
Nombre de la unidad curricular: Sistemas Dinámicos Aplicados a Problemas de Ciencias e Ingeniería

Forma parte de la Oferta Estable: No

Licenciaturas: Astronomía, Ciencias de la atmósfera, Física, Física médica

Créditos asignados:

Astronomía 15 créditos - Área Optativas

Ciencias de la atmósfera 15 - Área Física

Física 15 Área Otras disciplinas científicas y tecnológicas

Nombre del/la docente responsable: Hugo Fort

E-mail: hugo@fisica.edu

Requisitos previos: Física Básica, Cálculo, Álgebra, Termodinámica.

Ejemplos de unidades curriculares de Facultad de Ciencias u otros que aportan dichos conocimientos: Cursos de Física General I y II, Cálculo I, II. Álgebra I, II. Ecuaciones diferenciales. Termodinámica.

Conocimientos adicionales sugeridos:

Objetivos de la unidad curricular:

a) Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar

Objetivo del Curso: Utilización de la Teoría de los Sistemas Dinámicos a problemas planteados en diferentes contextos, principalmente de la Física y la Biología pero también de la Economía e Ingeniería. Se presentará tratamiento analítico así como cálculo numérico para diversos problemas. Público: Se trata de un curso destinado a clases diferentes de estudiantes tanto de grado como de postgrado en: a) Física (todas las opciones) b) Agronomía c) Biología (opciones Biofísica, Biomatemática, Ecología, Biofísica y Virología) d) Geociencias e) Ingeniería

b) En el marco del plan de estudios

Temario sintético de la unidad curricular:

- 1) INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS
- 2) SISTEMAS DE UNA ESPECIE (FLUJOS UNIDIMENSIONALES) NO ESPACIALES
- 3) SISTEMAS DE DOS ESPECIES (FLUJOS BIDIMENSIONALES) NO ESPACIALES
- 4) SISTEMAS DE n ESPECIES (FLUJOS MULTIDIMENSIONALES) NO ESPACIALES
- 5) MODELOS ESPACIALES CON AUTÓMATAS CELULARES.

Temario desarrollado:

- 1) INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS
 - 1.1 De los Problemas Reales a los Sistemas Dinámicos. [Gilmore]
 - 1.2 La Importancia de Ser No Lineal. [Strogatz]
 - 1.3 Estabilidad Lineal. [Strogatz]
 - 1.4 Tiempo continuo vs. tiempo discreto [Fort].

- 2) SISTEMAS DE UNA ESPECIE (FLUJOS UNIDIMENSIONALES) NO ESPACIALES
 - 2.1 El crecimiento auto-regulado: La ecuación logística. [Boccaro, Brauer, Murray, Pastor].
 - 2.2 Distintos tipos de Consumo (pastoreo, pesquerías, etc).
 - 2.3 Estados Alternativos y Transiciones Catastróficas.
 - 2.3A El Modelo Spruce-Budworm o LJH. [Boccaro, Murray, Pastor]
 - 2.3B Conceptos Básicos de la Teoría de Catástrofes. [Gilmore]
 - 2.3C La catástrofe cuspidal y el Modelo de Guinzburg-Landau. [Gilmore]
 - 2.3D Extensión de la Teoría de Catástrofes a parámetros dinámicos: Convenciones de Retraso y de

Maxwell. [Gilmore]

2.4 Teoría Elemental de Bifurcaciones [Boccaro, Pastor, Strogatz]

2.4A Forma Canónica de las Bifurcaciones. [Boccaro, Murray, Pastor] Bifurcaciones Saddle-Node, Transcrítica y Tridente.

2.4B Catástrofes como Bifurcaciones Imperfectas.

3) SISTEMAS DE DOS ESPECIES (FLUJOS BIDIMENSIONALES) NO ESPACIALES

3.1 Dinámica de Predador-Presa. [Boccaro, Murray, Pastor, Strogatz]

3.1 A Modelo de Lotka Volterra Predador Presa. Oscilaciones y Principio de Volterra.

3.1 B Plano de Fases y Estabilidad Lineal.

3.2 Modelos Realistas de Predador Presa. Aplicaciones a la Producción Ganadera.

3.3 Ciclos Límite. [Strogatz]

3.3 A Descartando la existencia de órbitas cerradas: sistemas conservativos; criterio de Liapunov. Existencia de trayectorias cerrada: Teorema de Poincaré-Bendixon.

3.3 B Ejemplos: Glicólisis y oscilador de van der Pol.

3.4 Bifurcaciones en dos dimensiones [Strogatz, Lynch] Bifurcación de Hopf.

3.5 Competencia y Principio de Exclusión Competitiva. [Murray, Pastor]

3.6 Mutualismo. [Murray, Pastor] Mutualismo Facultativo y obligatorio.

4) SISTEMAS DE n ESPECIES (FLUJOS MULTIDIMENSIONALES) NO ESPACIALES

4.1 Modelos Generalizados de Lotka-Volterra. [Fort, May, Murray, Pastor]

4.2 Competencia en el Espacio de Nichos. [May]

4.3 El Modelo de Cuasiespecies. [Hofbauer and Sigmund]

4.4 La Dinámica de Replicador para modelar la selección natural. [Nowak]

4.5 Replicador con mutaciones. [Nowak]

4.6 Modelos de epidemias SIR. [Murray]

5) MODELOS ESPACIALES CON AUTOMATAS CELULARES.

5.1 Autómatas Unidimensionales Binarios Elementales [Wolfram].

5.1A Conceptos Básicos

5.1B Propiedades Locales

5.1C Propiedades Globales

5.1D Clasificación del Comportamiento de los Autómatas Celulares.

5.2 Autómatas Unidimensionales No Elementales

5.2A La “Pila de Arena” y Criticalidad Autoorganizada.

5.2B El modelo de Bak Sneppen aplicado a evolución en tiempo real de bacterias.

5.3 Autómatas Bidimensionales. [Chopard, Bar Yam]

5.3.A El “Juego de la Vida” de Conway.

5.3.B Incendios Forestales.

5.3.C Gas en una Red .

5.3.D Modelo de Segregación Social de Schelling.

5.4 Aplicación: Señales de Alerta Temprana de Transiciones Catastróficas [Fort].

Bibliografía

a) Básica:

- Bar-Yam Y., Dynamics of Complex Systems, Westview Press 2003 [Caps. 1,6-8). Se encuentra en su totalidad en la web en: <http://necsi.net/publications/dcs/>
- Boccara N., Modeling Complex Systems, New York, Springer-Verlag,. 2004 [Caps. 2,3,4,6,8).
- Brauer F. and Castillo-Chávez C., Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology, Springer, New York, 2001
- Chopard B. and Droz M., Cellular Automata Modeling of Physical Systems, Cambridge Univ. Press 2005 [Caps. 1-3).
- Fort, H. Ecological Modelling and Ecophysics: Agricultural and environmental applications (IOP ebooks), IOP, Bristol, UK 2020.
- Gilmore R, Catastrophe Theory for Scientists and Engineers, Dover 1981.
- Lynch, Dynamical Systems with Applications using MATLAB, Birkhäuser, 2003.
- Murray J. D., Mathematical Biology 2nd ed. Springer Verlag, 1993 [Caps. 3 y 4).
- Nowak M., Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life, Harvard University Press 2006.
- Pastor J., Mathematical Ecology of Populations and Ecosystems, Wiley-Blackwell 2008 [Caps.3,5-10)
- Sigmund K. and Hofbauer J., Evolutionary Games and Population Dynamics, Cambridge University Press, [1998)
- Strogatz S, Nonlinear Dynamics and Chaos with Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering, Perseus, 1994 [Caps 1-8).
- Wolfram S., Cellular Automata and Complexity, 1994 [Cap. 5).

b) Complementaria:

Modalidad cursada: presencial o virtual

Metodología de enseñanza:

Duración en semanas: 15

Carga horaria total: 224 hs

Carga horaria detallada:

a) Horas aula de clases teóricas: 32

b) Horas aulas de clases prácticas: 14

c) Horas de seminarios: 10

d) Horas de talleres:

e) Horas de salida de campo:

f) Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 168

Sistema de APROBACIÓN final

Tiene examen final: Sí

Se exonera el examen final: No

Sistema de GANANCIA

a) **Características de las evaluaciones:** • Entrega y presentación de Ejercicios: hasta 30 puntos. •

Seminarios de presentación de artículos: hasta 20 puntos. • Proyecto de Fin de Curso (incluye presentación oral): hasta 50 puntos. Se requiere un mínimo de 66 puntos para aprobar el examen.

b) Porcentaje de asistencia requerido para ganar la unidad curricular: 80

c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación y total: 22, 0, 35

d) Modo de devolución o corrección de pruebas:

Habilitada a rendir en calidad de examen libre: No*

* Por resolución del Consejo de Facultad de Ciencias de fecha 24/02/2022 este ítem no fue aprobado dado que se encuentra en un proceso de revisión institucional

COMENTARIOS o ACLARACIONES:
