



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de  
Sistemas Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**615001055 - Bioinspired Algorithms For Optimization**

### PLAN DE ESTUDIOS

61IW - Grado En Ingeniería Del Software

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Segundo 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.....	7
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	615001055 - Bioinspired Algorithms For Optimization
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	61IW - Grado en Ingeniería del Software
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Angel Panizo Lledot	1216	angel.panizo@upm.es	Sin horario. Will be informed during the lectures
Cristian Oliver Ramirez Atencia (Coordinador/a)	1108	cristian.ramirez@upm.es	Sin horario. Will be informed during the lectures

\* 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

- Probabilidad Y Estadística
- Algorítmica Y Complejidad
- Inteligencia Artificial

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Heuristic Search
- Statistical hypothesis testing
- Python
- Tree and graph structures

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CC15 - Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica

CT2 - Resolución de problemas: Identificar, analizar y definir los elementos significativos que constituyen un problema para resolverlo con criterio y de forma efectiva

CT3 - Comunicación oral: Expresar con claridad y oportunidad las ideas, conocimientos y reflexiones propios a través de la palabra, adaptándose a las características de la situación y la audiencia para lograr su comprensión.

CT8 - Trabajo en equipo: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA443 - The student is able to model and optimize real problems using bio-inspired algorithms

RA445 - The student is capable of statistically evaluation and comparing bio-inspired algorithms for test and real problems

RA444 - The student is capable of handling advanced techniques for constraint, multi-modality and multi-objective modelling in bio-inspired computing

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

This subject covers the topic of Bioinspired Metaheuristics, which are a class of optimization algorithms that are inspired by natural phenomena. The course will delve into the different types of bio-inspired algorithms, including evolutionary algorithms, such as genetic algorithms and genetic programming, and swarm intelligence algorithms, such as particle swarm optimization and ant colony optimization. Furthermore, evaluation mechanisms such as sensitivity analysis, benchmarking and visualization, and test problems will also be discussed. Finally, the subject will also cover advanced techniques like Multi-Objective and Multi-Modal Optimization, strategies for handling constraints, dynamic and robust optimization, parallelism and co-evolution, memetic and local search techniques or using surrogate models. In brief, the subject will provide a comprehensive understanding of the various bio-inspired algorithms, their properties, applications and how to evaluate their performance. The subject will have a strong practical part, where the student will analyze, design, implement and test algorithms to solve real-world problems, using the different techniques explained.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to Metaheuristics
  - 1.1. What are Metaheuristics?
  - 1.2. The bio-inspired zoo
  - 1.3. Fundamentals of bio-inspired algorithms (codifications, evaluation, convergence/diversity)
2. Evolutionary Algorithms
  - 2.1. Genetic Algorithms
  - 2.2. Genetic Programming
  - 2.3. Applications
3. Swarm Intelligence
  - 3.1. Particle Swarm Optimization (PSO)
  - 3.2. Ant Colony Optimization (ACO)
  - 3.3. Applications
4. Multi-Objective and Multi-Modal Optimization
  - 4.1. Multi-Modal Optimization
  - 4.2. Multi- and Many-Objective Optimization
5. Constraint handling techniques
6. Evaluation mechanisms
  - 6.1. Parameter Settings and sensitivity analysis
  - 6.2. Comparison of Algorithms
  - 6.3. Metrics and visualization methods
  - 6.4. Test Problems
7. Advanced topics
  - 7.1. Improved methods: Memetic algorithms and local search
  - 7.2. Parallelism and Co-evolution
  - 7.3. Dynamic and Robust Optimization
  - 7.4. Surrogate models

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Topic 1- Introduction</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Topic 2 - Evolutionary Algorithms</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Topic 2 - Evolutionary Algorithms</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Topic 3 - Swarm Intelligence</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Topic 3 - Swarm Intelligence</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Topic 4 - Multi-Objective and Multi-modal Optimization</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Topic 4 - Multi-Objective and Multi-modal Optimization</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Topic 5 - Constraint Handling Techniques</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Topic 6 - Evaluation mechanisms</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Presentation of Practical Proposals</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Topic 6 - Evaluation mechanisms</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Topic 7 - Advanced Topics</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10		<b>Project development</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

11		<b>Project development</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		<b>Project development</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Project development</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		<b>Project development</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15		<b>Presentation of project and results</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Project (RA443, RA444, RA445)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 04:00
16				
17				<b>Theory exam (RA443, RA444, RA445)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00

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.



## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Project (RA443, RA444, RA445)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	04:00	40%	4 / 10	CT2 CT8 CT3
17	Theory exam (RA443, RA444, RA445)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	3 / 10	CT2 CC15

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Project (RA443, RA444, RA445)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	04:00	40%	4 / 10	CT2 CT8 CT3
17	Theory exam (RA443, RA444, RA445)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	3 / 10	CT2 CC15

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Theory exam (RA443, RA444, RA445)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CT2 CT8 CC15 CT3

## 7.2. Criterios de evaluación

### Progressive Evaluation

To pass the course, the student must do a practical project assignment (PA) and get, at least, a 4 over 10 points and do the theoretical exam (TE), obtaining, at least, a 4 over 10 points.

The project assignment will consist of the project code submission and a in-class presentation of the obtained results.

The final grade, will be:  $\text{Final grade} = \text{PA} * 0.4 + \text{PE} * 0.6$

This final grade should be at least 5 over 10 to pass the course

If the student does not get the minimum grade in any of the evaluation activities he/she will fail the course and his/her final grade will be the minimum of the grades of the different activities done.

### Referred (re-sit) examination

To pass the course doing this call for exam, the student must do a theoretical and practical exam about all the contents of the course.

This final grade of this exam should be at least 5 over 10 to pass the course

### ATTENTION:

If any type of fraud is detected in any of the evaluation activities, the student/s will get a zero as final grade in the current convocatory and the teacher may propose a special and equivalent exam in the next call for exam.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Moodle of the subject	Recursos web	Moodle Platform from UPM where learning resources (slides, documentation, software, among others) can be found
PCs in laboratories	Equipamiento	PCs organized in laboratories with projector cannon and black/whiteboard
Nature-inspired optimization algorithms	Bibliografía	Yang, X. S. (2020). Academic Press.
Evolutionary Optimization Algorithms: Biologically Inspired and Population-based Approaches to Computer Intelligence	Bibliografía	Simon, D. (2013). Wiley.
Essentials of Metaheuristics	Bibliografía	Luke, S. (2013). Lulu.
Handbook of Metaheuristics	Bibliografía	Gendreau, M., Potvin, J.-Y. (2010). Springer.
Evolutionary algorithms for solving multi-objective problems	Bibliografía	Coello, C. A. C., Lamont, G. B., & Van Veldhuizen, D. A. (2007). Springer.
Evolutionary Computation 1: Basic Algorithms and Operators	Bibliografía	Bäck, T., Fogel, D.B., Michalewicz, Z. (2000). IOP Publishing Ltd.
Evolutionary Computation 2: Advanced Algorithms and Operators	Bibliografía	Bäck, T., Fogel, D.B., Michalewicz, Z. (2000). IOP Publishing Ltd.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

The students will have to propose a final project that will be developed by them. The teachers will encourage projects that are involved with ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 11, ODS 12 and ODS 13.