



## Proyecto/Guía docente de la asignatura

Se debe indicar de forma fiel cómo va a ser desarrollada la docencia. Esta guía debe ser elaborada teniendo en cuenta a todos los profesores de la asignatura. Conocidos los espacios y profesorado disponible. Los detalles de la asignatura serán informados por el Campus Virtual.

Se recuerda la importancia que tienen los comités de título en su labor de verificar la coherencia de las guías docentes de acuerdo con lo recogido en la memoria de verificación del título y/o en sus planes de mejora. Por ello, **tanto la guía, como cualquier modificación** que sufra en aspectos "regulados" (competencias, metodologías, criterios de evaluación y planificación, etc..) deberá estar **informada favorablemente por el comité** de título **ANTES** de ser colgada en la aplicación web de la UVa. Se ha añadido una fila en la primera tabla para indicar la fecha en la que el comité revisó la guía.

<b>Asignatura</b>	Deep Learning y sus aplicaciones		
<b>Materia</b>	Aprendizaje automático de altas prestaciones		
<b>Módulo</b>	Tecnologías informáticas		
<b>Titulación</b>	Máster en Ingeniería Informática		
<b>Plan</b>	639	<b>Código</b>	54927
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	Obligatoria
<b>Nivel/Ciclo</b>	Máster	<b>Curso</b>	1
<b>Créditos ECTS</b>	3		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Castellano		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Aníbal Bregón y Quiliano Isaac Moro		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	Anibal Bregon: e-mail: <a href="mailto:anibal@infor.uva.es">anibal@infor.uva.es</a> Quiliano Isaac Moro: e-mail: <a href="mailto:isaac@infor.uva.es">isaac@infor.uva.es</a>		
<b>Departamento</b>	Informática (ATC, CCIA, LSI)		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	15/09/2023		

## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

El Deep Learning está revolucionando la manera que tenemos de ver el mundo. Cada vez son más las aplicaciones prácticas que este tipo de técnicas tienen en nuestra vida diaria, y el futuro se presenta cada vez más prometedor. El Deep Learning ha demostrado ser extremadamente efectivo en el aprendizaje de patrones, y su aplicación a sistemas de visión computacional, reconocimiento del habla, etc... permitiendo que estos sistemas evolucionen a niveles que hace sólo unos años eran impensables. Esta asignatura se centrará tanto en los fundamentos teóricos del Deep Learning como en sus aplicaciones prácticas. En particular se presentará al alumno los conceptos fundamentales sobre Deep Learning y se profundizará en dos de los modelos de redes Deep Learning más exitosos, las redes convolucionales y las redes recurrentes. En todos los casos se realizarán supuestos prácticos y se presentará al alumno las principales herramientas (utilizando Python como base) para crear modelos de Deep Learning.

### 1.2 Relación con otras materias

- Técnicas escalables de análisis de datos en entornos Big Data: Clasificadores.
- Técnicas escalables de análisis de datos en entornos Big Data: Regresión y descubrimiento de conocimiento.

### 1.3 Prerrequisitos

Se recomienda que el alumno, en sus estudios de Grado, haya adquirido un mínimo de competencias en relación a los fundamentos de los sistemas inteligentes.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

**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 en Informática.

**CG8** - Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar estos conocimientos

### 2.2 Específicas

**CET9** - Capacidad para aplicar métodos matemáticos, estadísticos y de inteligencia artificial para modelar, diseñar y desarrollar aplicaciones, servicios, sistemas inteligentes y sistemas basados en el conocimiento





### 3. Objetivos

- Conocer las ideas fundamentales del Deep Learning y ser capaz de entender cómo se desarrollan sistemas de aprendizaje profundo que exploten grandes volúmenes de datos.
- Conocer los principales modelos de redes neuronales profundas (deep forward, convolucionales, recurrentes, etc), su aplicación práctica y sus limitaciones.
- Conocer las principales herramientas para la implementación de redes neuronales profundas.
- Ser capaz de utilizar métodos, técnicas y herramientas de Deep Learning en el desarrollo de sistemas de clasificación y de reconocimiento de objetos, entre otros campos de aplicación.



#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: “Introducción y conceptos fundamentales”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1

###### a. Contextualización y justificación

En este primer bloque de la asignatura se presentan las ideas y conceptos básicos subyacentes en el Deep Learning, comenzando por un breve repaso sobre las redes neurales que permita contextualizar mejor las distintas redes Deep Learning que se verán en la asignatura. Posteriormente se presentarán los conceptos fundamentales sobre Deep Learning y que luego se utilizarán en la construcción de los distintos modelos de redes Deep Learning. Conceptos como función de activación, Softmax, regularización, etc... serán explicados en este bloque.

En este bloque también se presentarán la principales herramientas disponibles para trabajar con redes neuronales profundas y su aplicación en pequeños casos prácticos.

###### b. Objetivos de aprendizaje

- Conocer que es el Deep Learning y que papel juega dentro del Machine Learning.
- Aprender los conceptos fundamentales sobre redes Deep Learning.
- Saber identificar los principales tipos de redes Deep Learning.
- Conocer las herramientas básicas para crear modelos de Deep Learning.

###### c. Contenidos

**Redes neuronales.** Conceptos fundamentales.

**Deep Learning.** Introducción; aplicaciones del Deep Learning; instrumentos para una red neuronal profunda; principales tipos de redes neuronales.

**Implementación de redes Deep Learning.**

###### d. Métodos docentes

1. **Lección magistral:** exposición de la teoría y resolución de ejercicios propuestos.
2. **Realización de prácticas guiadas y libres de laboratorio.**
3. **Método de proyectos y aprendizaje por tareas y exposición del trabajo realizado por parte del alumno.**
4. **Estudio autónomo por parte del alumno,** incluyendo realización de problemas, consulta bibliográfica y realización de prácticas y pruebas de evaluación.
5. **Sesiones de tutorías (grupales o individuales), seguimiento y evaluación.**

###### e. Plan de trabajo

Los contenidos se desarrollarán en forma de clase magistral y, a continuación, los alumnos trabajarán en la resolución de supuestos teórico-prácticos que les ayuden a asentar los conocimientos adquiridos en un



contexto de aplicación. Además, se llevará a cabo una actividad de aprendizaje basado en proyectos, en la que los alumnos trabajarán en equipo para abordar el desarrollo de modelos Deep Learning.

## f. Evaluación

Véase apartado 7 de la guía docente.

## g Material docente

### g.1 Bibliografía básica

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- Ketkar, N., & Santana, E. (2017). Deep Learning with Python (Vol. 1). Berkeley, CA: Apress.

### g.2 Bibliografía complementaria

- Géron, A. (2019). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. O'Reilly Media.
- Nielsen, M. A. (2015). Neural networks and deep learning (Vol. 2018). San Francisco, CA: Determination press.

### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

## h. Recursos necesarios

Aula con pizarra y cañón de proyección. Laboratorio con pizarra y cañón de proyección. Ordenadores y software adecuado. Despacho o seminario para tutorías.

Campus Virtual con foros de discusión y herramientas para la entrega y evaluación de ejercicios resueltos por los alumnos.

## i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1	Semanas 1 y 2

**Bloque 2: “Redes convolucionales”**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0,8

**a. Contextualización y justificación**

Este segundo bloque se centra en las redes convolucionales (CNNs), un tipo de redes Deep Learning más exitosas. Las redes convolucionales están siendo muy utilizadas para reconocimiento de imágenes y visión computacional, aunque el rango de aplicaciones que utilizan CNNs de manera exitosa es enorme. En este bloque se presentarán en detalle los conceptos fundamentales sobre redes convolucionales, así como los más importantes modelos de redes convolucionales existentes.

**b. Objetivos de aprendizaje**

- Conocer que es una red neuronal convolucional (CNN).
- Conocer el funcionamiento de la capa de convolución y de la capa de pooling, y cómo se combinan para formar modelos de CNNs.
- Conocer los principales modelos de redes convolucionales existentes.

**c. Contenidos**

**CNNs.** Introducción; fundamentos; principales componentes (convolución, pooling, etc...).

**Modelos de CNNs.** Principales modelos de CNNs (LeNet-5, AlexNet, VGG, ResNet, etc...).

**Aplicaciones de las CNNs.**

**d. Métodos docentes**

1. **Lección magistral:** exposición de la teoría y resolución de ejercicios propuestos.
2. **Realización de prácticas guiadas y libres de laboratorio.**
3. **Método de proyectos y aprendizaje por tareas y exposición del trabajo realizado por parte del alumno.**
4. **Estudio autónomo por parte del alumno,** incluyendo realización de problemas, consulta bibliográfica y realización de prácticas y pruebas de evaluación.
5. **Sesiones de tutorías (grupales o individuales), seguimiento y evaluación.**

**e. Plan de trabajo**

Los contenidos se desarrollarán en forma de clase magistral y, a continuación, los alumnos trabajarán en la resolución de supuestos teórico-prácticos que les ayuden a asentar los conocimientos adquiridos en un contexto de aplicación. Además, se llevará a cabo una actividad de aprendizaje basado en proyectos, en la que los alumnos trabajarán en equipo para abordar el desarrollo de modelos Deep Learning.

**f. Evaluación**

Véase apartado 7 de la guía docente.

## g Material docente

---

### g.1 Bibliografía básica

---

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- Ketkar, N., & Santana, E. (2017). Deep Learning with Python (Vol. 1). Berkeley, CA: Apress.

### g.2 Bibliografía complementaria

---

- Géron, A. (2019). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. O'Reilly Media.
- Nielsen, M. A. (2015). Neural networks and deep learning (Vol. 2018). San Francisco, CA: Determination press.

### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

---

## h. Recursos necesarios

---

Aula con pizarra y cañón de proyección. Laboratorio con pizarra y cañón de proyección. Ordenadores y software adecuado. Despacho o seminario para tutorías.

Campus Virtual con foros de discusión y herramientas para la entrega y evaluación de ejercicios resueltos por los alumnos.

## i. Temporalización

---

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0,8	Semanas 3 y 4

**Bloque 3: “Redes recurrentes”**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0,8

**a. Contextualización y justificación**

Las Redes Neuronales Recurrentes (Recurrent Neural Networks (RNNs)) surgieron en los años 80, y su principal use se circunscribe a aplicaciones que involucren series temporales, como puede ser el reconocimiento del habla. A diferencia de las redes convolucionales, donde las entradas son independientes entre sí, las redes recurrentes tienen ciclos entre las neuronas. Esto hace que la red pueda tener “memoria”, un estado interno que mantiene información, y que hace que puedan utilizarse para solucionar problemas que requieren secuencias de datos. En las redes recurrentes, cada neurona de la capa oculta puede tener conexiones consigo misma y con otras neuronas de la capa oculta

**b. Objetivos de aprendizaje**

- Conocer que es una red neuronal recurrente (RNN).
- Conocer el funcionamiento de las redes recurrentes y ser capaz de implementar una red recurrente sencilla.
- Conocer los principales modelos de redes recurrentes existentes, prestando especial atención a las redes LSTM (Long Short-Term Memory).

**c. Contenidos**

**RNNs.** Introducción; fundamentos; principales componentes.

**Modelos de CNNs.** LSTM.

**Aplicaciones de la RNNs.**

**d. Métodos docentes**

1. **Lección magistral:** exposición de la teoría y resolución de ejercicios propuestos.
2. **Realización de prácticas guiadas y libres de laboratorio.**
3. **Método de proyectos y aprendizaje por tareas y exposición del trabajo realizado por parte del alumno.**
4. **Estudio autónomo por parte del alumno,** incluyendo realización de problemas, consulta bibliográfica y realización de prácticas y pruebas de evaluación.
5. **Sesiones de tutorías (grupales o individuales), seguimiento y evaluación.**

**e. Plan de trabajo**

Los contenidos se desarrollarán en forma de clase magistral y, a continuación, los alumnos trabajarán en la resolución de supuestos teórico-prácticos que les ayuden a asentar los conocimientos adquiridos en un contexto de aplicación. Además, se llevará a cabo una actividad de aprendizaje basado en proyectos, en la que los alumnos trabajarán en equipo para abordar el desarrollo de modelos Deep Learning.

**f. Evaluación**

Véase apartado 7 de la guía docente.

## **g Material docente**

---

### **g.1 Bibliografía básica**

---

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- Ketkar, N., & Santana, E. (2017). Deep Learning with Python (Vol. 1). Berkeley, CA: Apress.

### **g.2 Bibliografía complementaria**

---

- Géron, A. (2019). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. O'Reilly Media.
- Nielsen, M. A. (2015). Neural networks and deep learning (Vol. 2018). San Francisco, CA: Determination press.

### **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

---

## **h. Recursos necesarios**

---

Aula con pizarra y cañón de proyección. Laboratorio con pizarra y cañón de proyección. Ordenadores y software adecuado. Despacho o seminario para tutorías.

Campus Virtual con foros de discusión y herramientas para la entrega y evaluación de ejercicios resueltos por los alumnos.

## **i. Temporalización**

---

<b>CARGA ECTS</b>	<b>PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO</b>
0,8	Semanas 5 y 6

**Bloque 4: “Seminarios investigación en Deep Learning”**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0,4

**a. Contextualización y justificación**

La investigación en redes Deep Learning es uno de los campos de investigación más punteros hoy en día. Tanto en inversión de recursos como en esfuerzo de investigadores las líneas e investigación punteras en este campo son innumerables y con resultados constantes. Este bloque pretende dar una visión muy general sobre el desarrollo actual de las líneas de investigación en Deep Learning, así como presentar, de forma breve, otros tipos de redes Deep Learning distintos de los “clásicos” ya vistos en bloques anteriores.

**b. Objetivos de aprendizaje**

- Conocer otros modelos de redes Deep Learning.
- Conocer el estado actual de la investigación en Deep Learning.

**c. Contenidos**

Otros modelos de redes.  
Investigación en Deep Learning.

**d. Métodos docentes**

1. **Método de proyectos y aprendizaje por tareas y exposición del trabajo realizado por parte del alumno.**
2. **Estudio autónomo por parte del alumno**, incluyendo realización de problemas, consulta bibliográfica y realización de prácticas y pruebas de evaluación.
3. **Sesiones de tutorías (grupales o individuales), seguimiento y evaluación.**

**e. Plan de trabajo**

Los contenidos se desarrollarán en forma de seminarios desarrollados por cada alumno o grupo de alumnos mediante una wiki.

**f. Evaluación**

Véase apartado 7 de la guía docente.

**g Material docente****g.1 Bibliografía básica**

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
- Ketkar, N., & Santana, E. (2017). Deep Learning with Python (Vol. 1). Berkeley, CA: Apress.

## **g.2 Bibliografía complementaria**

---

- Géron, A. (2019). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. O'Reilly Media.
- Nielsen, M. A. (2015). Neural networks and deep learning (Vol. 2018). San Francisco, CA: Determination press.

## **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

---

## **h. Recursos necesarios**

---

Aula con pizarra y cañón de proyección. Laboratorio con pizarra y cañón de proyección. Ordenadores y software adecuado. Despacho o seminario para tutorías.

Campus Virtual con foros de discusión y herramientas para la entrega y evaluación de ejercicios resueltos por los alumnos.

## **i. Temporalización**

---

<b>CARGA ECTS</b>	<b>PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO</b>
0,4	Semana 7



## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

La concreción de los métodos docentes se ha especificado en cada uno de los bloques temáticos.



## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	10	Estudio y trabajo individual	20
Clases prácticas de aula (A)	8	Estudio y trabajo grupal	25
Laboratorios (L)	8		
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios (S)	4		
Tutorías grupales (TG)			
Evaluación			
<b>Total presencial</b>	<b>30</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>45</b>
<b>TOTAL presencial + no presencial</b>			<b>75</b>

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Exámenes teóricos	30%	Será necesario sacar un mínimo de 5 sobre 10 en cada uno de los exámenes teóricos.
Actividades de Aprendizaje Basado en Proyectos	60%	
Seminario de Deep Learning	10%	

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación total de 5 puntos, al promediar las notas obtenidas en cada una de las partes consideradas. No obstante, se establece un mínimo en los exámenes y en las actividades de aprendizaje basado en proyecto, de tal forma que será necesario obtener una nota igual o mayor a 5 puntos en cada uno de ellos para optar a aprobar la asignatura. En el caso de suspender alguno de los proyectos o exámenes, la asignatura estará directamente suspensa (con independencia del resto de las notas obtenidas en la resolución de ejercicios y problemas).

- **Convocatoria extraordinaria:**

En la convocatoria extraordinaria se mantienen los criterios de calificación anteriores. Cabe destacar que se preservará la calificación obtenida por los alumnos en cada parte aprobada en la convocatoria ordinaria, de forma que sólo tendrán que superar aquellas partes suspensas. En el caso de no haber aprobado las actividades de aprendizaje basado en proyectos, los alumnos resolverán un nuevo proyecto, cuyo alcance y criterios de calificación serán equivalentes a los de la convocatoria ordinaria.

(\*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

Art 35.4 del ROA 35.4. La participación en la convocatoria extraordinaria no quedará sujeta a la asistencia a clase ni a la presencia en pruebas anteriores, salvo en los casos de prácticas externas, laboratorios u otras actividades cuya evaluación no fuera posible sin la previa realización de las mencionadas pruebas.

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>



## 8. Consideraciones finales

