

## 60973 - Redes neuronales electrónicas

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 60973 - Redes neuronales electrónicas

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 623 - Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

Se trata de una asignatura optativa con número de plazas limitadas.

Su objetivo fundamental es formar tanto en **redes neuronales** como en otras técnicas inteligentes incluidas en el **machine learning o aprendizaje automático**, incluyendo el **deep learning o aprendizaje profundo**.

A diferencia de otras asignaturas, se hace un especial énfasis en su **implementación, tanto software como hardware**. Hoy en día estas técnicas se utilizan de forma rutinaria en coches autónomos, teléfonos móviles (p.e., asistentes de voz), servicios de internet (bots, anti spam, reconocimiento de imágenes, publicidad "a medida"), internet de las cosas, etc. Google, Facebook, Apple, Microsoft, Intel, NVIDIA, Tesla, Samsung, Bosch, etc., invierten ingentes recursos en este campo.

En primer lugar se exponen los fundamentos y mecanismos de aprendizaje: redes neuronales y *machine learning* se basan en el concepto de **aprendizaje a partir de ejemplos (learning from data)**, aprendiendo por sí mismas a reconocer patrones o ajustar modelos. En segundo lugar se aborda la implementación, tanto en forma de programa como su realización electrónica. Finalmente se estudian ejemplos de aplicación, como reconocimiento de actividades en entornos domóticos (detectar patrones de uso, presencia de intrusos, caídas, etc.), electrodomésticos inteligentes, calidad de servicio en comunicaciones, predicción de demanda de consumo, etc.

El objetivo último es dotar al estudiante de los conocimientos necesarios para aplicar estas herramientas e incorporar inteligencia a sistemas y dispositivos.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

? Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible

Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas

? Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras

Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países

Meta 9.c Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Las redes neuronales artificiales son un conjunto de técnicas de *machine learning* que permiten **dotar de inteligencia a sistemas y dispositivos**. Se trata de una disciplina de carácter **multidisciplinar** que puede ser aplicada a problemas muy variados, desde los ambientes inteligentes, a la electrónica de potencia, pasando por las comunicaciones. A modo de ejemplo, los profesores de la asignatura han aplicado redes neuronales artificiales y *machine learning* al procesamiento de sensores en instalaciones domóticas, visión por computador, seguimiento y evaluación de actividades de personas, calidad de servicio en redes de comunicaciones, reconocimiento de comandos hablados, *smart cooking* (cocinas de inducción), etc. Son ejemplos de sistemas inteligentes programados en unos casos en un computador y en otros implementados en microcontroladores, DSP, FPGA o haciendo uso de unidades de procesamiento gráfico (GPU).

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al Máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**CB7** Los estudiantes sabrán 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.

**CG4** Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.

**CG11** Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

**CE12** Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.

**CE14** Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

**CE15** Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

1. Aplica redes neuronales artificiales y otras técnicas inteligentes para solucionar problemas en entornos nuevos o con información imprecisa o poco definida.
2. Conoce los fundamentos de las redes neuronales artificiales y de otras técnicas relacionadas.
3. Es capaz de desarrollar un proyecto basado en redes neuronales y otros sistemas inteligentes, dividiendo el problema en partes, seleccionando la técnica más idónea en cada caso y realizar su simulación en un computador.
4. Es capaz de seleccionar la tecnología electrónica de implementación adecuada en cada caso: ASIC, FPGA, microcontrolador, DSP o computador.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Ante la demanda creciente de entornos inteligentes propia de la actual sociedad de la información, técnicas inteligentes como las redes neuronales artificiales son cada vez más relevantes. Por un lado, permiten mediante su programación en un computador procesar imágenes o explorar bases de datos, para realizar seguimiento de actividades, extraer información relevante como patrones de uso o calidad de servicio, etc., gracias a su capacidad de aprendizaje y reconocimiento de patrones a partir de ejemplos. Por lo tanto, en este sentido pueden enmarcarse en la capa superior del entorno inteligente.

Por otro lado, y a diferencia de otras herramientas encuadradas en la inteligencia artificial, las redes neuronales artificiales pueden **implementarse en circuitos integrados específicos y FPGAs o programarse en microcontroladores y DSP**. Estas implementaciones hardware permiten introducir **inteligencia empotrada o embebida** en dispositivos electrónicos, electrodomésticos, etc., dotándoles de nuevas funcionalidades de gran valor añadido, como por ejemplo, la adaptación de un dispositivo electrónico o electrodoméstico a las particularidades de cada usuario, aprendiendo automáticamente sus costumbres, usos, etc.

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los del resto del Máster deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas, así como abordar con garantías la realización de una tesis doctoral o desempeñar una labor profesional en los ámbitos mencionados.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

La asignatura se evaluará en la modalidad de evaluación global mediante las siguientes actividades:

#### 1) Prueba escrita presencial (30%)

Se realizará a final del curso una prueba tipo test (con penalización por fallos) que supondrá el 30% de la calificación.

#### 2) Prácticas (30%)

Se evaluarán sesión a sesión a partir de la observación de la labor del estudiante y mediante un cuestionario sobre la práctica. Supondrán el 30% de la calificación. Las prácticas son fundamentales, por lo que quien no realice una práctica en la fecha establecida, tendrá que realizarla por su cuenta, entregando un guión en el que se detalle el trabajo realizado; el cuestionario correspondiente a dicha práctica se le pasará en la convocatoria oficial de examen.

#### 3) Trabajos de asignatura (40%)

El trabajo de asignatura supondrá el 40% de la calificación, valorándose los siguientes conceptos: dificultad y desarrollo, resultados obtenidos, calidad de la memoria, exposición oral y defensa.

- Se realizarán preferiblemente en grupos de dos estudiantes en alguna de las modalidades siguientes:
  - **Simulación.** Consiste en la aplicación de RNA u otras técnicas inteligentes a algún problema concreto. En general, la temática la propondrá el alumno.
  - **Documentación.** Consiste en una búsqueda de referencias sobre la aplicación de RNA en áreas relacionadas con la temática del Máster con elaboración de un informe completo.
- Para aprobar en 1ª convocatoria se deben presentar las propuestas de trabajos en abril/mayo y entregar la memoria definitiva en junio (las fechas concretas las indicarán los profesores cada año en función del calendario de la EINA). También en junio se realizarán las exposiciones orales de los trabajos.
- Para la 2ª convocatoria, cada año se indicará la fecha de entrega de trabajos en función del calendario de la EINA (se deberá entregar tanto la memoria del trabajo como el fichero Power Point correspondiente a la presentación).

Alternativamente el alumno tiene la posibilidad de superar la asignatura mediante la evaluación global en las convocatorias oficiales. La evaluación se realizará mediante prueba teórico-práctica en las fechas establecidas por el centro.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles: clases de teoría, estudio de casos (aplicaciones) y laboratorio, con creciente participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas de las redes neuronales y otros sistemas inteligentes, así como las distintas formas tecnológicas de realización, programada y en circuito electrónico.
- La asignatura tiene una orientación aplicada, por lo que las clases de teoría se complementarán con el tratamiento detallado de casos de aplicación de redes neuronales y otras tecnologías inteligentes a problemas reales, especialmente en el campo de los ambientes inteligentes (análisis de datos de sensores en instalaciones domóticas, visión por computador, reconocimiento de habla, calidad de servicio de telecomunicaciones, inteligencia embebida en electrodomésticos, etc.).
- Se realizarán prácticas con software específico para desarrollar aplicaciones reales.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

#### A01 Clase magistral (20 horas)

Se expondrán los contenidos fundamentales de la materia, incentivando la participación de los estudiantes. Los materiales que se expondrán en las clases magistrales estarán a disposición de los alumnos en Moodle.

#### A02 Estudio de casos (10 horas)

Se desarrollarán casos representativos ilustrando la aplicación de redes neuronales y otras técnicas inteligentes a problemas reales del campo de la ingeniería (reconocimiento de actividades en una vivienda a partir de datos de sensores, aplicaciones de redes neuronales artificiales en electrodomésticos, predicción de demanda de consumo eléctrico, análisis de propiedades de materiales, visión por computador, reconocimiento de habla, calidad de servicio de telecomunicaciones, etc.).

#### A03 Prácticas (18 horas)

Las prácticas son un medio para que el estudiante aprenda las herramientas y metodología de desarrollo de sistemas inteligentes basados en redes neuronales y otras técnicas relacionadas. Los enunciados de las prácticas estarán a disposición de los alumnos en Moodle.

#### A06 Trabajos docentes (36 horas)

Tiempo estimado para que el alumno realice los trabajos de asignatura. Se realizarán preferiblemente en grupos de dos estudiantes en alguna de las dos modalidades expuestas. Se pretende que el estudiante afiance las competencias anteriormente expuestas (capacidad de resolución de problemas, adaptación a nuevas tecnologías, comunicación, etc.). Se valorará la dificultad del trabajo, desarrollo, resultados, calidad de la memoria y exposición y defensa oral.

#### A07 Estudio (60 horas)

Estudio personal, preparación de las prácticas, preparación del examen y tutorías.

#### A08 Pruebas de evaluación (6 horas)

Realización del examen y presentación de los trabajos.

### 4.3. Programa

#### Programa de teoría

- Tema 1. Fundamentos de Redes Neuronales y *Machine Learning*
- Tema 2. Aprendizaje supervisado
- Tema 3. Aprendizaje no supervisado
- Tema 4. Modelos kernel (RBF, SVM) y temporales
- Tema 5. Deep Learning
- Tema 6. Implementación electrónica
- Tema 7. Realización digital
- Tema 8. Desarrollo de aplicaciones

### **Programa de prácticas orientativo**

Herramientas e introducción al machine learning  
Reducción de dimensiones y modelos no supervisados  
Modelos supervisados: lineales y SVM  
MLP y Deep Learning  
Deep Learning (II)

### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web). El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con suficiente antelación.

- Clases de teoría y problemas-casos: 2 horas de clase semanales en el aula.
- Sesiones prácticas: de 5 a 6 sesiones.
- Entrega de trabajos: se informará en clase y en Moodle de las fechas y condiciones de entrega.
- Examen: habrá un examen de 1ª convocatoria y otro de 2ª en las fechas que indique el Centro.

### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

#### **Materiales docentes básicos (disponibles en Moodle):**

Apuntes de la asignatura (diapositivas)  
Guiones de prácticas  
Otros documentos y software

**Bibliografía disponible en el siguiente enlace de la biblioteca (libros disponibles en la biblioteca del Campus):**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=60973>