

# GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA “METAHEURÍSTICAS” DE LA TITULACIÓN “MÁSTER DE SISTEMAS TELEMÁTICOS E INFORMÁTICOS”

Profesor/es: Abraham Duarte Muñoz y Juan José Pantrigo Fernández

Web: <http://gavab.escet.urjc.es/metaheuristicas>

## I.- Datos iniciales <sup>1</sup>

Código de la asignatura <sup>2</sup>	
Tipo <sup>3</sup>	Optativa
Período de impartición <sup>4</sup>	S2
Créditos	4,5 (ECTS)
Modalidad de impartición <sup>5</sup>	
Departamento	Lenguajes y Sistemas Informáticos
Prerrequisitos de acceso <sup>6</sup>	Ninguno
Conocimientos recomendados <sup>7</sup>	Conocimientos de programación

## II.- Objetivos generales

Competencias genéricas	El alumno conocerá los fundamentos y las herramientas conceptuales y metodológicas de las Metaheurísticas para la resolución de problemas de optimización.
	El alumno será capaz de aplicar los conceptos aprendidos para enfrentarse y resolver problemas de optimización.
	El alumno será capaz de comparar y valorar las diferentes estrategias aplicables a un problema de optimización y generar la información necesaria para decidir qué enfoque es de mayor calidad a través del desarrollo de un diseño experimental apropiado.
Competencias específicas	El alumno será capaz de resolver distintos problemas de optimización clásicos (como el problema del viajante, el problema de la ordenación lineal, etc) utilizando diferentes estrategias (como la búsqueda tabú, los algoritmos genéticos, los sistemas de colonias de hormigas, etc) a su elección.
	El alumno será capaz de resolver problemas de optimización aplicados (relacionados con la segmentación de imágenes, seguimiento en secuencias de vídeo, composición de piezas musicales, redes P2P) utilizando estrategias avanzadas (como la hibridación de metaheurísticas, hiperheurísticas, implementaciones sobre arquitecturas paralelas, etc).

## III.- Contenido

### Temario de la asignatura

1

2 A cumplimentar por la Universidad

3 Tipo: Obligatorias u optativas.

4 Período de impartición: En el caso del grado, la docencia se organiza por cursos y semestres. En el caso del posgrado hablamos de cuatro semestres: 1S-2S-3S o 4S

5 A determinar por la comisión de posgrado. Puede ser presencial o semi-presencial

6 Anotar las asignaturas llave para poder acceder a esta asignatura.

7 conocimientos que sería recomendable que el estudiante dominara para poder entender adecuadamente la materia

Bloque temático	Tema	Apartados
I.- "INTRODUCCIÓN"	Tema 1. "Introducción a la Optimización"	Heurísticas y Metaheurísticas. Definiciones: Vecindad y óptimos locales, Intensificación y diversificación. Complejidad algorítmica: problemas P y NP. Algunos problemas clásicos de optimización: problema del viajante, problema de la mochila, etc. Limitaciones de los algoritmos exactos.
II.- "HEURÍSTICAS"	Tema 2. "Algoritmos Heurísticos"	Definiciones de algoritmos heurísticos. Clasificación de algoritmos Heurísticos. Limitaciones de los algoritmos Heurísticos.
III.- "METAHEURÍSTICAS"	Tema 3. "Algoritmos Metaheurísticos"	Clasificación de algoritmos Metaheurísticos: Taxonomías clásicas, Taxonomía tabular, Taxonomía jerárquica y Taxonomía basada en la relación intensificación-diversificación. Limitaciones de los algoritmos Metaheurísticos.
	Tema 4. "Metaheurísticas Trayectoriales"	Búsqueda Tabú. Recocido Simulado. Búsqueda de Vecindad Variable. Búsqueda Local Guiada. Concentración heurística. Aceptación de Umbral. Métodos Ruidosos. FANS. POPMUSIC. Búsqueda Local Iterativa.
	Tema 5. "Metaheurísticas Constructivas"	GRASP. Métodos Multi-arranque. Colonias de hormigas.
	Tema 6. "Metaheurísticas Poblacionales"	Algoritmos evolutivos: Algoritmos Genéticos y Algoritmos Meméticos. Búsqueda Dispersa. Reencadenamiento de Trayectorias. Algoritmos de Estimación de la Distribución. Algoritmos Culturales. Inteligencia de Enjambre y Optimización por Enjambre de Partículas. Equipos Asíncronos.

IV.- "TENDENCIAS ACTUALES"	Tema 7. "Tendencias Actuales en Optimización Metaheurística"	Técnicas Híbridas. Hiperheurísticas. Implementaciones avanzadas: Análisis del espacio de búsqueda, Búsquedas multi-objetivo, Implementaciones paralelas. Optimización Dinámica
----------------------------	--	--

### Lecturas obligatorias<sup>1</sup>

Cada alumno deberá revisar el estado del arte de un problema que posteriormente resolverá (leer siguiente apartado: Prácticas o actividades obligatorias). Para la revisión del estado del arte se le remitirá a la lectura de en torno a cuatro artículos relacionados con su problema que deberá comprender y organizar adecuadamente. La elección de estos artículos dependerá del problema concreto abordado.

### Prácticas o actividades obligatorias<sup>2</sup>

Cada alumno resolverá un problema de optimización a su elección entre un conjunto de propuestas de los profesores (que combinarán problemas clásicos y aplicados) y utilizará para ello dos metaheurísticas diferentes. Deberá acompañar su propuesta con un breve estado del arte (ver apartado anterior: Lecturas obligatorias) y una experimentación adecuada.

## IV.- Bibliografía<sup>3</sup>

### General

Título	Handbook of Metaheuristics
Autor	F. Glover and G.A. Kochenberger
Editorial	Kluwer Academic Publishers
Título	How to Solve it: Modern Heuristic
Autor	Michalewicz, Z. and Fogel, D.B.
Editorial	Springer-Verlag
Título	Metaheurísticas
Autor	A. Duarte, J. J. Pantrigo y M. Gallego
Editorial	Servicio Editorial de la URJC (en imprenta)
Título	Optimización Heurística y Redes Neuronales
Autor	Díaz, A., Glover, F., Ghaziri, M.H., González, J.L., Laguna, M. y Tseng, F.T.
Editorial	Paraninfo
Título	Procedimientos Metaheurísticos en Optimización Combinatoria. En revista Matemáticas
Autor	R. Martí
Editorial	
Título	Metaheuristic in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison. En ACM Computer Surveys
Autor	Blum, C. and Roli, A.
Editorial	
Título	Número especial Metaheurísticas. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. Volumen 19
Autor	Varios autores
Editorial	

<sup>1</sup> Cuando sean lecturas evaluables.

<sup>2</sup> Cuando sean evaluables.

<sup>3</sup> Se recomienda no exceder de 20 títulos

### Por temas

Título	Scatter Search: Methodology and Implementations in C
Autor	Laguna, M. and Martí, R.
Editorial	Kluwer Academic Publishers
Título	An Introduction to Tabu Search. En Handbook of Metaheuristics
Autor	Gendreau, M.
Editorial	Kluwer Academic Publishers
Título	On evolution, Search, Optimization Genetic Algorithms and Martial Arts: Towards Memetic Algorithms
Autor	P. Moscato
Editorial	Calthec Concurrent Computation Program, Report 826
Título	An Introduction to Variable Neighborhood Search. En Metaheuristic: Advanced Trends in Local Search Paradigms for Optimization
Autor	Hansen, P. and Mladenovic, N.
Editorial	Kluwer Academic Publishers
Título	GRASP: Procedimientos de búsqueda miopes aleatorizados adaptativos. En la Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. Volumen 19
Autor	Resende, M.G.C. and Gonzalez-Velarde, J.L.
Editorial	
Título	An Introduction to Cultural Algorithms. En roceedings of the Third Annual Conference on Evolutionary Programming
Autor	Reynolds, R.G.
Editorial	
Título	Estimation of Distribution Algorithms:A New Tool for Evolutionary Computation
Autor	Larrañaga, P. and Lozano, J.A.
Editorial	Kluwer Academic Publishers

### Direcciones web de interés

Dirección 1: Red Heur: <a href="http://heur.uv.es/">http://heur.uv.es/</a>
Dirección 2: The Association of European Operational Research Societies: <a href="http://www.euro-online.org/">http://www.euro-online.org/</a>
Dirección 3: The European Chapter on metaheuristics: <a href="http://143.129.203.3/eume/welcome.htm">http://143.129.203.3/eume/welcome.htm</a>
Dirección 4: INFORMS: <a href="http://www.informs.org/">http://www.informs.org/</a>
Dirección 5: INFORMS Computing Society: <a href="http://mason.gmu.edu/%7Easofer/ics/">http://mason.gmu.edu/%7Easofer/ics/</a>

## V.- Tiempo de trabajo <sup>1</sup>

Asistencia a clases teóricas	22
Asistencia a clases prácticas	22
Asistencia a clases de problemas	0
Realización de exámenes	1
Asistencia a tutorías	15
Asistencia a actividades relacionadas: jornadas, seminarios, etc	7,5
Preparación de clases teóricas	5
Preparación de clases prácticas y/o problemas	57,5
Preparación de exámenes	5
<b>Total de horas de trabajo del estudiante</b>	<b>135</b>

a = 10 x número de créditos de la asignatura

b = 5 x número de créditos de la asignatura

c = 15 x número de créditos de la asignatura

d = 30 x número de créditos de la asignatura

### Distribución horaria de la parte presencial:

Con carácter general, se recomienda establecer para una asignatura semestral de 6 créditos, (60 horas de clase), cuatro horas semanales de clase presencial. Para asignaturas con menos créditos, se distribuirán las clases respetando la proporción anterior (1,5 créditos, 1 hora de clase semanal al semestre).

## VI.- Metodología y plan de trabajo

### Clases teóricas

Fecha <sup>2</sup>	Temas	Metodología
Semana 1	Tema 1 (2 horas)	Clase presencial
Semana 1	Tema 2 (2 horas)	Clase presencial
Semana 2	Tema 3 (2 horas)	Clase presencial
Semana 3	Tema 4 (2 horas)	Clase presencial
Semana 4	Tema 4 (2 horas)	Clase presencial
Semana 5	Tema 5 (2 horas)	Clase presencial
Semana 6	Tema 5 (2 horas)	Clase presencial
Semana 7	Tema 6 (2 horas)	Clase presencial
Semana 8	Tema 6 (2 horas)	Clase presencial
Semana 9	Tema 7 (2 horas)	Clase presencial
Semana 10	Tema 7 (2 horas)	Clase presencial

### Clases prácticas

Fecha	Temas	Metodología
Semana 2	Tema 2 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio

<sup>1</sup> El volumen de trabajo está referido al trabajo del estudiante. La dedicación de los profesores a las diferentes actividades docentes permite reconocer y valorar más adecuadamente su carga de trabajo, y por ello es conveniente desarrollar herramientas que permitan conocer el tiempo que efectivamente dedica a sus alumnos más allá de las horas lectivas, pero no son objeto de las guías docentes.

<sup>2</sup> Especificar la semana o período en que está previsto desarrollar el tema.

Semana 3	Tema 3 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 4	Tema 4 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 5	Tema 4 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 6	Tema 5 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 7	Tema 5 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 8	Tema 6 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 9	Tema 6 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 10	Tema 7 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 11	Tema 7 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio
Semana 11	Tema 7 (2 horas)	Clase de prácticas en laboratorio

**Clases de problemas**

Fecha	Temas	Metodología

### Tutorías

Fecha	
Semana 3	Asesoramiento relacionado con la marcha de la práctica obligatoria
Semana 5	Asesoramiento relacionado con la marcha de la práctica obligatoria
Semana 7	Asesoramiento relacionado con la marcha de la práctica obligatoria
Semana 9	Asesoramiento relacionado con la marcha de la práctica obligatoria
Semana 11	Asesoramiento relacionado con la marcha de la práctica obligatoria

### Otras actividades

Fecha	
Sujeta a disponibilidad de los conferenciantes	Se prevé la participación de varios conferenciantes invitados que impartirán seminarios relacionados con la optimización metaheurística.

### VII.- Métodos de evaluación:

Criterio	Ponderación <sup>1</sup>	Fecha	Temas / Contenido
Examen escrito			
Examen oral	20 %		Presentación de la práctica obligatoria
Asistencia a clase			
Actividades fuera del aula	80 %		Práctica obligatoria
Situaciones de prueba			
Otros			

### VIII.- Profesorado

Nombre y apellidos	Abraham Duarte Muñoz
Materia	Metaheurísticas
Categoría	Prof. Colaborador
Universidad	Universidad Rey Juan Carlos
Titulación Académica	Licenciado en Físicas y Doctor por la URJC
Experiencia Docente	6 años de experiencia docente universitaria (Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Nacional de Educación a Distancia y Universidad Complutense de Madrid) impartiendo diversas asignaturas, como: Bases de Lenguajes de Programación, Metodología y Tecnología de la Programación, Tratamiento Inteligente de Imágenes, Programación III, Web para Usuarios, Computación Neuronal y Evolutiva, Laboratorio de Programación, Electrónica de Potencia y Electrónica III, entre otras.
Experiencia Investigadora	En torno a la treintena de publicaciones en diversos congresos nacionales, internacionales, y revistas relacionados con Metaheurísticas, Visión Artificial, Reconocimiento de Patrones, Electrónica, etc. Participación en 7 proyectos de investigación.
Experiencia profesional	Ha desarrollado labores de becario en la Universidad Complutense de Madrid y en el instituto de Automática Industrial en el CSIC. Participación en diversos convenios de investigación con empresas.

<sup>1</sup> La ponderación se establecerá otorgando a cada criterio de evaluación el porcentaje estimado por el profesor.

Los criterios establecidos son orientativos, por lo que no todos se utilizan en todas las asignaturas, y se pueden incluir otros métodos no incluidos.

Nombre y apellidos	Juan José Pantrigo Fernández
Materia	Metaheurísticas
Categoría	Prof. Colaborador
Universidad	Universidad Rey Juan Carlos
Titulación Académica	Licenciado en Ciencias (Sección Físicas) y Doctor por la URJC
Experiencia Docente	5 años de experiencia docente universitaria (Universidad Rey Juan Carlos) impartiendo diversas asignaturas, como: Introducción a la Programación, Aplicaciones Informáticas en Ingeniería Química y Introducción a la Informática (para Ingeniería Técnica Industrial y Ciencias Ambientales).
Experiencia Investigadora	En torno a 45 publicaciones en diversos congresos nacionales, internacionales, y revistas relacionados con Metaheurísticas, Visión Artificial, Reconocimiento de Patrones, Biomecánica y Ergonomía, etc. Participación en 9 proyectos de investigación.
Experiencia profesional	1 año y medio en el Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano y de Ergonomía de la Universidad de Extremadura (Cáceres). 1 año en el Centro de Cirugía de Mínima Invasión de Cáceres. Participación en diversos convenios de investigación con empresas.