

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
FORMACIÓN DE ESPECIALIDAD 1: COMPUTACIÓN Y SISTEMAS INTELIGENTES	MODELOS DE COMPUTACIÓN	3º	2º	6	Obligatoria
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
TEORÍA Dr. Francisco Herrera Triguero (Campus Granada) Dr. Daniel Molina Cabrera (Campus Ceuta)  PRÁCTICAS Dr. Oscar Cordon García (Campus Granada) Dr. Salvador García (Campus Granada) Dr. Daniel Molina Cabrera (Campus Ceuta)			Departamento de Ciencias de la Computación e I.A. E.T.S.I.I.T. - Universidad de Granada C/Daniel Saucedo Aranda s/n 18071-GRANADA Teléfono: 958244019; Fax: 948243317 <a href="http://decsai.ugr.es">http://decsai.ugr.es</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Los horarios de tutorías del profesorado pueden consultarse en la web: <a href="http://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores">http://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores</a>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Informática					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Los alumnos no tendrán que tener asignaturas, materias o módulos aprobados como requisito indispensable para cursar el módulo. No obstante se recomienda la superación de los contenidos y					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente



## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Algoritmos avanzados de optimización y búsqueda. Técnicas de diseño de algoritmos basados en trayectorias y poblaciones. Metaheurísticas paralelas.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### **Competencias Generales del Título**

E8. Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

E9. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad.

Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

### **Competencias Básicas**

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

### **Competencias Transversales**

- T1. Capacidad de análisis y síntesis: Encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos.

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

### **Objetivos formativos particulares**

- Identificar las distintas clases (en términos de complejidad computacional) de problemas de optimización y búsqueda.
- Comprender la conveniencia de soluciones aproximadas para problemas complejos.
- Comprender el concepto de metaheurística. Identificar las componentes y propiedades más relevantes de una metaheurística.
- Conocer la búsqueda local. Saber cómo aplicarla en la resolución de problemas de optimización y búsqueda. Identificar sus principales inconvenientes.
- Conocer los principales mecanismos para solventar o paliar los inconvenientes de la búsqueda local.
- Conocer las principales formas de representación de soluciones para problemas de búsqueda: binario, permutaciones, real.
- Conocer las principales metaheurísticas basadas en trayectorias. En particular, enfriamiento simulado y búsqueda tabú. Conocer bien sus componentes y cómo aplicarlas a un problema dado.
- Conocer las principales metaheurísticas basadas en poblaciones. En particular Algoritmos Genéticos. Conocer bien sus componentes y cómo aplicarlos a un problema dado.
- Conocer las ventajas que los sistemas paralelos y/o distribuidos ofrecen en la resolución de problemas de optimización y búsqueda. Saber explotar la estructuración espacial frente a la temporal.
- Dado un problema, identificar sus principales características y tener la madurez para decidir qué tipo de metaheurística es la más adecuada para su resolución.
- Conocer las distintas técnicas con la suficiente pericia para encontrar las soluciones de la mejor calidad con restricciones de



tiempo.

**Objetivos formativos de carácter general (competencias según BOE de 4 de agosto de 2009)**

- Ser capaz de evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO

Tema 1: Introducción a las metaheurísticas

- Complejidad de los problemas
- Algoritmos aproximados
- Concepto de metaheurística

Tema 2: Modelos de Búsqueda

- Búsqueda por Entornos
- Trayectorias vs Poblaciones

Tema 3: Metaheurísticas basadas en poblaciones

- Concepto y elementos de los algoritmos basados en poblaciones
- Algoritmos genéticos y programación genética
- Evolución diferencial y otros algoritmos de optimización continua
- Aplicación a problemas

Tema 4: Algoritmos Meméticos

- Hibridación de metaheurísticas
- Algoritmos meméticos

Tema 5: Metaheurísticas basadas en trayectorias

- Búsqueda local. Inconvenientes: Convergencia a óptimos locales
- Concepto y elementos de los algoritmos basados en trayectorias simples
- Concepto y elementos del enfriamiento simulado. Aplicación a problemas
- Concepto y elementos de la búsqueda tabú. Aplicación a problemas
- Concepto y elementos de los algoritmos basados en trayectorias múltiples
- Algoritmos basados en trayectorias múltiples: GRASP, ILS y VNS

Tema 6: Metaheurísticas basadas en adaptación social

- Introducción a la adaptación social
- Cooperación de agentes en problemas de optimización
- Algoritmos basados en colonias de hormigas
- Algoritmos basados en nubes de partículas
- Aplicación a problemas

Tema 7: Aspectos Avanzados en Metaheurísticas

- Diversidad versus convergencia



- Múltiples soluciones: algoritmos basados en nichos
- Nuevos algoritmos basados en la naturaleza y bioinspirados

#### Tema 8: Metaheurísticas paralelas

- Objetivos de la paralelización
- Enfoques de paralelización
- Taxonomía de metaheurísticas paralelas

#### Tema 9: Aprendizaje Evolutivo

- Aprendizaje como problema de optimización
- Modelos de aprendizaje basado en metaheurísticas
- Aprendizaje evolutivo de reglas

### TEMARIO PRÁCTICO

#### Prácticas en laboratorio de ordenadores:

- P1. Resolución de problemas con técnicas de búsqueda local
- P2. Resolución de problemas con metaheurísticas basadas en poblaciones: algoritmos genéticos y algoritmos meméticos.
- P3. Resolución de problemas con metaheurísticas basadas en trayectorias: enfriamiento simulado, búsqueda multiarranque básica, ILS, GRASP e ILS híbrida.

#### Prácticas en pizarra:

- Resolución de problemas clásicos de optimización mediante metaheurísticas.
- Resolución de problemas clásicos de optimización con restricciones mediante metaheurísticas.

### SEMINARIOS

- S1. Ejemplos de resolución de problemas con metaheurísticas: problemas clásicos y reales. Software de metaheurísticas.
- S2. Problemas de optimización con metaheurísticas basadas en trayectorias simples.
- S3. Problemas de optimización con metaheurísticas basadas en trayectorias múltiples.
- S4. Problemas de optimización con algoritmos genéticos.
- S5. Problemas de optimización con algoritmos de optimización basados en colonias de hormigas.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- E. Alba (ed.), "Parallel Metaheuristics", John Wiley & Sons, 2005.
- F. Glover, G.A. Kochenberger (eds.) "Handbook of Metaheuristics", Kluwer Academic Press, 2003.
- Z. Michalewicz, "Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs", Springer-Verlag, 1996.
- P.M. Pardalos, M.G.C. Resende, "Handbook of Applied Optimization", Oxford University Press, 2002.
- C. R. Reeves, "Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems", Blackwell Scientific Pub.,



1993

- M. Dorigo, T. Stützle, "Ant Colony Optimization". The MIT Press, 2004.
- A.E. Eiben, J.E. Smith, "Introduction to Evolutionary Computing". Springer, 2003.
- M. Laguna, R. Martí, "Scatter Search", Springer, 2003.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- D. Corne, M. Dorigo, F. Glover (Eds.), "New Ideas in Optimization", McGraw-Hill, 1999.
- H.H. Hoos, T. Stützle, "Stochastic Local Search", Morgan Kaufmann, 2004.
- J.M. Moreno Vega, J.A. Moreno Pérez, "Heurísticas en Optimización", Consejería de Educación, Cultura y Deportes, Gobierno de Canarias, 1999.

#### ENLACES RECOMENDADOS

<http://en.wikipedia.org/wiki/Metaheuristic>  
<http://www.metaheuristics.net>  
<http://sci2s.ugr.es/docencia/index.php#graduate>  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Computaci3n\\_evolutiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Computaci3n_evolutiva)  
<http://www.icsi.berkeley.edu/~storn/code.html>  
<http://paradiseo.gforge.inria.fr>  
<http://eodev.sourceforge.net>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

##### 1. Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)

Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.

Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica

Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS)

Competencias: E8, E9, CB5, T1

##### 2. Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)

Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.

Contenido en ECTS: 16 horas presenciales (0.6 ECTS)

Competencias: E8, E9, CB5, T1

##### 3. Seminarios (grupo pequeño)

Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.

Contenido en ECTS: 9 horas presenciales (0.4 ECTS)

Competencias: E8, E9, CB5, T1

##### 4. Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
[grados.ugr.es](http://grados.ugr.es)

Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...)

Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E8, E9, CB5, T1

#### 5. Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)

Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.

Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E8, E9, CB5, T1

#### 6. Tutorías académicas (grupo pequeño)

Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor

Propósito: 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante

Contenido en ECTS: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS)

- Competencias: E8, E9, CB5, T1

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la asignatura, se utilizará un sistema de evaluación diversificado, seleccionando las técnicas de evaluación más adecuadas en cada momento, que permita poner de manifiesto los diferentes conocimientos y capacidades adquiridos por el alumnado. De entre las técnicas evaluativas a aplicar se utilizarán alguna o algunas de las siguientes:

- Pruebas escritas: exámenes de desarrollo, exámenes de tipo test, resolución de problemas, casos o supuestos, pruebas de respuesta breve, informes y diarios de clase, trabajos periódicos escritos.
- Pruebas orales: exposición oral de trabajos en clase, individuales o en grupo, sobre contenidos de la asignatura (seminario) y sobre ejecución de tareas prácticas correspondientes a competencias concretas.
- Pruebas en los laboratorios de prácticas: elaboración y defensa de supuestos prácticos en el laboratorio de informática.
- Técnicas basadas en la asistencia y participación activa del alumno en clase, seminarios, tutorías y en el desarrollo y defensa de los trabajos en grupo.

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R.D. 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional. Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa vigente de la Universidad de Granada.



La calificación global responderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Se aplicará la siguiente ponderación:

- Pruebas evaluativas escritas u orales dirigidas, principalmente, a la evaluación de competencias conceptuales: 50%.
- Actividades y trabajos individuales del alumno/a encaminados a la evaluación, principalmente, de competencias procedimentales y actitudinales: 50%.

La evaluación de la adquisición de las competencias básicas y transversales está presente, implícitamente, en la realización de las diferentes pruebas evaluativas. Se utilizarán alguna o algunas de las siguientes técnicas de evaluación:

- Para la parte teórica se realizarán exámenes finales o parciales y entregas de ejercicios sobre el desarrollo y los resultados de las actividades propuestas. La ponderación de este bloque será del 50%.
- Para la parte práctica se realizarán prácticas de laboratorio, resolución de problemas y desarrollo de proyectos (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los alumnos. La ponderación de este bloque será de 50%.

La calificación global corresponderá por tanto a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. El resultado de la evaluación será una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica y una parte práctica.

De forma más concreta se tendrá en cuenta lo siguiente:

#### CONVOCATORIA ORDINARIA

La asignatura se evalúa teniendo en cuenta un 50% la nota de teoría y un 50% la nota de prácticas. Para los alumnos que elijan participar en la evaluación continua tendrán entregas de prácticas para optar a los 5 puntos de prácticas mientras que los 5 puntos de teoría se podrán obtener en el examen final. Para poder superar la asignatura será necesario obtener una nota final igual o superior a 5 puntos, habiendo obtenido al menos 1 punto en cada parte, teoría y prácticas.

La siguiente tabla resume la ponderación:

Actividades Formativas	Ponderación
Parte Teórica	50%
Parte Práctica	50%

#### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

En el examen extraordinario (evaluado de 0 a 10) tanto la parte teórica como práctica será incluida en un único examen que incluirá cuestiones de índole teóricas y problemas de índole práctica.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

De acuerdo a lo establecido en la Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la



Universidad de Granada aprobada en Consejo de Gobierno de 20 de mayo de 2013 (NCG71/2), la evaluación será preferentemente continua. No obstante, el estudiante que no pueda acogerse a dicho sistema por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada podrá acogerse a la evaluación única final. Para ello deberá solicitarlo al Director del Departamento en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o, excepcionalmente, en las dos primeras semanas tras la matriculación en la asignatura (NCG78/9: Instrucción relativa a la aplicación del artículo 8.2).

La evaluación única final se realizará en un solo acto académico el día de la convocatoria oficial de examen para la asignatura. La prueba será evaluada de 0 a 10 e incluirá preguntas tanto de tipo teórico como práctico que garanticen que el alumno ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la presente guía docente.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

**Régimen de asistencia:**

La asistencia a las clases teóricas y prácticas no será obligatoria.

**Más Información:**

Información sobre el Departamento de Ciencias de la Computación e I.A.: <http://decsai.ugr.es>

