



Sistemas Dinámicos, Caos y Fractales

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Sistemas Dinámicos, Caos y Fractales
Materia	Optatividad
Departamento responsable	Matemática Aplicada
Créditos ECTS	6
Carácter	Optativa
Titulación	Grado de Ingeniería Informática por la Universidad Politécnica de Madrid
Curso	Cuarto
Especialidad	No aplica

Curso académico	2011-2012
Semestre en que se imparte	Octavo (febrero a junio)
Semestre principal	Octavo (febrero a junio)
Idioma en que se imparte	Castellano
Página Web	http://www.dma.fi.upm.es



2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Carmen Escribano Iglesias	1303	cescribano@fi.upm.es
Antonio Giraldo Carbajo	1302	agiraldo@fi.upm.es
Miguel Reyes Castro (coordinador)	1305	mreyes@fi.upm.es
M ^a . Asunción Sastre Rosa	1318	masastre@fi.upm.es

3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

Asignaturas superadas	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Otros resultados de aprendizaje necesarios	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno



4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
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.	3
CE-14/15	Conocer el software, hardware y las aplicaciones existentes en el mercado, así como el uso de sus elementos, y capacidad para familiarizarse con nuevas aplicaciones informáticas.	3
CE-44	Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.	3
CG-1/21	Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.	3
CG-2/CE-45	Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en el área de la informática.	3
CG-6	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.	3
CG_13/CE-55	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; competencia comunicativa para presentar ideas y soluciones propuestas de forma convincente por escrito y de forma oral.	3
CG-19	Capacidad para usar las tecnologías de la información y la comunicación	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento
Nivel de adquisición 2: Comprensión
Nivel de adquisición 3: Aplicación
Nivel de adquisición 4: Análisis y Síntesis



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA1	Dado un problema real elegir la tecnología existente en el mercado más 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.	CE-12/16 CE-14/15 CE-44 CG-1/21 CG2/CE-45 CG-6 CG-19 CG-13/CE-55	3
RA2	Desarrollar la solución matemática y algorítmica más apropiada a un problema informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.	CE-12/16 CE-14/15 CE-44 CG-1/21 CG2/CE-45 CG-6 CG-19 CG-13/CE-55	3



5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Conocer las nociones básicas de sistemas dinámicos y saber utilizarlas para estudiar la familia logística.	RA1,RA2
I2	Conocer el concepto de caos y sus características, así como ejemplos de sistemas donde aparece.	RA2
I3	Conocer ejemplos de atractores extraños (Hénon, Lorenz, ...) y saber generarlos algorítmicamente.	RA1, RA2
I4	Conocer los conceptos y propiedades básicas de los conjuntos de Julia y Mandelbrot, la relación que existe entre ellos, y diferentes algoritmos para generarlos.	RA1, RA2
I5	Conocer los fractales clásicos, su motivación y propiedades.	RA2
I6	Conocer los conceptos básicos de medida y dimensión, la dimensión fraccionaria y su relación con los fractales.	RA2
I7	Saber generar fractales aleatorios y movimiento Browniano para simular formas de la naturaleza.	RA1, RA2
I8	Conocer los conceptos relativos a los Sistemas de Funciones Iteradas (SFI) y a sus atractores.	RA2
I9	Conocer y aplicar diferentes algoritmos para generar el atractor de un SFI.	RA2
I10	Conocer el problema inverso, consistente en buscar un SFI para simular cierta forma de la naturaleza.	RA1, RA2,
I11	Aplicar los fractales a la simulación y compresión de imágenes reales.	RA1, RA2

(La tabla anterior puede ser sustituida por la tabla de rúbricas)



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará el Tema 1 y 2 de la asignatura.	Semana 8	Aula	20%
Realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará los Temas 3 y 4 de la asignatura.	Semana 16	Aula	20%
Realización y entrega de ejercicios y prácticas realizadas con software matemático.	Semanas 1 a 15	Aula y Sala Informática	40%
Realización, entrega, exposición y defensa de un trabajo sobre sistemas dinámicos o generación de fractales con software específico.	Semanas 9-16	Sala Informática	20%
			Total: 100%



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

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**

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 60%.
- La realización, entrega, exposición y defensa de las prácticas de laboratorio propuestas en la evaluación continua. Estas prácticas se puntuarán de 0 a 10, y con peso en la nota final del 40%.

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 60%.
- La realización, entrega, exposición y defensa de las prácticas de laboratorio propuestas en la evaluación continua. Estas prácticas se puntuarán de 0 a 10, y con peso en la nota final del 40%.

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.



6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1: Sistemas Dinámicos y Caos	1.1. Nociones básicas de Sistemas Dinámicos.	I1
	1.2. La familia logística.	I1
	1.3. Estabilidad e inestabilidad.	I1, I2
	1.4. Diagrama de bifurcaciones.	I2
	1.5. El caos y sus características.	I2
Tema 2: Sistemas Dinámicos Complejos	2.1. Sistemas Dinámicos complejos.	I3, I4
	2.3. Atractores de Hénon y de Lorenz.	I3
	2.4. Conjuntos de Julia y Mandelbrot.	I4
Tema 3: Fractales	3.1. Fractales clásicos.	I5
	3.2. Medida y dimensión.	I6
	3.3. Fractales aleatorios y movimiento browniano	I7
Tema 4: Sistemas de funciones iteradas	4.1. Sistemas de funciones iteradas (SFI).	I8
	4.2. Algoritmos determinista y aleatorio.	I9
	4.3. El problema inverso.	I10
	4.4. Aplicación de los SFI a la simulación y compresión de imágenes reales	I11

7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

Tabla 7. Modalidades organizativas de la enseñanza

MODALIDADES ORGANIZATIVAS DE LA ENSEÑANZA		
Escenario	Modalidad	Finalidad
	Clases Teóricas	<i>Hablar a los estudiantes</i>
	Seminarios-Talleres	<i>Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes</i>
	Clases Prácticas	<i>Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar</i>
	Prácticas Externas	<i>Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional</i>
	Tutorías	<i>Atención personalizada a los estudiantes</i>
	Trabajo en grupo	<i>Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos</i>
	Trabajo autónomo	<i>Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje</i>

Tabla 9. Métodos de enseñanza

MÉTODOS DE ENSEÑANZA		
	Método	Finalidad
	Método Expositivo/Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante
	Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
	Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos
	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
	Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos
	Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
	Contrato de Aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo

Se conoce como método expositivo "la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida". Esta metodología -también conocida como lección (lecture)- se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un periodo determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.



BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS	
CLASES DE TEORIA	Método expositivo / Lección magistral
CLASES DE PROBLEMAS	Resolución de ejercicios y problemas Aprendizaje basado en problemas Resolución de problemas con software matemático.
PRÁCTICAS	<ul style="list-style-type: none">• Implementación de algoritmos para estudiar sistemas dinámicos y detectar el caos.• Simular los atractores extraños y los conjuntos de Julia y Mandelbrot, mediante software original y comercial.• Generar fractales mediante los algoritmos determinista y aleatorio.• Usar software original y comercial para simular imágenes reales y de la naturaleza.
TRABAJOS AUTONOMOS	Aprendizaje basado en problemas
TUTORÍAS	Atención personalizada a los estudiantes



8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	Barnsley, M.F.: <i>“Fractals everywhere”</i> . Academic Press, San Diego, 1988.
	Flake, G.W.: <i>“The computational beauty of Nature: Computer explorations of fractals, chaos, complex systems and adaptation”</i> . MIT Press, 2000.
	Giraldo, A.; Sastre, M.A.: <i>“Geometría fractal. Aplicaciones y algoritmos”</i> . Fundación General de la UPM, Madrid, 2000.
	Giraldo, A.; Sastre, M.A.: <i>“Sistemas dinámicos discretos y Caos. Teoría, ejemplos y algoritmos”</i> . Fundación General de la UPM, Madrid, 2002.
	Guzmán, M.; Martín, M.A.; Morán, M.; Reyes, M.: <i>“Estructuras fractales y aplicaciones”</i> . Labor, Barcelona, 1993.
	Peitgen, H.O.; Jürgens, H.; Saupe, D.: <i>“Chaos and Fractals”</i> . Springer Verlag, New York, 1992.
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura (http://www.dma.fi.upm.es)
	Sitio Moodle de la asignatura (http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual)
EQUIPAMIENTO	Sala Informática con software matemático.
	Aula



9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semanas 1-7 (10 h/semana)	Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos (2 horas).	Práctica Informática (2 horas).	Estudio, resolución y desarrollo de ejercicios y prácticas y realización del trabajo/proyecto (6 horas)		Entrega y/o resolución de ejercicios y prácticas en el aula.	
Semana 8 (11 horas)	Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos (2 horas).	Práctica Informática (2 horas).	Estudio, resolución y desarrollo de ejercicios y prácticas y realización del trabajo/proyecto (6 horas)		Examen de los temas 1 y 2 (1 hora). Entrega final de las prácticas de los temas 1 y 2.	
Semanas 9-15 (10 h/semana)	Explicación y desarrollo de contenidos teóricos y prácticos (2 horas).	Práctica Informática (2 horas).	Estudio, resolución y desarrollo de ejercicios y prácticas y realización del trabajo/proyecto (6 horas)		Entrega y/o resolución de ejercicios y prácticas en el aula.	
Semana 16 (11 horas)			Estudio, resolución y desarrollo de ejercicios y prácticas y realización del trabajo/proyecto (9 y 1/2 horas)		Examen de los temas 3 y 4 (1 hora). Entrega final de las prácticas de los temas 1 y 2. Presentación y defensa de los trabajos/proyectos (1/2 hora)	

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.

En total 162 horas : 30 horas de clase, 30 de laboratorio, 98 de trabajo individual y 2 de examen.



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
FACULTAD DE INFORMÁTICA
Campus de Montegancedo
Boadilla del Monte. 28660 Madrid