



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

**615000470 - Sistemas Inteligentes**

### PLAN DE ESTUDIOS

61CI - Grado En Ingeniería De Computadores

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....                               | 6  |
| 7. Actividades y criterios de evaluación.....    | 8  |
| 8. Recursos didácticos.....                      | 10 |
| 9. Otra información.....                         | 11 |

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 615000470 - Sistemas Inteligentes                                    |
| <b>No de créditos</b>                      | 6 ECTS   |
| <b>Carácter</b>                            | Obligatoria  |
| <b>Curso</b>                               | Tercero curso  |
| <b>Semestre</b>                            | Quinto semestre  |
| <b>Período de impartición</b>              | Septiembre-Enero   |
| <b>Idioma de impartición</b>               | Castellano   |
| <b>Titulación</b>                          | 61CI - Grado en Ingeniería de Computadores                           |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 61 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos |
| <b>Curso académico</b>                     | 2022-23  |

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre                                   | Despacho | Correo electrónico  | Horario de tutorías<br>*   |
|--|----------|---------------------|--|
| Angel Arroyo Castillo<br>(Coordinador/a) | 4211     | angel.arroyo@upm.es | Sin horario.<br>Sin horario. Los<br>horarios de tutoría<br>se publicarán en los<br>medios habilitados<br>para ello por el<br>departamento (web<br>y tablón de<br>anuncios) y en el<br>moodle de la |

asignatura.

\* 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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Computadores no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Conocimientos de programación en C/C++ y/o Java y/o Python

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE4 - Capacidad de diseñar e implementar software de sistema y de comunicaciones

CE7 - Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos

CT10 - Creatividad e innovación: Habilidad para presentar recursos, ideas y métodos novedosos y concretarlos en acciones. Capacidad para innovar en cada una de las obras. Resolver de forma nueva y original situaciones o problemas en el ámbito de la ingeniería.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA385 - Implementa sistemas capaces de aprender de modo autónomo

RA384 - Desarrolla Sistemas Inteligentes en entornos complejos

RA381 - Identifica los aspectos relevantes de los Sistemas Inteligentes

RA386 - Identifica los diferentes tipos de problemas en base a la Teoría de Sistemas

RA387 - Diseña correctamente una solución basada en técnicas de Sistemas Inteligentes

RA415 - Es capaz de utilizar con éxito técnicas creativas para buscar de forma deliberada nuevas alternativas e ideas, realizando fraccionamiento de objetos, vivencias o situaciones en bloques más pequeños, asociando conceptos aparentemente no relacionados, estableciendo analogías. Es capaz de redireccionar su atención encontrando nuevos puntos de vista que den soluciones a problemas concretos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objeto de estudio teórico de la Inteligencia Artificial (IA) es la cognición, los procesos que permiten a un sistema (biológico o no) percibir lo que ocurre en su entorno, razonar y actuar en ese mismo entorno. Este objeto de estudio es extremadamente complejo y está enraizado en la cultura humana desde su nacimiento. Como no puede ser de otro modo, en este estudio están interesadas muchas ramas de la ciencia y, por lo tanto, se trata de una labor interdisciplinaria en la que, además de la IA, se encuentran, al menos, la Psicología, la Filosofía, la Lingüística, la Neurología, la Sociología y la Antropología (Ciencias Cognitivas).

Por otra parte, el objeto práctico de la IA consiste en la construcción de sistemas artificiales que tengan capacidades cognitivas, sistemas que puedan llevar a cabo funciones que requieran cognición en un entorno determinado. Evidentemente, el entorno aplicativo de mayor interés es el entorno natural en el que nos desenvolvemos los humanos, entorno en el que nos encontramos con la Robótica como campo de aplicación de los estudios teóricos centrados en la cognición.

Sin embargo, los entornos virtuales también son entornos ideales para la experimentación en IA. Los resultados obtenidos en estos mundos virtuales serán de aplicación en el mundo real, tanto más cuanto mayor sea el

isomorfismo entre ambos espacios. Es cierto que serán precisas adaptaciones y es cierto que los sensores y actuadores no son los mismos en los diferentes espacios pero, también es cierto que las características elementales de ambos entornos pueden ser básicamente las mismas y que los procesos cognitivos llevados a cabo por inteligencias artificiales o naturales, situadas en cualquier espacio-tiempo (real o virtual) son muy similares en muchos aspectos primordiales.

El alumno será introducido en áreas temáticas ampliamente utilizadas en la construcción de Sistemas Inteligentes: representación del conocimiento (mediante Lógica Borrosa), percepción computacional (mediante Visión Artificial) y aprendizaje (mediante Computación Evolutiva). Así mismo, y con el objetivo de que el alumno sepa afrontar con éxito cualquier problema que requiera el uso de estas técnicas, se estudiarán diversas arquitecturas cognitivas (reactivas - proactivas) para poder modelar el razonamiento de los Sistemas Inteligentes que construya.

Estos conocimientos básicos se verán complementados con la realización de una práctica en la que los alumnos tendrán la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos mediante el diseño y construcción de un sistema inteligente autónomo dentro de un entorno persistente en 3D (virtual o real).

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a la Teoría General de Sistemas y al Pensamiento Sistémico
  - 1.1. Pensamiento Sistémico
  - 1.2. Teoría General de Sistemas
  - 1.3. Visión sistémica para la resolución de problemas
2. Introducción a los Sistemas Inteligentes
  - 2.1. Historia y definición. Test de Turing. TTT
  - 2.2. Dato, Información, Conocimiento
  - 2.3. Representación del Conocimiento
  - 2.4. Exploración en Espacios de Estados
  - 2.5. Reconocimiento de Patrones
  - 2.6. Aprendizaje
3. Percepción Computacional
  - 3.1. Introducción a la Percepción Computacional

- 3.2. Formación de imágenes digitales
- 3.3. Preproceso
- 3.4. Segmentación
- 3.5. Descripción
- 3.6. Reconocimiento de objetos
- 4. Computación Evolutiva. Aprendizaje
  - 4.1. Introducción a la Computación Evolutiva
  - 4.2. Esquema General de un Algoritmo Evolutivo
  - 4.3. Tipos de Algoritmos Evolutivos
  - 4.4. Elementos de un Algoritmo Evolutivo
  - 4.5. Aprendizaje mediante Computación Evolutiva. Comportamiento típico de un Algoritmo Evolutivo
- 5. Lógica Borrosa. Representación
  - 5.1. Teoría de Conjuntos Borrosos
  - 5.2. Lógica Borrosa
  - 5.3. Control Borroso
  - 5.4. Representación del conocimiento mediante Lógica Borrosa
- 6. Realidad: física, aumentada, virtual y mixta
- 7. Entornos virtuales en 3D para la experimentación en Sistemas Inteligentes
  - 7.1. Estándares, Herramientas y Lenguajes
  - 7.2. Esquema de un Sistema Inteligente en un entorno virtual en 3D
  - 7.3. Plataformas virtuales: Open Sim y Second Life
  - 7.4. Unity 3D

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad en aula  | Actividad en laboratorio  | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|--|---|----------------|---------------------------|
| 1   | <b>Tema 1. Introducción a la Teoría General de Sistemas</b><br>Duración: 04:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |   |                |                           |
| 2   | <b>Tema 2. Introducción a los Sistemas Inteligentes</b><br>Duración: 04:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral     |   |                |                           |
| 3   | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                     | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                             |                |                           |
| 4   | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                     | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                             |                |                           |
| 5   | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                     | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                             |                |                           |
| 6   | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                     | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                             |                |                           |
| 7   | <b>Tema 4. Computación Evolutiva. Aprendizaje</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral           | <b>Tema 3. Percepción Computacional</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                             |                |                           |
| 8   | <b>Tema 4. Computación Evolutiva. Aprendizaje</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral           | <b>Tema 4. Computación Evolutiva. Aprendizaje.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                  |                |                           |
| 9   | <b>Tema 4. Computación Evolutiva. Aprendizaje</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral           | <b>Tema 4. Computación Evolutiva. Aprendizaje.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                  |                |                           |
| 10  |  | <b>Definición del Sistema Inteligente a construir en las prácticas</b><br>Duración: 04:00<br>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas |                |                           |



|    |   |  |  |  |
|----|---|--|--|--|
| 11 | <b>Tema 4. Computación Evolutiva. Aprendizaje</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Tema 4. Computación Evolutiva. Aprendizaje.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  | <b>Entrega del modelo del Sistema Inteligente a construir. Diseño. {RA: 381, 386, 387, 415}</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación continua<br>No presencial<br>Duración: 00:00                        |
| 12 | <b>Tema 5. Lógica Borrosa. Representación</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Construcción del Sistema Inteligente</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio        |  |  |
| 13 | <b>Tema 6. Realidad: física, aumentada, virtual, híbrida.</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                            | <b>Construcción del Sistema Inteligente</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio        |  |  |
| 14 | <b>Tema 7. Entornos virtuales en 3D para la experimentación en Sistemas Inteligentes</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Construcción del Sistema Inteligente</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio        |  |  |
| 15 |   | <b>Construcción del Sistema Inteligente</b><br>Duración: 04:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio        |  | <b>Entrega del Sistema Inteligente. Desarrollo. {RA: 384, 385}</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación continua<br>No presencial<br>Duración: 00:00   |
| 16 |   |  |  |  |
| 17 |   |  |  | <b>Entrega del Sistema Inteligente. Práctica Final. Diseño y Desarrollo. {RA: 381, 384, 385, 386, 387, 415}</b><br>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br>Evaluación sólo prueba final<br>Presencial<br>Duración: 03:00 |

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.

\* 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 (progresiva)

| Sem. | Descripción  | Modalidad                               | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|--|---|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 11   | Entrega del modelo del Sistema Inteligente a construir. Diseño. {RA: 381, 386, 387, 415} | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00    | 25%             | 5 / 10      | CE4<br>CT10            |
| 15   | Entrega del Sistema Inteligente. Desarrollo. {RA: 384, 385}                              | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00    | 75%             | 5 / 10      | CE4<br>CE7             |

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción  | Modalidad                                | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|--|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 17  | Entrega del Sistema Inteligente. Práctica Final. Diseño y Desarrollo. {RA: 381, 384, 385, 386, 387, 415} | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 03:00    | 100%            | 5 / 10      | CE7<br>CT10<br>CE4     |

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción  | Modalidad                                | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|--|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| Entrega del Sistema Inteligente. Práctica Final. Diseño y Desarrollo. {RA: 381, 384, 385, 386, 387, 415} | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 03:00    | 100%            | 5 / 10      | CE4<br>CE7<br>CT10     |

## 7.2. Criterios de evaluación

Evaluación sumativa de todas las actividades realizadas. La evaluación es continua; no hay examen final salvo renuncia expresa a la evaluación continua. Todas las actividades son obligatorias. Las que no se realicen en su momento, podrán recuperarse una vez finalizadas las clases el día del examen final, pero en ese caso tendrán una penalización.

En caso de renunciar a la evaluación continua y optar por la opción de prueba única, el alumno deberá comunicarlo por escrito durante los 10 días siguientes al inicio del curso. En ese caso realizará un examen escrito de la asignatura en la fecha asignada para el examen final, y deberá entregar además todos los ejercicios prácticos realizados a lo largo del curso, así como los proyectos de la asignatura, desarrollados de manera individual, en el momento de la realización del examen.

Resultados de Aprendizaje adquiridos con la superación de las pruebas de evaluación programadas:

### En evaluación continua:

En la actividad de evaluación: *Entrega del modelo del Sistema Inteligente a construir. Diseño.:*

- RA381: Identifica los aspectos relevantes de los Sistemas Inteligentes
- RA386: Identifica los diferentes tipos de problemas en base a la Teoría de Sistemas
- RA387: Diseña correctamente una solución basada en técnicas de Sistemas Inteligentes
- RA415: Es capaz de utilizar con éxito técnicas creativas para buscar de forma deliberada nuevas alternativas e ideas, realizando fraccionamiento de objetos, vivencias o situaciones en bloques más pequeños, asociando conceptos aparentemente no relacionados, estableciendo analogías. Es capaz de redireccionar su atención encontrando nuevos puntos de vista que den soluciones a problemas concretos.

En la actividad de evaluación: *Entrega del Sistema Inteligente. Desarrollo.:*

- RA384: Desarrolla Sistemas Inteligentes en entornos complejos
- RA385: Implementa sistemas capaces de aprender de modo autónomo

### En evaluación sólo prueba final y en la evaluación convocatoria extraordinaria:

En la actividad de evaluación: *Entrega del Sistema Inteligente. Práctica Final. Diseño y Desarrollo.:*

- RA381: Identifica los aspectos relevantes de los Sistemas Inteligentes

- RA384: Desarrolla Sistemas Inteligentes en entornos complejos
- RA385 Implementa sistemas capaces de aprender de modo autónomo
- RA386: Identifica los diferentes tipos de problemas en base a la Teoría de Sistemas
- RA387: Diseña correctamente una solución basada en técnicas de Sistemas Inteligentes
- RA415: Es capaz de utilizar con éxito técnicas creativas para buscar de forma deliberada nuevas alternativas e ideas, realizando fraccionamiento de objetos, vivencias o situaciones en bloques más pequeños, asociando conceptos aparentemente no relacionados, estableciendo analogías. Es capaz de redireccionar su atención encontrando nuevos puntos de vista que den soluciones a problemas concretos.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre   | Tipo         | Observaciones |
|--|--------------|---------------|
| Arroyo, A.; Alcalá, J.; Serradilla, F.<br>Percepción computacional.<br>Departamento de publicaciones de la<br>Escuela Universitaria de Informática,<br>2001. | Bibliografía |               |
| Eiben, A. E. & Smith, J. E.<br>Introduction to Evolutionary<br>Computing. Springer. 2003   | Bibliografía |               |
| Goldberg, D. E. Genetic Algorithms<br>in Search, Optimization and Machine<br>Learning. Addison-Wesley. New<br>York. 1989.                                    | Bibliografía |               |
| Heaton J.T. Introduction to Neural<br>Networks with Java. Heaton<br>Research, 2005   | Bibliografía |               |
| Karray, F.O. and De Silve, C.W. Soft<br>Computing and Intelligent Systems<br>Design: Theory, Tools and<br>Applications. Addison Wesley, 2004                 | Bibliografía |               |

|  |              |  |
|--|--------------|--|
| Michalewicz, Z. & Fogel, D. B. How to Solve It: Modern Heuristics. Springer. 2004. | Bibliografía |  |
| Laboratorio con libre acceso   | Equipamiento |  |
| Moodle de la asignatura en la UPM  | Recursos web |  |

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura