para la reconstrucción de variedades.

Unidad 7: Dimensión

Definiciones; dimensión de capacidad, de información, de correlación, de k-ésimo vecino y de Lyapunov. Algoritmos para el cálculo de dimensiones. Reconstrucción de atractores.

Unidad 8: Diagramas de bifurcación

Definiciones y teoría. Algoritmos: fuerza bruta, transitorios, histéresis y artefactos; continuación, la función de continuación, puntos de retorno y estabilidad, integración.

PRÁCTICAS

Desarrollo y testeo de algoritmos y rutinas de cálculo numérico específicas para los diversos temas del curso.

Lugar: misma aula de las clases teóricas, utilizando los equipos de los propios alumnos.

Modo de supervisión: presencial, por el docente a cargo.

Evaluación: integrada a los tres Trabajos Prácticos de regularidad.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- T. S. Parker and L. O. Chua, Practical Numerical Algorithms for Chaotic Systems. Springer-Verlag, New York, 1989.
- F. Verhulst, Nonlinear Differential Equations and Dynamical Systems. Springer-Verlag, Berlin, 1990.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling and B. P. Flannery, Numerical Recipes 2nd. Edition. Cambridge University Press, New York, 1992.
- J. Lichtenberg y M. A. Lieberman, Regular and Stochastic Motion. Springer-Verlag, New York, 1983.
- H. Goldstein, Mecánica Clásica, Segunda Edición. Editorial Reverté, Barcelona, 1998.
- L. D. Landau y E. M. Lifshitz, Mechanics, Tercera Edición. Pergamon Press, Oxford, 1978



EXP-UNC: 0061383/2018

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Para la regularidad: aprobar dos de tres Trabajos Prácticos (nota mínima: 6).• Para la aprobación: aprobar un examen final teórico-práctico individual. |
|--|

REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Contenidos de las materias Mecánica y Métodos Matemáticos de la Física (plan viejo de Lic. en Física o Astronomía) o Mecánica y Métodos Matemáticos de la Física II (plan nuevo de Lic. en Física o Astronomía).
--

Se requiere práctica en la programación, aunque no se exige un lenguaje de programación específico.
