



POLITÉCNICA

INTERNATIONAL  
CAMPUS OF  
EXCELLENCE

COORDINATION PROCESS OF  
LEARNING ACTIVITIES  
PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## LEARNING GUIDE

### SUBJECT

**103000815 - Artificial Neural Networks And Deep Learning**

### DEGREE PROGRAMME

10AJ - Master Universitario En Inteligencia Artificial

### ACADEMIC YEAR & SEMESTER

2022/23 - Semester 1

## Index

---

### Learning guide

1. Description.....	1
2. Faculty.....	1
3. Prior knowledge recommended to take the subject.....	2
4. Skills and learning outcomes .....	2
5. Brief description of the subject and syllabus.....	3
6. Schedule.....	5
7. Activities and assessment criteria.....	7
8. Teaching resources.....	8
9. Other information.....	9

## 1. Description

---

### 1.1. Subject details

<b>Name of the subject</b>	103000815 - Artificial Neural Networks And Deep Learning
<b>No of credits</b>	5 ECTS
<b>Type</b>	Optional
<b>Academic year of the programme</b>	First year
<b>Semester of tuition</b>	Semester 1
<b>Tuition period</b>	September-January
<b>Tuition languages</b>	English
<b>Degree programme</b>	10AJ - Master Universitario en Inteligencia Artificial
<b>Centre</b>	10 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Informaticos
<b>Academic year</b>	2022-23

## 2. Faculty

---

### 2.1. Faculty members with subject teaching role

<b>Name and surname</b>	<b>Office/Room</b>	<b>Email</b>	<b>Tutoring hours *</b>
Martin Molina Gonzalez (Subject coordinator)	2111	martin.molina@upm.es	Sin horario.
Luis Baumela Molina	2204	luis.baumela@upm.es	Sin horario.
Daniel Manrique Gamo	2109	daniel.manrique@upm.es	Sin horario.

\* The tutoring schedule is indicative and subject to possible changes. Please check tutoring times with the faculty member in charge.

### 3. Prior knowledge recommended to take the subject

---

#### 3.1. Recommended (passed) subjects

The subject - recommended (passed), are not defined.

#### 3.2. Other recommended learning outcomes

- Conocimientos básicos de cálculo diferencial y álgebra lineal
- Lenguajes de programación (por ejemplo, Python)

### 4. Skills and learning outcomes \*

---

#### 4.1. Skills to be learned

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CEIA4 - Capacidad de interpretar los modelos de clasificación supervisada y no supervisada obtenidos al aplicar las técnicas de Aprendizaje Automático para un conjunto de datos.

CG13 - Apreciación de los límites del conocimiento actual y de la aplicación práctica de la tecnología más reciente.

## 4.2. Learning outcomes

RA98 - Manejar la formalización matemática de las redes de neuronas artificiales

RA102 - Elegir el modelo neuronal más adecuado para cada clase de problema

RA101 - Construir una red de neuronas entrenada a partir de un conjunto de datos

RA100 - Seleccionar técnicas de aprendizaje profundo (deep learning) para entrenar redes de neuronas

RA99 - Comparar las redes de neuronas artificiales con otros métodos de inteligencia artificial

\* The Learning Guides should reflect the Skills and Learning Outcomes in the same way as indicated in the Degree Verification Memory. For this reason, they have not been translated into English and appear in Spanish.

## 5. Brief description of the subject and syllabus

---

### 5.1. Brief description of the subject

Esta asignatura presenta una visión teórica y práctica de las redes neuronales artificiales, un campo de estudio en inteligencia artificial con el que se han obtenido grandes logros en los últimos años, por ejemplo, en problemas de visión artificial, de reconocimiento del lenguaje natural o de control en robots autónomos.

La asignatura presenta en primer lugar fundamentos teóricos de las redes neuronales artificiales junto con estrategias para entrenamiento propias del aprendizaje profundo (*deep learning* en inglés) tales como aceleradores del proceso de optimización, regularización, métodos de inicialización, etc. Después, se describe el aprendizaje por refuerzo que permite a un agente aprender mediante la obtención de sucesivas recompensas durante la interacción con entornos dinámicos. En esta parte, se describen diversos algoritmos que hacen uso de redes neuronales profundas basados en *Q-learning* y en *policy gradient*. Finalmente, se muestran tipos generales de arquitecturas de redes neuronales (por ejemplo, *generative adversarial networks* - GAN).

Durante el desarrollo de la asignatura, los alumnos realizarán trabajos prácticos utilizando herramientas especializadas (lenguajes informáticos y bibliotecas software) para entrenar redes neuronales utilizando algoritmos estudiados en clase.

NOTA: Las clases de esta asignatura se imparten en español, pero los materiales escritos utilizados están en

inglés (por ejemplo, las diapositivas utilizadas en clase o la bibliografía recomendada).

## 5.2. Syllabus

1. Artificial neural networks
  - 1.1. Foundations of artificial neural networks
  - 1.2. Training artificial neural networks
  - 1.3. Deep neural networks
  - 1.4. Software tools for artificial neural networks
2. Training methods for deep neural networks
  - 2.1. Performance evaluation
  - 2.2. Normalization and initialization
  - 2.3. Regularization
  - 2.4. Optimization algorithms
3. Deep reinforcement learning
  - 3.1. Foundations of reinforcement learning
  - 3.2. Algorithms based on Q-Learning
  - 3.3. Algorithms based on policy gradient
4. Neural network architectures
  - 4.1. Generative adversarial networks
  - 4.2. Other architectures

## 6. Schedule

### 6.1. Subject schedule\*

Week	Classroom activities	Laboratory activities	Distant / On-line	Assessment activities
1	<b>Introducción</b> Duration: 02:00 Lecture			
2	<b>Tema 1</b> Duration: 02:00 Lecture			
3	<b>Tema 1</b> Duration: 02:00 Lecture			
4	<b>Tema 1</b> Duration: 02:00 Lecture			
5	<b>Tema 1</b> Duration: 02:00 Lecture			
6	<b>Tema 2</b> Duration: 02:00 Lecture			
7	<b>Tema 2</b> Duration: 02:00 Lecture  <b>Tutorías en grupo</b> Duration: 02:00 Additional activities			
8	<b>Tema 2</b> Duration: 02:00 Lecture  <b>Tutorías en grupo</b> Duration: 02:00 Additional activities			
9	<b>Tema 3</b> Duration: 02:00 Lecture  <b>Tutorías en grupo</b> Duration: 02:00 Additional activities			
10	<b>Tema 3</b> Duration: 02:00 Lecture  <b>Tutorías en grupo</b> Duration: 02:00 Additional activities			

11	<p><b>Tema 3</b> Duration: 02:00 Lecture</p> <p><b>Tutorías en grupo</b> Duration: 02:00 Additional activities</p>			
12	<p><b>Tema 3</b> Duration: 02:00 Lecture</p>			<p><b>Trabajo práctico sobre temas 1 y 2</b> Group work Continuous assessment Not Presential Duration: 00:00</p>
13	<p><b>Tema 4</b> Duration: 02:00 Lecture</p>			
14	<p><b>Tema 4</b> Duration: 02:00 Lecture</p>			
15	<p><b>Tema 4</b> Duration: 02:00 Lecture</p>			
16	<p><b>Tema 4</b> Duration: 02:00 Lecture</p>			
17				<p><b>Trabajo práctico sobre temas 1 y 2</b> Group work Final examination Not Presential Duration: 00:00</p> <p><b>Trabajo práctico sobre tema 3</b> Group work Continuous assessment and final examination Not Presential Duration: 00:00</p> <p><b>Examen escrito</b> Written test Continuous assessment and final examination Presential Duration: 02:00</p>

Depending on the programme study plan, total values will be calculated according to the ECTS credit unit as 26/27 hours of student face-to-face contact and independent study time.

\* The schedule is based on an a priori planning of the subject; it might be modified during the academic year, especially considering the COVID19 evolution.



## 7. Activities and assessment criteria

### 7.1. Assessment activities

#### 7.1.1. Assessment

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
12	Trabajo práctico sobre temas 1 y 2	Group work	No Presential	00:00	30%	5 / 10	CB10 CEIA4 CB7 CG13
17	Trabajo práctico sobre tema 3	Group work	No Presential	00:00	20%	2 / 10	CB10 CEIA4 CB7 CG13
17	Examen escrito	Written test	Face-to-face	02:00	50%	5 / 10	CEIA4 CB7 CG13

#### 7.1.2. Global examination

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
17	Trabajo práctico sobre temas 1 y 2	Group work	No Presential	00:00	30%	5 / 10	CB10 CEIA4 CB7 CG13
17	Trabajo práctico sobre tema 3	Group work	No Presential	00:00	20%	2 / 10	CB10 CEIA4 CB7 CG13
17	Examen escrito	Written test	Face-to-face	02:00	50%	5 / 10	CEIA4 CB7 CG13

#### 7.1.3. Referred (re-sit) examination

Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
-------------	----------	------	----------	--------	---------------	------------------

Trabajo práctico sobre temas 1 y 2	Group work	Face-to-face	00:00	30%	5 / 10	CB10 CEIA4 CB7 CG13
Trabajo práctico sobre tema 3	Group work	Face-to-face	00:00	20%	2 / 10	CB10 CEIA4 CB7 CG13
Examen escrito	Written test	Face-to-face	02:00	50%	5 / 10	CEIA4 CB7 CG13

## 7.2. Assessment criteria

Las calificaciones parciales y finales se hacen en la escala de 0 a 10. Para aprobar el curso se requiere que la nota final G sea  $G \geq 5$ .

## 8. Teaching resources

---

### 8.1. Teaching resources for the subject

Name	Type	Notes
UPM Moodle	Web resource	
Bibliography	Bibliography	Artículos y libros recomendados

## 9. Other information

---

### 9.1. Other information about the subject

Esta asignatura está relacionada con el "Objetivo de Desarrollo Sostenible 9" (Industria, innovación e infraestructura) definido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ([www.undp.org](http://www.undp.org)) en lo referente a innovación e investigación científica en tecnologías de la información.