



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Informaticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

105000438 - Optimizacion Heuristica

PLAN DE ESTUDIOS

10II - Grado en Ingenieria Informatica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	105000438 - Optimizacion Heuristica
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	10II - Grado en Ingenieria Informatica
Centro responsable de la titulación	10 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Informaticos
Curso académico	2020-21

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Antonio Latorre De La Fuente (Coordinador/a)	4202	a.latorre@upm.es	Sin horario.
Victor Robles Forcada	4204	victor.robles@upm.es	Sin horario.

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Programacion I
- Programacion Ii

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Programación en Python

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

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

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 44 - Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA537 - Entender la abstracción necesaria para formular un problema en términos de optimización

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

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se presentan los conceptos básicos sobre las técnicas de optimización heurística. Con un planteamiento eminentemente práctico, se presentan los fundamentos de las técnicas de optimización heurísticas, metaheurísticas y bio-inspiradas más relevantes, así como diferentes escenarios de aplicación de las mismas.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
 - 1.1. Motivaciones
 - 1.2. Ejemplos de aplicación
2. Heurísticas, metaheurísticas y computación evolutiva
3. Métodos de trayectoria
 - 3.1. Búsquedas locales
 - 3.2. Enfriamiento simulado
 - 3.3. Búsqueda Tabú
4. Algoritmos Genéticos
5. Algoritmos de Estimación de la Distribución
6. Evolución Diferencial
7. Programación Genética
8. Inteligencia de enjambre
 - 8.1. Optimización por Sistemas de Partículas
 - 8.2. Optimización mediante Colonia de Hormigas

9. Estrategias Evolutivas

9.1. Estrategias Evolutivas con Ajuste de la Matriz de Covarianzas (CMA-ES)

10. Optimización Multi-Objetivo

11. Aspectos avanzados

11.1. Paralelización

11.2. Hibridación de algoritmos

11.3. Validación estadística

11.4. Ajuste de hiper-parámetros

11.5. Dificultad en algoritmos de optimización

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1. Introducción Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 1. Introducción Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	Tema 2. Heurísticas, Metaheurísticas y Computación Evolutiva Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Heurísticas, Metaheurísticas y Computación Evolutiva Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 2. Heurísticas, Metaheurísticas y Computación Evolutiva Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Heurísticas, Metaheurísticas y Computación Evolutiva Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
3	Tema 3. Métodos de trayectoria Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 3. Métodos de trayectoria Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 3. Métodos de trayectoria Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3. Métodos de trayectoria Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
4	Tema 3. Métodos de trayectoria Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Tema 3. Métodos de trayectoria Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 3. Métodos de trayectoria Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 3. Métodos de trayectoria Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
5	Tema 4. Algoritmos Genéticos Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4. Algoritmos Genéticos Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Tema 4. Algoritmos Genéticos Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 4. Algoritmos Genéticos Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4. Algoritmos Genéticos Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 4. Algoritmos Genéticos Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
6	Tema 5. Algoritmos de Estimación de la Distribución Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 5. Algoritmos de Estimación de la Distribución Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Tema 5. Algoritmos de Estimación de la Distribución Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 5. Algoritmos de Estimación de la Distribución Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 5. Algoritmos de Estimación de la Distribución Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

			<p>Tema 5. Algoritmos de Estimación de la Distribución Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
7	<p>Tema 6. Evolución Diferencial Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 6. Evolución Diferencial Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Tema 6. Evolución Diferencial Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 6. Evolución Diferencial Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 6. Evolución Diferencial Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 6. Evolución Diferencial Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
8	<p>Tema 7. Programación Genética Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 7. Programación Genética Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Tema 7. Programación Genética Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 7. Programación Genética Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 7. Programación Genética Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 7. Programación Genética Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
9	<p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
10	<p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 8. Inteligencia de Enjambre Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Práctica 1: implementación de un algoritmo de optimización (entrega) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p>
11	<p>Tema 9. Estrategias Evolutivas Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 9. Estrategias Evolutivas Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Tema 9. Estrategias Evolutivas Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 9. Estrategias Evolutivas Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 9. Estrategias Evolutivas Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 9. Estrategias Evolutivas</p>	

			Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
12	<p>Tema 10. Optimización Multi-Objetivo Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 10. Optimización Multi-Objetivo Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Tema 10. Optimización Multi-Objetivo Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 10. Optimización Multi-Objetivo Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 10. Optimización Multi-Objetivo Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 10. Optimización Multi-Objetivo Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
13	<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
14	<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
15	<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
16	<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11. Aspectos Avanzados Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
17				<p>Práctica 2: resolución de un problema de optimización (entrega) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del

plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Práctica 1: implementación de un algoritmo de optimización (entrega)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG-2/CE45 CG-6 Ce 44 CG-1/21
17	Práctica 2: resolución de un problema de optimización (entrega)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	Ce 44 CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Práctica 1: implementación de un algoritmo de optimización (entrega)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG-2/CE45 CG-6 Ce 44 CG-1/21
17	Práctica 2: resolución de un problema de optimización (entrega)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	Ce 44 CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Práctica 1: implementación de un algoritmo de optimización (entrega)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	50%	5 / 10	Ce 44 CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6

Práctica 2: resolución de un problema de optimización (entrega)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 Ce 44
---	---	------------	-------	-----	--------	---------------------------------------

7.2. Criterios de evaluación

El calendario de evaluación presentado en esta guía debe ser considerado como **preliminar** y está sujeto a cambios, que serán publicados, con antelación suficiente, en la web de la asignatura.

La asignatura, al ser eminentemente práctica, se evaluará mediante la entrega de sendos trabajos relacionados con los contenidos de la asignatura. Ambos trabajos deben ser evaluados con una **nota superior a 5** para poder superar la asignatura.

La evaluación mediante **solo prueba final** requiere la entrega de los **mismos trabajos que en la evaluación continua**. Asimismo, para la **evaluación extraordinaria** se deberán entregar aquéllos **trabajos que no hayan superado la nota mínima** en la evaluación ordinaria.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro 1	Bibliografía	H.H. Hoos and T. Stutzle, Stochastic Local Search: Foundations and Applications, Morgan Kaufmann, 2005.
Artículo 1	Bibliografía	S. Kirkpatrick, C.D. Gelatt and M.P. Vecchi, "Optimization by Simulated Annealing," Science, vol. 220, no. 4598, pp. 671-680, 1983.

Artículos 2 y 3	Bibliografía	F. Glover, "Tabu Search - Part I," INFORMS Journal on Computing, vol. 1, no. 3, pp. 190-206, 1989. F. Glover, "Tabu Search - Part II," INFORMS Journal on Computing, vol. 2, no. 1, pp. 4-32, 1989.
Libro 2	Bibliografía	J. H. Holland, Adaptation in Natural and Artificial Systems, vol. 26. University of Michigan Press, 1975.
Libro 3	Bibliografía	D. E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, 1st ed. USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1989.
Libro 4	Bibliografía	P. Larrañaga and J. A. Lozano, Estimation of Distribution Algorithms: A New Tool for Evolutionary Computation, vol. 2. Kluwer Academic Publishers, 2001.
Artículo 4	Bibliografía	R. Storn and K. V. Price, "Differential evolution? a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces," Journal of Global Optimization, vol. 11, no. 4, pp. 341-359, Jan. 1997.
Libro 5	Bibliografía	Koza, J., "Genetic Programming as a Means for Programming Computers by Natural Selection", 1994.
Libro 6	Bibliografía	E. Bonabeau, M. Dorigo and G. Theraulaz, Swarm Intelligence, From Nature to Artificial Systems, Oxford University Press, 1999.
Libro 7	Bibliografía	J. Kennedy, R.C. Eberhart and Y. Shi, Swarm intelligence, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
Libro 8	Bibliografía	M. Dorigo and T. Stützle, 2004. Ant Colony Optimization, MIT Press. ISBN 0-262-04219-3.

Artículo 5	Bibliografía	H.-G. Beyer and H.-P. Schwefel, "Evolution strategies ? A comprehensive introduction," Natural Computing, vol. 1, no. 1, pp. 3?52, Mar. 2002
Artículo 6	Bibliografía	S. García, D. Molina, M. Lozano and F. Herrera, "A study on the use of non-parametric tests for analyzing the evolutionary algorithms' behaviour," Journal of Heuristics, vol. 15, no. 6, pp. 617-644, Dec. 2009.
Artículo 7	Bibliografía	C. Huang, Y. Li and X. Yao, "A Survey of Automatic Parameter Tuning Methods for Metaheuristics," in IEEE Transactions on Evolutionary Computation, vol. 24, no. 2, pp. 201-216, April 2020.
Libro 9	Bibliografía	A. LaTorre, "A Framework for Hybrid Dynamic Evolutionary Algorithms: Multiple Offspring Sampling (MOS)," Universidad Politécnica de Madrid, 2009.
Artículo 8	Bibliografía	E. Cantú-Paz, "A survey of parallel genetic algorithms", Calculateurs paralleles reseaux et systems repartis, vol. 10, no. 2, pp. 141-171, 1998.
Artículo 9	Bibliografía	K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal and T. Meyarivan, "A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II," IEEE Transactions on Evolutionary Computation, vol. 6 no. 2, pp. 182, 2002.
Artículo 10	Bibliografía	B. Naudts and Leila Kallel, "A comparison of predictive measures of problem difficulty in evolutionary algorithms", IEEE Transactions on Evolutionary Computation, vol. 4, no. 1, pp. 1-15, 2000.

Sitio web de la asignatura	Recursos web	Moodle UPM
----------------------------	--------------	------------