

**Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	<b>SISTEMAS DINAMICOS Y CAOS</b>		
<b>Materia</b>	Física		
<b>Titulación</b>	MASTER en Física, módulo Física Matemática		
<b>Plan</b>	617	<b>Código</b>	54430
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre	<b>Tipo/Carácter</b>	Optativa
<b>Nivel/Ciclo</b>	Master	<b>Curso</b>	1º
<b>Créditos ECTS</b>	3 créditos ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Español		
<b>Profesores responsables</b>	Mariano Santander Navarro y Miguel Angel González León		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	<a href="mailto:mariano.santander@uva.es">mariano.santander@uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase la información actualizada en la página web de la UVa		
<b>Departamento</b>	Física Teórica, Atómica y Óptica		

**1. Situación / Sentido de la Asignatura**

La asignatura es una introducción rápida a la teoría de sistemas dinámicos, que parte desde cero, pasa por una exposición descriptiva de las ideas esenciales, presenta en bastante detalle algún ejemplo históricamente importante y acaba en el estudio de algunos modelos desarrollados recientemente en varios contextos. El campo cubierto es esencialmente el que es ya estándar en este tipo de exposiciones, según varios de los textos de uso más frecuente y extendido.

**1.2 Relación con otras materias**

La teoría de sistemas Dinámicos es un ejemplo excelente de transversalidad. Nació en parte de ideas previas desarrolladas en la Mecánica Teórica, pero comenzó a desarrollarse como teoría independiente con Poincaré hace algo más de un siglo, y ha ido confluyendo con modelos procedentes de los campos científicos más diversos, teniendo como nexo común la descripción de un sistema cuya evolución está descrita por un sistema de ecuaciones diferenciales, lo que la hace extraordinariamente comprensiva y flexible.

**2. Competencias****2.1 Generales**

Se reproducen las competencias generales pertinentes del plan de estudios del master y una nueva.

G1, G2, G3, G4, G5: Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos amplios y multidisciplinares relacionados con la Física. Capacidad crítica, de análisis y síntesis: Capacidad de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad, de formular juicios a partir de una información incompleta o limitada. Capacidad de Comunicación: Capacidad para comunicar conclusiones y conocimientos a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. Capacidad de aprendizaje autónomo: Capacidad para continuar la formación de un modo autónomo, seleccionando de manera crítica las fuentes de información más pertinentes.



Capacidad de trabajo en equipo: Capacidad para el desarrollo de una actividad dentro de un equipo, bajo supervisión o de forma autónoma, pero al servicio de un proyecto común.

G999: Además de estas competencias deseables, la competencia más relevante que se pretende conseguir es llegar a ser competente en .... la materia de la asignatura.

## 2.2 Específicas

E02: Ser capaz de presentar un tema académico o una investigación propia tanto a profesionales como a público en general.

E03: Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes.

E05: Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable.

E07: Ser capaz de desarrollar software propio y manejar herramientas informáticas convencionales.

E11: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.

E13: Estar adecuadamente preparado para ejercitar una labor docente.

E17: Ser capaz de mantenerse informado de los nuevos desarrollos.

E19: Ser capaz de integrar los conocimientos recibidos de las diferentes áreas de la Física para la resolución de un problema.

E00: Ser capaz de conjeturar cual es el número real de ésta competencia específica. El alumno que lo consiga, deberá enviar de inmediato un e-mail al profesor y será debidamente reconocido por ello.

E29: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos comúnmente utilizados.

## 3. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	12	Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo	26
Clases prácticas de aula y/o resolución de problemas en grupos reducidos	6	Preparación y redacción de ejercicios u otros trabajos	20
Seminarios y Tutorías, incluyendo presentación de trabajos	6	Otra Documentación	4
<b>Total presencial</b>	<b>24</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>50</b>

### 3.1. Objetivos de aprendizaje

- Entender las ideas básicas de la teoría de Sistemas Dinámicos
- Conocer los ingredientes fundamentales que subyacen en un sistema dinámico lineal en dimensión arbitraria.
- Entender los conceptos de punto crítico estable y asintóticamente estable
- Entender el proceso de linealización de un sistema dinámico no lineal
- Entender la amplitud del panorama que la consideración de sistemas no lineales abre para entender mejor el mundo que nos rodea
- Conocer el concepto de atractor, y sus casos especiales de punto crítico, ciclo límite y atractor extraño.
- Ser capaz de plantear un modelo de una evolución descrita por cualquier ecuación diferencial en términos de un sistema dinámico y analizar los aspectos cualitativos fundamentales de esa evolución.
- Modelar sistemas dinámicos usando programas de cálculo simbólico, como Mathematica TM



- Conocer y manejar software específico para el estudio de la evolución de un sistema dinámico.
- Adquirir práctica en la lectura e interpretación de los mapas de fases y ser capaz de pergeñar cualitativamente la estructura de tales mapas en los casos de dos dimensiones.
- Entender la idea de caos determinista y el divorcio entre determinismo y predictibilidad.
- Conocer la estructura de los atractores extraños más habituales (Lorenz, Rossler).
- Conocer los sistemas dinámicos que aparecen de manera natural en dinámica de Poblaciones, desde los más sencillos (Malthus) hasta modelos recientes (Gause, Holling) que describen evoluciones específicas

### 3.2. Contenidos

---

- Ideas básicas de la teoría de Sistemas Dinámicos
- Sistemas dinámicos lineales en dimension arbitraria.
- Puntos críticos estables y asintóticamente estables
- Linealización de un sistema dinámico no lineal
- Estudio de los puntos de Lagrange en el problema reducido de tres cuerpos: un ejemplo `en vivo' de la teoría de sistemas dinámicos
- Concepto de Atractor; casos especiales: punto crítico, ciclo límite y atractor extraño.
- Estudio y visualización de sistemas dinámicos mediante Programas de cálculo simbólico, como Mathematica TM
- Caos determinista y divorcio entre determinismo y predictibilidad.
- Los atractores extraños más habituales (Lorenz, Rossler).
- Dinamica de Poblaciones, de Malthus hasta Gause y Holling.

Como se verá hay una correspondencia esencial entre los contenidos descritos y los objetivos de aprendizaje. Esta asignatura está diseñada para partir desde un nivel 0, y los únicos prerrequisitos serán los conocimientos básicos de Análisis Matemático y de Ecuaciones Diferenciales. Se dará especial énfasis al uso de programas de cálculo simbólico y representación gráfica para obtener información sobre cualquier sistema, mediante materiales docentes preparados específicamente.

### 3.3. Métodos docentes

---

Los habituales. Las clases incluirán una parte de exposición y otra de realización de tareas, ejercicios, simulaciones y visualizaciones con Mathematica, con cuadernos que formarán parte del material que tendrán disponible los estudiantes del curso para su descarga, así como notas especialmente redactadas para algunos de los tópicos cubiertos (sistemas dinámicos lineales, puntos de Lagrange, dinámica de poblaciones).

### 3.4. Plan de trabajo

---

Desarrollo por parte del profesor de los conceptos teóricos clave de cada capítulo del bloque y realización por parte de los estudiantes de ejercicios, tareas o modelos propuestos, en parte en clase y en parte como tarea para trabajo individual o en grupo.

### 3.5. Bibliografía básica

---

- Se completará la bibliografía al inicio de las clases. Textos fundamentales para toda la asignatura serán
- S. H. Strogatz, NonLinear dynamics and chaos, Perseus 1994
- M.W.Hirsch, S.Smale, R.L.Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems and an introduction to Chaos, Academic Press, 3rd ed.
- K.T.Alligood, T.D.Sauer, J.A.Yorke, Chaos: an introduction to dynamical systems, Springer 1996
- D.D.Nolte, Introduction to Modern Dynamics: Chaos, Networks and Space-Time, Oxford U.P. 201



#### 4. Sistema de calificaciones

La evaluación se llevará a cabo a lo largo del curso mediante la realización de trabajos (principalmente resolución de problemas propuestos) y la elaboración de temas previamente fijados por el profesor. Se complementará, si procede, con pruebas escritas en las convocatorias oficiales de evaluación.

#### 5. Consideraciones finales

En uso de la libertad de cátedra reconocida en la Constitución Española, ha de entenderse que, en función de los planteamientos académicos del profesor que impartan esta asignatura, alguna de las consideraciones generales aquí establecidas podrán variar por circunstancias sobrevenidas, lo cual se hará constar en la información actualizada disponible en la Intranet y accesible a los alumnos matriculados.

