

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Sistemas dinámicos, caos y fractales

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2014-15 - Segundo semestre

**FECHA DE PUBLICACIÓN**

Noviembre - 2014

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Sistemas dinámicos, caos y fractales
<b>Titulación</b>	10II - Grado en Ingeniería Informatica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	E.T.S. de Ingenieros Informaticos
<b>Semestre/s de impartición</b>	Octavo semestre
<b>Materia</b>	Optatividad
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	105000070

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	4
<b>Curso Académico</b>	2014-15	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Superadas

El plan de estudios Grado en Ingeniería Informatica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería Informatica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

## Competencias

---

CG-1/21 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG-13/CE55 - Capacidad de comunicarse de forma efectiva con los compañeros, usuarios (potenciales) y el público en general acerca de cuestiones reales y problemas relacionados con la especialización elegida.

CG-19 - Capacidad de usar las tecnologías de la información y la comunicación.

CG-2/CE45 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en el área de la informática.

CG-6 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis

Ce 12/16 - Conocer los campos de aplicación de la informática, y tener una apreciación de la necesidad de poseer unos conocimientos técnicos profundos en ciertas áreas de aplicación; apreciación del grado de esta necesidad en, por lo menos, una situación.

Ce 14/15 - Conocer el software, el hardware y las aplicaciones existentes en el mercado, así como el uso de sus elementos, y capacidad para familiarizarse con nuevas aplicaciones informáticas.

Ce 44 - Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA277 - Dado un problema real elegir la tecnología informática existente en el mercado mas apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución, lo que se puede y no se puede conseguir a través del estado actual de desarrollo de la tecnología usada, y lo que se espera que avance en el futuro.

RA278 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica mas apropiada a un problema informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorias
Sastre Rosa, M. Asuncion	1318	sonia.sastre@upm.es	
Escribano Iglesias, M. Del Carmen	1303	mariadelcarmen.escribano@upm.es	
Reyes Castro, Miguel E. ( <b>Coordinador/a</b> )	1305	miguel.reyes@upm.es	
Giraldo Carbajo, Antonio	1302	antonio.giraldo@upm.es	

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorias con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

Se introducirá al alumno en los conceptos básicos de sistemas dinámicos, discretos y continuos, que llevarán al concepto de caos y sus características más significativas. Se estudiará con detalle la dinámica logística y la dinámica compleja a través de la familia cuadrática, con los conjuntos de Julia y Mandelbrot asociados.

Los sistemas dinámicos son una herramienta básica para la construcción de los conjuntos fractales, que se presentarán a través de los ejemplos clásicos y de los fractales generados por sistemas de funciones iteradas. Se estudiarán algunas de sus aplicaciones como, por ejemplo, a la simulación y compresión de imágenes reales.

## Temario

---

1. Sistemas dinámicos y Caos
  - 1.1. Nociones básicas de sistemas dinámicos
  - 1.2. La familia logística
  - 1.3. Estabilidad e inestabilidad
  - 1.4. Diagrama de bifurcaciones
  - 1.5. El caos y sus características
  - 1.6. Atractores planos (Henon y otros)
2. Sistemas dinámicos complejos
  - 2.1. Sistemas dinámicos complejos
  - 2.2. Conjuntos de Julia y de Mandelbrot
3. Fractales
  - 3.1. Fractales clásicos
  - 3.2. Medida y dimensión
  - 3.3. Fractales aleatorios y movimiento browniano
4. Sistemas de funciones iteradas
  - 4.1. Sistemas de funciones iteradas
  - 4.2. Algoritmos determinista y aleatorio
  - 4.3. El problema inverso
  - 4.4. Aplicación a la simulación y compresión de imágenes reales

## Cronograma

**Horas totales:** 68 horas

**Horas presenciales:** 68 horas (43.6%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas informáticas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 2	<b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas informáticas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 3	<b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas informáticas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 4	<b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas informáticas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 5	<b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas informáticas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 6	<b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas informáticas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 7	<b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas informáticas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial

Semana 8	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Examen teórico y entrega de prácticas</b></p> <p>Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 9	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 10	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 11	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 12	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 13	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 14	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>

Semana 15	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 16	<p><b>Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Prácticas informáticas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Examen teórico y entrega de prácticas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 17				<p><b>Examen teórico</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Entrega y examen de prácticas</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PI: Técnica del tipo Presentación Individual</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
2	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
3	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
4	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
5	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
6	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
7	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
8	Examen teórico y entrega de prácticas	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	25.2%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
8	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
9	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
11	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
12	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
13	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
14	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
15	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
16	Examen teórico y entrega de prácticas	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	25.2%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
16	Entrega y resolución de ejercicios y prácticas en el aula	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3.1%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
17	Examen teórico	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	50%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44
17	Entrega y examen de prácticas	01:00	Evaluación sólo prueba final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	50%		CG-1/21, CG-2/CE45, CG-6, CG-13/CE55, CG-19, Ce 12/16, Ce 14/15, Ce 44

## Criterios de Evaluación

### **CONVOCATORIA ORDINARIA**

Sistema general de evaluación continua: Las actividades evaluables son las especificadas en la tabla del apartado anterior (evaluación sumativa), cada una de ellas puntuable de 0 a 10. La nota de la asignatura se calcula según los pesos fijados en dicha tabla, y se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10.

Sistema de evaluación final: El alumno que desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura antes de la 4ª semana de clase. Este sistema de evaluación mediante sólo prueba final, consistirá de:

- La realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará todo el temario de la asignatura, puntuable de 0 a 10 y con peso en la nota final del 50%.
- La realización, entrega, exposición y defensa de las prácticas de laboratorio propuestas en la evaluación continua. Se puntuarán de 0 a 10, y con peso en la nota final del 50%. La nota final se obtiene con los pesos anteriores y se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10.

### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA DE JULIO**

Consistirá de:

- La realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará todo el temario de la asignatura, puntuable de 0 a 10 y con peso en la nota final del 50%.
- La realización, entrega, exposición y defensa de las prácticas de laboratorio propuestas en la evaluación continua. Se puntuarán de 0 a 10, y con peso en la nota final del 50%. La nota final se obtiene con los pesos anteriores y se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10.

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Barnsley, M.F., Fractals everywhere, Academic Press, 1988.	Bibliografía	
Flake, G.W., The computational beauty of nature, MIT Press, 2000.	Bibliografía	
Giraldo, A. y Sastre, M.A., Geometría fractal: aplicaciones y algoritmos, FGUPM, 2000.	Bibliografía	
Giraldo, A. y Sastre, M.A., Sistemas dinámicos discretos y caos, FGUPM, 2002.	Bibliografía	
Guzmán, M. de; Martín, M.A.; Morán, M.; y Reyes, M., Estructuras fractales y aplicaciones, Labor, 1993.	Bibliografía	
Peitgen, H.O.; Jürgens, H. and Saupe, D., Chaos and Fractals, Springer, 1992.	Bibliografía	
<a href="http://www.dma.fi.upm.es">http://www.dma.fi.upm.es</a>	Recursos web	
<a href="http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual">http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual</a>	Recursos web	