

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2022-2023

Identificación y características de la asignatura																																																																																																																	
Código	401923	Créditos ECTS	6																																																																																																														
Denominación (español)	Optimización y Complejidad																																																																																																																
Denominación (inglés)	Optimization and Complexity																																																																																																																
Titulaciones	Máster Universitario en Simulación en Ciencias e Ingeniería																																																																																																																
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales																																																																																																																
Semestre	2	Carácter	Optativa																																																																																																														
Módulo	Optativas																																																																																																																
Materia	Simulación en Ciencias																																																																																																																
Profesor/es																																																																																																																	
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web																																																																																																														
Juan Jesús Ruiz Lorenzo	B.202	ruiz@unex.es	www.eweb.unex.es/eweb/fisteor/juan/																																																																																																														
Andrés Santos Reyes	B.205	andres@unex.es	www.eweb.unex.es/eweb/fisteor/andres/																																																																																																														
Área de conocimiento	Física Teórica																																																																																																																
Departamento	Física																																																																																																																
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Juan Jesús Ruiz Lorenzo																																																																																																																
Competencias (ver tabla en https://goo.gl/BjxjVH)																																																																																																																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">asCompetencias</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">n una "X" Marcar</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">esCompetencias</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">n una "X" Marcar</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">esCompetencias</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">n una "X" Marcar</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">asCompetencias</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">n una "X" Marcar</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">asCompetencias</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">n una "X" Marcar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CB6</td><td>X</td><td>CG1</td><td>X</td><td>CT1</td><td>X</td><td>CE1</td><td></td><td>CE01</td><td>X</td></tr> <tr><td>CB7</td><td>X</td><td>CG2</td><td>X</td><td>CT2</td><td>X</td><td>CE2</td><td></td><td>CE02</td><td></td></tr> <tr><td>CB8</td><td>X</td><td>CG3</td><td>X</td><td>CT3</td><td>X</td><td>CE3</td><td></td><td>CE03</td><td></td></tr> <tr><td>CB9</td><td>X</td><td>CG4</td><td>X</td><td>CT4</td><td>X</td><td>CE4</td><td></td><td>CE04</td><td>X</td></tr> <tr><td>CB10</td><td>X</td><td>CG5</td><td>X</td><td>CT5</td><td>X</td><td>CE5</td><td></td><td>CE05</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>CG6</td><td>X</td><td>CT6</td><td>X</td><td>CE6</td><td></td><td>CE06</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>CG7</td><td>X</td><td>CT7</td><td>X</td><td>CE7</td><td></td><td>CE07</td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>CT8</td><td>X</td><td>CE8</td><td></td><td>CE08</td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>CT9</td><td></td><td></td><td></td><td>CE09</td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>CT10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				asCompetencias	n una "X" Marcar	esCompetencias	n una "X" Marcar	esCompetencias	n una "X" Marcar	asCompetencias	n una "X" Marcar	asCompetencias	n una "X" Marcar	CB6	X	CG1	X	CT1	X	CE1		CE01	X	CB7	X	CG2	X	CT2	X	CE2		CE02		CB8	X	CG3	X	CT3	X	CE3		CE03		CB9	X	CG4	X	CT4	X	CE4		CE04	X	CB10	X	CG5	X	CT5	X	CE5		CE05				CG6	X	CT6	X	CE6		CE06				CG7	X	CT7	X	CE7		CE07	X					CT8	X	CE8		CE08	X					CT9				CE09	X					CT10					
asCompetencias	n una "X" Marcar	esCompetencias	n una "X" Marcar	esCompetencias	n una "X" Marcar	asCompetencias	n una "X" Marcar	asCompetencias	n una "X" Marcar																																																																																																								
CB6	X	CG1	X	CT1	X	CE1		CE01	X																																																																																																								
CB7	X	CG2	X	CT2	X	CE2		CE02																																																																																																									
CB8	X	CG3	X	CT3	X	CE3		CE03																																																																																																									
CB9	X	CG4	X	CT4	X	CE4		CE04	X																																																																																																								
CB10	X	CG5	X	CT5	X	CE5		CE05																																																																																																									
		CG6	X	CT6	X	CE6		CE06																																																																																																									
		CG7	X	CT7	X	CE7		CE07	X																																																																																																								
				CT8	X	CE8		CE08	X																																																																																																								
				CT9				CE09	X																																																																																																								
				CT10																																																																																																													
Contenidos																																																																																																																	

Breve descripción del contenido

Algoritmos. Grafos. Teoría de la Complejidad. Algoritmos motivados en fenómenos físicos. El problema de la satisfacibilidad. Problemas de Optimización en Ciencias. Autómatas. Teoría de Redes. Aplicaciones científicas.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: Algoritmos (2 horas)

Contenidos del tema 1:

- 1.1 Algoritmo Pidgin
- 1.2 Algoritmos iterativos y recursivos
- 1.3 Programación dinámica
- 1.4 Backtracking

Prácticas: Programación de diferentes problemas de optimización (2 horas)

Denominación del tema 2: **Grafos**. (4 horas)

Contenidos del tema 2:

- 2.1 Conceptos básicos y Problemas clásicos.
- 2.2 Algoritmos básicos de grafos.
- 2.3 Grafos aleatorios.
- 2.4. Percolación.

Prácticas: Estudio de algoritmos de búsqueda en árboles. Percolación (8 horas).

Denominación del tema 3: Teoría de la Complejidad. (4 horas)

Contenidos del tema 3:

- 3.1 Máquinas de Turing
- 3.2 Clase P
- 3.3 Clase NP
- 3.4 Problemas NP completos: ejemplos
- 3.5 Computación Cuántica y Ordenadores Cuánticos

Denominación del tema 4: Teoría de Redes (10 horas)

Contenidos del tema 4:

- 4.1 Introducción
- 4.2 Estructura de redes complejas
- 4.3 Procesos de propagación. Ejemplos: propagación epidémica y propagación de rumores.
- 4.4. Aplicaciones: redes sociales, internet, procesos metabólicos y redes neuronales.

Prácticas: Análisis de redes sobre datos económico-sociales de la comunidad extremeña (10 horas)

Denominación del tema 5: Problemas de Optimización en Ciencias. (10 horas)

Contenidos del tema 5:

- 5.1 Algoritmos motivados en Mecánica Estadística: “warning propagation”, “belief propagation” y “survey propagation”
- 5.2 Optimización de Monte Carlo: “Simulated annealing”, algoritmos de cluster y

elección sesgada.

- 5.3 Algoritmos genéticos.

Prácticas: Predicción de la función de proteínas mediante redes de interacción proteína-proteína (10 horas)

Actividades formativas*

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	14	2			2			10
2	22	4			8			10
3	14	4						10
4	33	8			10			15
5	35	10			10			15
Evaluación **								
Prueba Final		32	2					30
TOTAL		150	30			30		90

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Nota. Esta asignatura pertenece al programa PALEx-intermedio. Se impartirán el 25% de las clases de Grupo Grande (excluyendo el exámen) en inglés: un total de 7 horas.

Metodologías docentes

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	X
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	X
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	X
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de	X

***Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

	informática, trabajo de campo).	
5.	Visitas técnicas a instalaciones.	
6.	Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	X
7.	Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	X
8.	Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	X
9.	Desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).	X
10.	Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.	
11.	Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa del mismo, etc.	

En las clases de **grupo grande** se explicarán los fundamentos teóricos de los conceptos presentados en la asignatura.

En las **prácticas de ordenador** se explicarán las herramientas básicas de programación de los algoritmos presentados en las clases de grupo grande y se explicarán programas ejemplo para que los alumnos puedan tener una base a partir de la cual desarrollar sus propios programas y aplicarlos a casos reales concretos que les serán propuesto.

Los **proyectos tutorizados** consistirán en la resolución mediante alguna de las herramientas explicadas en la asignatura de un problema real de entidad superior a los estudiados en las prácticas de ordenador.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

Se evaluará la asignatura de acuerdo a los siguiente criterios:

CE1. Dominio de los contenidos teóricos de la asignatura.

Relacionado con las competencias CB6, CB7, CB8, CB10, CG1, CG4, CG5, CT1, CT4, CT7, CEO4, CE08, CE09.

CE2. Capacidad para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a la resolución de problemas reales.

Relacionado con las competencias CB6, CB7, CB8, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CT1, CT2, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CEO4, CE08, CE09.

CE3. Dominio de las herramientas informáticas relacionadas con la materia.

Relacionado con las competencias CG2, CG3, CG6, CG7, CT5, CT6, CEO4, CE07, CE09.

CE4. Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos en un lenguaje técnico apropiado, oral y escrito, dentro del campo de la inteligencia artificial.

Relacionado con las competencias CB8, CB9, CG4, CG5, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8.

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

	Rango establecido en la memoria verificada	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global ^(*)
1. Exámenes (Examen final y/o Exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios).	40%-70% ⁽¹⁾ 0%-40% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾	20 %	20 %	20 %
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo.	0%-40% ⁽¹⁾ 40%-80% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾	70 %	70 %	80 %
3. Asistencia y aprovechamiento en las clases, prácticas y otras actividades presenciales.	0%-20% ^(1,2) 0%-20% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾	10	10	---
4. Presentación y defensa de trabajos y memorias propuestos.	0% ⁽¹⁾ 0% ⁽²⁾ 100% ⁽³⁾			

^(*) El estudiante comunicará al profesor por escrito el tipo de evaluación elegido en las tres primeras semanas de cada semestre y el profesor remitirá la correspondiente relación a la Comisión de Calidad de la Titulación. Cuando un estudiante no realice esta comunicación, se entenderá que opta por la evaluación continua. Una vez elegido el tipo de evaluación, el estudiante no podrá cambiar en la convocatoria ordinaria de ese semestre y se atenderá a la normativa de evaluación para la convocatoria extraordinaria.

⁽¹⁾ Asignaturas de la materia *Fundamentos matemáticos (Métodos numéricos, Ecuaciones diferenciales y Tratamiento estadístico de datos)*.

⁽²⁾ Resto de asignaturas.

⁽³⁾ Trabajo fin de máster.

Descripción de las actividades de evaluación

Se contemplan dos sistemas alternativos de evaluación:

- Evaluación continua.
- Evaluación con una única prueba final de carácter global.

La elección entre un sistema u otro corresponde al estudiante, quien deberá comunicarlo al profesor de acuerdo con la normativa legalmente vigente y en los pazos que esta determine.

A continuación se describe el sistema de **evaluación continua**.

El alumno desarrollará programas en las clases prácticas cuyos resultados se

presentarán en una memoria. La evaluación de esta memoria supondrá un 30 % de la nota de la asignatura.(Recuperable 30%).

El alumno desarrollará uno o varios programas, dependiendo de su extensión y dificultad, donde se resolverán uno o varios casos prácticos mediante las técnicas estudiadas en la asignatura. Se presentará una memoria con los resultados obtenidos. Su evaluación representará el 40% de la nota de la asignatura.(Recuperable 40%).

Se realizará un examen teórico-práctico al final de la asignatura que representará un 20 % de la nota de la asignatura.(Recuperable 20%).

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Un examen teórico-práctico de la asignatura. Representará el 20% de la nota.
- El alumno deberá presentar una memoria con los resultados obtenidos en la resolución de varios casos prácticos similares a los realizados en las clases prácticas. Representará el 30% de la nota
- El alumno deberá presentar, así mismo, una memoria con los resultados obtenidos en la resolución de uno o varios, dependiendo de su dificultad y extensión, casos prácticos mediante las técnicas estudiadas en la asignatura. Estos casos prácticos serán similares a los propuestos al resto de los alumnos a lo largo del curso. Representará el 50% de la nota.

Estos programas le serán encargados al alumno por el profesor cuando aquél manifieste su deseo de optar por la evaluación global.

Nota. Esta asignatura pertenece al programa PALEx-intermedio, por lo tanto los alumnos podrán presentar los diferentes trabajos y prácticas así como el examen en inglés.

Bibliografía

Básica

- A. K. Hartmann y M. Weigt, *Phase Transitions in Combinatorial Optimization Problems: Basis, Algorithms and Statistical Mechanics* (Wiley, Weinheim, 2005).
- C. H. Papadimitriou y K. Steiglitz, *Combinatorial Optimization. Algorithms and Complexity* (Dover, Mineola, 2015).
- G. Chartrand, *Introductory Graph Theory* (Dover, Mineola, 1977).
- A-L. Barabási, *Network Science*, (Cambridge University Press, 2016).
- Stefano Boccaletti, Vito Latora, Yamir Moreno, Martin Chavez y D-U Hwang. *Complex Networks: Structure and Dynamics*. *Physics Reports* 424, 175-308 (2006).
- W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, *Numerical Recipes Third Edition* (Cambridge University Press, 2007).
- L. M. Barone, E. Marinari y F. Ricci-Tersenghi, *Scientific Programming:C-Language, Algorithms and Models in Science* (World Scientific, Singapur, 2013).
- M. A. Nielsen y I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information* (Cambridge, 2000).

Complementaria

- M. Mézard, G. Parisi y M. Virasoro, *Spin Glass Theory and Beyond* (World Scientific, Singapur, 1987).

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Recursos complementarios irán apareciendo en las webs:

www.unex.es/eweb/fisteor/juan/

www.unex.es/eweb/fisteor/andres/