



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Informáticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

103000366 - Sistemas Multiagentes

PLAN DE ESTUDIOS

10AJ - Master Universitario En Inteligencia Artificial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	8
7. Recursos didácticos.....	12
8. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	103000366 - Sistemas Multiagentes
No de créditos	5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	10AJ - Master Universitario en Inteligencia Artificial
Centro responsable de la titulación	10 - E.T.S. De Ingenieros Informáticos
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Nikolaus Guyon Swoboda (Coordinador/a)	2205	nik.swoboda@upm.es	Sin horario. Ver http://www.dia.fi.upm.es/es/tutorias
Josefa Zuleide Hernandez Diego	2205	josefaz.hernandez@upm.es	Sin horario. Ver http://www.dia.fi.upm.es/es/tutorias

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

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

C3 - Ser capaces de concebir, desarrollar y validar nuevos sistemas que puedan aumentar la calidad de vida de las personas, y realizar, en contextos académicos y profesionales, innovaciones o avances tecnológicos que puedan hacer avanzar el estado del arte en áreas relacionadas con la Inteligencia Artificial. (To be able to conceive, develop, and validate new systems that can improve people's quality of life, and carry out, in academic and professional contexts, innovations or technological advances that can advance the state of the art in areas related to Artificial Intelligence). TIPO: Competencias.

C7 - Ser capaces de construir nuevas hipótesis y modelos, evaluarlos y aplicarlos a la resolución de problemas en el área de la Inteligencia Artificial. (To be able to build new hypotheses and models, evaluate them, and apply them to problem-solving in the field of Artificial Intelligence). TIPO: Competencias.

C8 - Ser capaces de explicar e interpretar adecuadamente los resultados de la modelización y análisis de datos proporcionados por las técnicas de Inteligencia Artificial, utilizando plataformas existentes. (To be able to properly explain and interpret the results of modeling and data analysis provided by Artificial Intelligence techniques, using existing platforms). TIPO: Competencias.

C9 - Tener la capacidad de evaluar la aplicación de los algoritmos de Inteligencia Artificial, sus ventajas y limitaciones, y de seleccionar adecuadamente las técnicas apropiadas para un problema práctico o de investigación. (To have the ability to evaluate the application of Artificial Intelligence algorithms, their advantages and limitations, and to appropriately select the techniques suitable for a practical or research problem). TIPO: Competencias.

K5 - Conocer los métodos de representación del conocimiento y razonamiento aplicables al desarrollo de sistemas inteligentes en entornos centralizados y distribuidos. (To understand the methods of knowledge representation and reasoning applicable to the development of intelligent systems in centralized and distributed environments). TIPO: Conocimientos o contenidos.

S5 - Almacenar conocimiento de forma que sea procesable por sistemas informáticos, posibilitando su reutilización en diferentes aplicaciones, y construir sistemas con capacidades de razonamiento para realizar de forma automática tareas tales como planificación o análisis de consistencia. (To store knowledge in a way that is processable by computer systems, enabling its reuse in different applications, and build systems with reasoning capabilities to automatically perform tasks such as planning or consistency analysis). TIPO: Habilidades o destrezas.

S8 - Identificar áreas de aplicación en las que se puedan utilizar las técnicas y métodos de la Inteligencia Artificial y aplicar los mismos de manera adecuada. (To identify application areas where Artificial Intelligence techniques and methods can be used and apply them appropriately). TIPO: Habilidades o destrezas.

3.2. Resultados del aprendizaje

RA115 - Los resultados del aprendizaje correspondientes a esta asignatura han quedado definidos en el apartado de competencias de este documento, señalando los que corresponden a conocimientos, habilidades y competencias propiamente dichas.

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura tiene dos objetivos principales:

(i) adquirir una familiaridad general con los sistemas multiagente desde la perspectiva de la inteligencia de enjambre al tiempo que se estudian con más profundidad algunas áreas de investigación concretas relacionadas con la inteligencia de enjambre.

(ii) proporcionar a los alumnos alguna experiencia práctica sobre cómo investigar y comunicar los resultados de la actividad investigadora, empleando un formato habitualmente requerido en conferencias internacionales.

Nota: todos los materiales del curso se proporcionarán en inglés, pero las clases se ofrecerán en una combinación de español e inglés para garantizar los mejores resultados comunicativos.

This course has two main objectives:

(i) to acquire a general familiarity with multi-agent systems from the perspective of swarm intelligence (SI) and then to pursue a deeper understanding of a number of specific areas of research related to SI.

(ii) to give each student some "hands-on" experience doing research and reporting the results of that research activity in the format normally required for submission to an international conference.

Note: all of the course materials will be provided in English, but lectures will be offered in a mixture of both Spanish and English to guarantee the best communicative results.

4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción

1.1. ¿Qué es la inteligencia de enjambre?

1.2. Conceptos básicos de inteligencia de enjambre

2. Casos de estudio - Análisis y modelado de inteligencia de enjambre

2.1. Clasificación colaborativa

2.2. Asignación distribuida de tareas

2.3. Construcción colectiva

2.4. Búsqueda de elementos de hormigas

2.5. Formación en bandada

2.6. Transporte colectivo

2.7. Otros sistemas de inteligencia de enjambre

3. Puesta en practica

3.1. Implementación de un sistema de inteligencia de enjambre

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 - Descripción y resumen del curso Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 1 - Introducción a la autoorganización y emergencia Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 - Introducción a la autoorganización y emergencia Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
3	Tema 2: Clasificación colaborativa y asignación distribuida de tareas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 2: Clasificación colaborativa y asignación distribuida de tareas Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación Tema 3 - Puesta en práctica Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			Evaluación por pares (1) de las presentaciones OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00
5	Tema 2 - Búsqueda de elementos de hormigas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Tema 2 - Búsqueda de elementos de hormigas Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación Tema 3 - Puesta en práctica Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			Evaluación por pares (2) de las presentaciones OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00

7	<p>Tema 2 - Formación en bandada Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>Tema 2 - Formación en bandada Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 3 - Puesta en práctica Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p>Evaluación por pares (3) de las presentaciones OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00</p>
9	<p>Tema 2 - Construcción colectiva Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividades Transversales Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			
10	<p>Tema 2 - Construcción colectiva Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 3 - Puesta en práctica Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p>Evaluación por pares (4) de las presentaciones OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00</p>
11	<p>Tema 2 - Transporte colaborativo Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividades Transversales Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			
12	<p>Tema 2 - Transporte colaborativo Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 3 - Puesta en práctica Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p>Evaluación por pares (5) de las presentaciones OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00</p>
13	<p>Tema 2 - Otros sistemas de inteligencia de enjambre Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividades Transversales Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Entrega preliminar del informe final TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 03:00</p>

14	<p>Tema 2 - Otros sistemas de inteligencia de enjambre Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 3 - Puesta en práctica Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p>Evaluación por pares (6) de las presentaciones OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00</p>
15	<p>Tema 2 - Otros sistemas de inteligencia de enjambre Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividades Transversales Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			
16				
17		<p>Demostración del sistema de inteligencia de enjambre implementado Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p>Participación en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p> <p>Discusión de un artículo científico PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p> <p>Implementación de un sistema de inteligencia de enjambre e informe final TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 40:00</p> <p>Demostración del sistema de inteligencia de enjambre implementado PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva y Global 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.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Evaluación por pares (1) de las presentaciones	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	3.33%	0 / 10	C7 C8 C9
6	Evaluación por pares (2) de las presentaciones	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	3.33%	0 / 10	C7 C8 C9
8	Evaluación por pares (3) de las presentaciones	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	3.33%	0 / 10	C7 C8 C9
10	Evaluación por pares (4) de las presentaciones	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	3.33%	0 / 10	C7 C8 C9
12	Evaluación por pares (5) de las presentaciones	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	3.34%	0 / 10	C7 C8 C9
13	Entrega preliminar del informe final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5%	0 / 10	K5
14	Evaluación por pares (6) de las presentaciones	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	3.34%	0 / 10	C7 C8 C9
17	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	5%	0 / 10	C8 C9
17	Discusión de un artículo científico	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:00	15%	0 / 10	C8 C9
17	Implementación de un sistema de inteligencia de enjambre e informe final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	40:00	50%	0 / 10	S5 S8 C3 K5 C7 C8 C9

17	Demostración del sistema de inteligencia de enjambre implementado	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:00	5%	0 / 10	C8 C9
----	---	--	------------	-------	----	--------	----------

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
13	Entrega preliminar del informe final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5%	0 / 10	K5
17	Implementación de un sistema de inteligencia de enjambre e informe final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	40:00	50%	0 / 10	S5 S8 C3 K5 C7 C8 C9
17	Demostración del sistema de inteligencia de enjambre implementado	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:00	5%	0 / 10	C8 C9

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Implementación de un sistema de inteligencia de enjambre e informe final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	40:00	50%	0 / 10	S5 S8 C3 K5 C7 C8 C9
Demostración del sistema de inteligencia de enjambre implementado	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	5%	0 / 10	C8 C9
Entrega preliminar del informe final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	03:00	5%	0 / 10	K5

6.2. Criterios de evaluación

Todo el trabajo del curso se puede entregar en español o inglés.

Evaluación continua

La calificación final en este curso se obtendrá a partir de lo siguiente:

5% - Participación en clase (A lo largo del semestre, especialmente tras la presentación de nuevos temas, los alumnos deben prepararse el/los artículos seleccionados por los profesores con el objetivo de extraer los contenidos más relevantes y aportar su valoración personal sobre los mismos, así como otros aspectos a comentar o discutir. Se espera que todos los alumnos estén preparados para participar en la discusión, por lo que los profesores, u otros alumnos, podrán interpelar directamente a sus compañeros.)

15% - Presentación (Todos los alumnos deben hacer al menos una presentación/discusión de un artículo a lo largo del semestre.)

20% - Evaluaciones por pares (Después las clases de presentación de artículos por parte de los alumnos, se pedirá a los alumnos presentes que elaboren una breve evaluación de las presentaciones realizadas por sus compañeros.)

5%: Entrega preliminar del proyecto final (Hacia el final del semestre, cada alumno debe presentar un breve informe describiendo su trabajo inicial para el proyecto final.)

50% - Proyecto y informe (Al final del curso, cada alumno debe entregar un proyecto que implemente un modelo de inteligencia de enjambre. La entrega del proyecto irá acompañada de un informe sobre la misma.)

5% - Demostración (Cada alumno debe realizar una demo breve del sistema implementado.)

Evaluación global

La calificación en caso de evaluación global se obtendrá por los mismos conceptos y porcentajes detallados anteriormente. El alumno debe realizar una práctica que implemente un modelo de inteligencia de enjambre, así como un breve informe sobre la misma. Esta práctica, y el informe correspondiente, deberán entregarse en la fecha prevista para dicha evaluación, en la que además se realizarán una demo breve de la práctica desarrollada por el alumno.

No será posible recuperar las siguientes actividades: participación en clase, la presentación y las evaluaciones por pares. Uno de los principales objetivos de estas actividades es involucrar a todos los alumnos en una discusión crítica de los temas tratados. Por lo tanto, estas son actividades que no se pueden recuperar una vez finalizado el periodo de las clases y si no se ha realizado ninguna de ellas durante las clases la nota máxima que un alumno puede obtener en solamente evaluación global es un 6.

Evaluación extraordinaria

Idéntica a la evaluación global.

All course work can be submitted in either English or Spanish.

Continuous evaluation

Each student's final grade will be calculated using the following items and weights:

- 5% - Class participation (Prior to class meetings, assigned readings for that day will be announced and all students are expected to come to class prepared to actively participate in the discussion of those articles.)
- 15% - In class presentation (During the semester, each student will be expected to make one in class presentation/discussion.)
- 20% - Peer evaluations of the presentations (In the week following a paper presentation class, each student is required to submit a brief commentary on each of the presentations made by the other students.)
- 5% - Preliminary submission of the final report (Towards the end of the semester students will be expected to submit a short report outlining their progress with the final project.)
- 50% - Project implementation and final report (At the end of the semester each student will be expected to submit the implementation of a simulation of a SI system along with a short report describing this project.)
- 5% - Demonstration of the implemented system

Global evaluation

In this case, the final grade will be obtained using the same items and weights described above. The student has to submit the implementation of a simulation of a SI system along with a short report describing this project, in the date officially assigned for this evaluation. Shortly after the submission of the report, the student must also give a short demo of the implemented system.

The following activities can not be recovered: class participation, in class presentation and the peer evaluations of the student presentations. One of the principal goals of these activities is to engage all of the students of the class in a critical discussion of the topics covered by the course. Thus, these activities can not be recovered after the end of class and if none of them were realized in class the maximum grade that a student can receive is only global

evaluation is a 6.

Evaluation in the extraordinary period

Identical to global evaluation.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bonabeau, E., Dorigo, M. and Theraulaz, G., Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems, 1999.	Bibliografía	
Camazine, S. et al., Self-organization in Biological Systems, 2001.	Bibliografía	
Floreano, D. and Mattiussi, C., Bio-Inspired Artificial Intelligence: Theories, Methods and Technologies, 2008.	Bibliografía	
Artículos relevantes y otra documentación on-line se proporcionarán a lo largo del curso	Otros	
Asignatura disponible en la plataforma institucional de teleenseñanza de la UPM	Recursos web	

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se apoya en la herramienta Moodle para proporcionar información y documentación a los alumnos, así como para la asignación de enunciados y entregas de las prácticas, y la comunicación de las calificaciones de los alumnos.

En la asignatura se implementan varias metodologías docentes innovadoras con el fin de motivar y reforzar el aprendizaje:

- Learning by doing - los alumnos realizan un pequeño trabajo de investigación y aplican lo que han aprendido en clase a la solución de este proyecto.
- Peer based learning - los alumnos lideran una discusión en clase de un artículo científico. Luego los alumnos entregan evaluaciones por pares de estas discusiones.

Nota: todos los materiales del curso se proporcionarán en inglés, pero las clases se ofrecerán en una combinación de español e inglés para garantizar los mejores resultados comunicativos.

--

This course will use Moodle to distribute information and documentation, to announce and submit assignments, and to publish grades.

Several innovative teaching methodologies are implemented in the course to motivate and reinforce learning:

- Learning by doing - students embark on a small research project and apply what they have learned in class to this project.
- Peer-based learning - students lead a class discussion of a scientific article. Students then submit peer evaluations of these discussions.

Note: all of the course materials will be provided in English, but lectures will be offered in a mixture of both Spanish and English to guarantee the best communicative results.

