

## 60979 - Deep learning

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 60979 - Deep learning

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

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

**Créditos:** 3.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos.

La asignatura Deep learning es una asignatura dentro del módulo de Formación Optativa. La asignatura proporciona al estudiante una visión general de un sistema moderno de redes neuronales profundas que están revolucionando muchos campos de la ciencia y la ingeniería y proporcionando resultados que han mejorado prácticamente los mejores sistemas anteriores por un gran margen en tareas relacionadas con el procesamiento de señal. En la asignatura se tratan desde los aspectos básicos de las arquitecturas exitosas al tratamiento de secuencias en redes recurrentes. Además reciben especial atención los modelos generativos basados en redes neuronales que están generando multitud de aplicaciones. Los modelos de atención y su desarrollo hasta los recientes transformers también es abordado en la asignatura. Por último se tratará la robustez en la estimación de los parámetros de las redes y la gestión de la incertidumbre en las predicciones, que es tan importante para tener estos sistemas en cuenta en la aplicación en problemas reales. También se estudian otros aspectos importantes como la eficiencia de la implementación y la paralelización mediante unidades de procesamiento gráfico GPUs, ampliamente utilizados en la actualidad para desarrollar sistemas de deep learning.

Además se estudia la interacción de los parámetros de cada tipo de sistema y su optimización en función de los recursos disponibles: datos de entrenamiento, capacidad de cálculo. La asignatura combina tanto aspectos teóricos como prácticos, de modo que los conceptos teóricos se complementan con un conjunto de prácticas de laboratorio y trabajos en grupo.

La asignatura consta de 3,0 créditos ECTS, que se distribuyen en sesiones presenciales teóricas, clases de problemas, prácticas de laboratorio y trabajos prácticos en grupo.

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, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.

? 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, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

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

La asignatura Deep learning proporciona a futuros profesionales en el ámbito de las telecomunicaciones las metodologías básicas para comprender los aspectos fundamentales y bloques básicos de un sistema de aprendizaje automático basado en redes neuronales profundas. Partiendo de una introducción a las arquitecturas modernas se van estudiando aspectos importantes de los sistemas para automatizar tareas y llegar a soluciones útiles dentro del contexto de tratamiento de señales.

La asignatura se apoya en asignaturas previas como Tratamiento de Señal para Comunicaciones, como se ha comentado

en el apartado de recomendaciones para cursar la asignatura. La asignatura a su vez contiene conceptos que pueden resultar útiles para otras asignaturas optativas como Tecnologías del Habla, Tratamiento digital de imagen y vídeo y se apoya fuertemente en la asignatura Aprendizaje automático en datos multimedia.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

El profesorado encargado de esta asignatura pertenece al área de Teoría de la Señal y Comunicaciones

Es recomendable que el alumno que quiera cursar Deep learning haya cursado previamente o curse simultáneamente la asignatura Tratamiento de Señal para Comunicaciones. También es recomendable la asignatura optativa Tecnologías del Habla y especialmente la asignatura Aprendizaje automático en datos multimedia.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

CB6: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

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.

CB8: Los estudiantes serán capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9: Los estudiantes sabrán comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10: Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

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.

CG12: Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.

CE1: Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.

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

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

R1: Conoce los aspectos básicos de las arquitecturas más difundidas de redes neuronales profundas.

R2: Conoce los modelos de redes recurrentes para modelar secuencias.

R3: Conoce la metodología para evaluar la verosimilitud de datos con redes profundas generativas y para generar ejemplos.

R4: Comprende los conceptos sobre los que se sustentan los sistemas de redes profundas basadas en modelos de atención.

R5: Conoce los problemas de incertidumbre asociados a los sistemas de redes neuronales profundas y técnicas básicas Bayesianas para mejorar la robustez de los modelos.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La adquisición de las competencias y habilidades propuestas en la Deep learning, así como la comprensión de los conceptos teóricos, es muy útil en la actualidad para un Ingeniero de Telecomunicación en el campo audiovisual y multimedia. Todo el conjunto de capacidades adquiridas en esta asignatura será de gran utilidad para su formación.

Los conceptos y técnicas desarrolladas y la formación práctica recibida en esta asignatura facilitarán la comprensión de los bloques integrantes de un sistema de aprendizaje automático basado en redes neuronales profundas y le proporcionará la base para profundizar en estos sistemas en su futuro.

## 3. Evaluación

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

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

#### E1: Prácticas de laboratorio

Las prácticas de laboratorio de la asignatura constituyen el 25% de la calificación final. Su evaluación se realizará a partir de los entregables posteriores a la realización de las mismas aportados por los alumnos y de su actitud y rendimiento en su realización, que será evaluado de forma continua. Se requiere una nota mínima de 4 sobre 10 en este apartado para superar la asignatura.

#### E2: Trabajos tutorizados

Los trabajos tutorizados representan el 25% de la calificación final. En la calificación se valorará la capacidad analítica y crítica del alumno para estudiar un problema o aspectos concretos en un sistema de redes neuronales profundas, haciendo uso de las herramientas teóricas y prácticas aprendidas en la asignatura. Además se evaluará la originalidad de las soluciones, la capacidad para trabajar en grupo, la habilidad para coordinar el trabajo y de transmitir la información relevante de forma oral y escrita, ya que el trabajo realizado se presentará a través de un informe común al grupo y de una presentación oral. Se requiere una nota mínima de 4 sobre 10 en este apartado para superar la asignatura.

#### E3: Examen final

El examen final consistirá en una prueba escrita que representa el 50% de la calificación final.

Se requiere una nota mínima de 4 sobre 10 en la nota del examen final (E3) para superar la asignatura.

#### E4: Calificación final de la asignatura.

La calificación final (CF) de la asignatura será el resultado de la expresión:

$$CF = 0.25 \cdot E1 + 0.25 \cdot E2 + 0.50 \cdot E3$$

con las restricciones comentadas:  $E1 \geq 4$ ,  $E2 \geq 4$  y  $E3 \geq 4$

Se dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso. Las fechas y horarios vendrán determinados por el Centro.

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

### 4.1. Presentación metodológica general

M1: Clases magistrales participativas.

M8: Prácticas de aula.

M9: Prácticas de laboratorio.

M4: Trabajos prácticos tutorados.

M10: Tutoría.

M11: Evaluación.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

A01: Clases magistrales participativas (18 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura, combinada con la participación activa del alumnado. Esta metodología, apoyada con el estudio individual del alumno (M14) está diseñada para proporcionar a los alumnos los fundamentos teóricos del contenido de la asignatura.

A03: Prácticas de laboratorio (8 horas). En las que los alumnos realizarán 4 sesiones de prácticas de 2 horas de duración. En grupos pequeños, se realizan una serie de prácticas en las cuales se conocerán los bloques principales de los sistemas de aprendizaje automático en redes profundas (deep learning) que permitan consolidar el conjunto de conceptos teóricos desarrollados a lo largo de las clases magistrales. Esta actividad se realizará en el Laboratorio de forma presencial o en sesiones remotas si las circunstancias así lo aconsejan.

A05: Trabajos prácticos tutorados (20 horas). Realización de un trabajo práctico en grupo y tutorizado por el profesor, basado en los contenidos de la asignatura.

A06: Tutoría. Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

A08: Evaluación. Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

### 4.3. Programa

La distribución en unidades temáticas de la teoría de la asignatura será la siguiente:

1. Arquitecturas en redes neuronales profundas y modelos de atención
2. Modelos de secuencia, redes recurrentes
3. Modelos generativos: Autoencoders, GANs, normalizing flows y diffusion models

4. Self attention y transformers
5. Estimación robusta de parámetros y redes Bayesianas

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

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, tanto de las horas presenciales, como las sesiones de laboratorio estará definido por el centro en el calendario académico del curso correspondiente.

La asignatura consta de un total de 3,0 créditos ECTS. Las actividades se dividen en clases teóricas, resolución de problemas o casos prácticos en clase, prácticas de laboratorio y la realización de trabajos tutelados relacionados con el aprendizaje automático en redes profundas (deep learning). Las actividades tienen como objetivo facilitar la asimilación de los conceptos teóricos, complementándolos con los prácticos, de forma que se adquieran los conocimientos y las habilidades básicas relacionadas con las competencias previstas en la asignatura.

Las fechas de inicio y finalización del curso y las horas concretas de impartición de la asignatura así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio e impartición de seminarios se harán públicas atendiendo a los horarios fijados por la Escuela.

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

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=60979>