

Curso Académico: ( 2020 / 2021 )

Fecha de revisión: 10-07-2020

Departamento asignado a la asignatura:

Coordinador/a: MARTINEZ RATON, YURI

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 6.0

Curso : 2 Cuatrimestre : 2

**REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)**

Requiere conocimientos de ecuaciones en derivadas parciales y procesos estocásticos. Resultarán útiles los conocimientos adquiridos en la asignatura de Modelización y Simulación de Sistemas Complejos.

**OBJETIVOS**

Esta asignatura propondrá anualmente uno o varios temas avanzados dentro de la temática de sistemas complejos. Para el presente curso el contenido propuesto consta de dos partes. La primera está dedicada a la "Sistemas extendidos fuera del equilibrio" y las segunda al "Modelado de sistemas biológicos". El objetivo es proporcionar al estudiante una panorámica del modelado y las técnicas habituales para describir sistemas complejos de naturaleza diversa, utilizando modelos continuos y discretos, así como una imagen cuantitativa de nuestro conocimiento actual en dichos ámbitos.

**DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA**

Parte I: Modelado de sistemas biológicos.

1. Dinámica de poblaciones de una única especie. Modelos Continuos.
  - Un modelo simple de plagas de insectos.
  - Modelos con retardo. Soluciones periódicas.
  - Modelos con retardo fisiológicos para estudiar enfermedades.
  - Modelos de poblaciones con distribución en edades.
2. Modelos discretos de poblaciones de una única especie.
  - Modelos simples y procedimiento gráfico de solución.
  - Ecuación logística discreta. Caos.
  - Estabilidad, soluciones periódicas y bifurcaciones.
  - Modelos discretos con retardo.
3. Modelos continuos de dinámica de poblaciones de dos especies.
  - Modelo depredador-presa de Lotka-Volterra.
  - Complejidad y estabilidad.
  - Un modelo depredador-presa realista.
  - Especies competitivas. El principio de exclusión competitiva.
  - Mutualismo o simbiosis.
  - Fenómeno del valor umbral.
4. Modelos discretos de dos especies
  - Modelo depredador-presa.
  - Emergencia sincronizada de plagas de insectos.
5. Cinética química
  - Cinética enzimática.
  - Teoría de Michaelis-Menten.
  - Fenómenos cooperativos.
  - Autocatálisis, activación e inhibición.
  - Estados estacionarios múltiples.
6. Osciladores y conmutadores biológicos.
  - Mecanismos de control por retroalimentación.
  - Osciladores y conmutadores que involucran a dos o más especies.

- Un oscilador simple de dos especies. Bifurcaciones a soluciones periódicas.

#### 7. Reacción de Belousov-Zhabotinski.

- Modelo de Field-Noyes.
- Análisis de estabilidad y ciclos límites.
- Estabilidad no local del modelo.
- Una aproximación simple con oscilaciones de relajación.

### Parte II: Sistemas extendidos fuera del equilibrio.

#### 1. Introducción.

#### 2. Sistemas de reacción y difusión.

- Ecuación de difusión.
- Modelos de dispersión de fauna.
- Efectos no-locales y difusión de largo alcance.
- Modelos de reacción-difusión.

#### 3. Ondas viajeras en sistemas no lineales.

- Fundamentos.
- Ecuación de Fisher-Kolmogoroff.
- Ondas en otros sistemas.
- Ondas en medios excitables.

#### 4. Formación de patrones.

- Introducción.
- Fundamentos del análisis de estabilidad lineal.
- Modelos con inestabilidades lineales.
- Fundamentos del análisis no-lineal.
- Modelos no-lineales de formación de patrones.
- Ecuaciones de amplitud.

Sesiones prácticas:

Ecuaciones interfaciales: Simulaciones numéricas.

Visualización de morfologías y análisis de datos.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Las horas lectivas se dedicarán a las siguientes actividades formativas dirigidas:

- Clases magistrales/expositivas: Tienen por objetivo alcanzar las competencias específicas cognitivas de la materia. En ellas se presentarán los conocimientos que los alumnos deben adquirir. Para facilitar su desarrollo los alumnos recibirán las notas de clase y tendrán textos básicos de referencia que les permita completar y profundizar en aquellos temas en los cuales estén más interesados.

- Clases Prácticas: Son clases de resolución de problemas, prácticas en aula informática o de exposición por parte de los alumnos. Estas clases ayudan a desarrollar las competencias específicas.

Adicionalmente, se dedicará tiempo a actividades formativas tutorizadas. Estas actividades supervisadas consisten en actividades de enseñanza-aprendizaje tanto de contenido formativo teórico como práctico que, aunque se pueden desarrollar de manera autónoma, requieren la supervisión y seguimiento, más o menos puntual, de un docente. Estas actividades pueden ser, entre otras, las siguientes: tutorías programadas, revisión de trabajos y tutorías de seguimiento.

El resto del tiempo se dedica al estudio del alumno de forma autónoma o en grupo sin supervisión del docente. Durante este tiempo el estudiante realiza ejercicios y lecturas complementarias propuestas por el profesor. También realiza lecturas complementarias obtenidas mediante búsqueda bibliográfica entre el material recomendado por el profesor. Durante este tiempo el alumno puede tener acceso a aula informática.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

El 40% de la nota se obtendrá a partir de la presentación de trabajos, resolución y exposición de problemas en clase a lo largo del curso.

El 60% restante se obtendrá mediante la realización de un examen final al final del curso.

Este sistema de evaluación podría ser modificado debido a circunstancias excepcionales.

**Peso porcentual del Examen Final:** 60

**Peso porcentual del resto de la evaluación:** 40

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- J. D. Murray Mathematical Biology I and II, Springer, 2002
- M. Cross and H. Greenside Pattern Formation and Dynamics in Nonequilibrium Systems, Cambridge University, 2009

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- D. Walgraef Spatio-Temporal Pattern Formation, Springer, 1997
- G. Nicolis Introduction to Nonlinear Science, Cambridge University Press, 1995
- I. R. Epstein y J. A. Pojman An Introduction to Nonlinear Chemical Dynamics, Oxford University Press, 1998
- R. Hoyle Pattern Formation: An introduction to Methods, Cambridge University Press, 2006
- S. H. Strogatz Nonlinear Dynamics and Chaos, Perseus Books, 1994
- S. Kinoshita Pattern Formations and Oscillatory Phenomena, Elsevier, 2013
- W. Bialek Biophysics: Searching for Principles, Princeton University Press, 2012