

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	PROCESADO DE SEÑAL E IMAGEN MÉDICA		
<b>Materia</b>	SEÑALES E IMÁGENES MÉDICAS		
<b>Módulo</b>	--		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA		
<b>Plan</b>	637	<b>Código</b>	47535
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	JESÚS POZA CRESPO RODRIGO DE LUIS GARCÍA MARÍA GARCÍA GADAÑÓN		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5569 / ext. 5533 / ext. 3983 E-MAIL: <a href="mailto:jesus.poza@tel.uva.es">jesus.poza@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:rodrigo.luis@tel.uva.es">rodrigo.luis@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:maria.garcia@tel.uva.es">maria.garcia@tel.uva.es</a>		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Esta asignatura está enmarcada dentro de la materia “Señales e Imágenes Médicas”, que consta de cuatro asignaturas obligatorias (“Señales y Sistemas”, “Señales Biomédicas”, “Fundamentos de Imagen Médica” y “Procesado de Señal e Imagen Médica”) y dos optativas (“Procesado Avanzado de Señales Biomédicas” y “Procesado Avanzado de Imagen Médica”). La asignatura “Tratamiento de Señales Biomédicas” se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso del “Grado en Ingeniería Biomédica”.

Examinar las estructuras anatómicas y comprender los procesos fisiológicos del cuerpo humano suponen un reto considerable. Para afrontarlo es posible utilizar diversas señales e imágenes médicas, generadas como consecuencia de la actividad biológica o como resultado de la interacción entre nuestro organismo y diversos procesos físicos y químicos. Sin embargo, extraer información útil e interpretable, que se pueda aplicar en la práctica clínica, requiere normalmente de algún tipo de acondicionamiento y procesamiento de las múltiples modalidades de señales e imágenes médicas disponibles. Es en este punto en el que el área del procesamiento de señal e imagen médica resulta de una importancia crucial. Concretamente, engloba a una gran variedad de técnicas que abarcan las diversas etapas que suele ser necesario aplicar: (i) acondicionamiento o pre-procesado; (ii) extracción de características; (iii) selección de características o reducción de la dimensionalidad; y, finalmente, (iv) aplicación de métodos de identificación de patrones. En este contexto, la asignatura aborda los principales métodos de análisis de múltiples modalidades de señal e imagen médica, de forma que el alumno pueda tener una visión global de este campo fundamental de la Ingeniería Biomédica.

### 1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura está especialmente relacionada con “Señales y Sistemas”, “Señales Biomédicas” y “Fundamentos de Imagen Médica”. La asignatura “Señales y Sistemas” proporciona los conocimientos básicos para modelar señales y sistemas discretos, así como para realizar un análisis de Fourier. Por su parte, la asignatura “Señales Biomédicas” analiza diferentes tipos de señales biomédicas y plantea las bases para realizar un procesamiento básico de las mismas. La asignatura “Fundamentos de Imagen Médica” proporciona las bases para entender las diferentes modalidades de imagen médica, así como los métodos más habituales de adquisición. Los contenidos impartidos en “Procesado de Señal e Imagen Médica” constituyen la base para las asignaturas optativas “Procesado Avanzado de Señales Biomédicas” y “Procesado Avanzado de Imagen Médica”.

### 1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Es recomendable haber cursado las materias “Matemáticas” y “Bioestadística”. Asimismo, se recomienda haber cursado las asignaturas “Señales y Sistemas”, “Señales Biomédicas” y “Fundamentos de Imagen Médica”. Finalmente, también es aconsejable haber cursado las asignaturas: “Fundamentos de Programación” y “Bioelectromagnetismo”.

Para la evaluación del aprendizaje de esta asignatura el alumno acepta utilizar los mecanismos técnicos que constan en esta Guía y aquellos que la Universidad determine y/o facilite.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- CG1. Adquirir conocimientos y habilidades adecuados para analizar y sintetizar problemas básicos relacionados con la ingeniería y las ciencias biomédicas, resolverlos utilizando el método científico y comunicarlos de forma eficiente.
- CG2. Conocer las bases científicas y técnicas de la ingeniería biomédica, de modo que se facilite el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como el desarrollo de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG3. Adquirir la capacidad de resolver problemas con iniciativa y creatividad, así como de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética, social y profesional de la actividad del ingeniero biomédico.
- CG4. Trabajar de forma adecuada en un laboratorio, incluyendo los aspectos de seguridad, manipulación de materiales y eliminación de residuos.
- CG5. Adquirir, analizar, interpretar y gestionar información.
- CG6. Elaborar informes y emitir juicios basados en un análisis crítico de la realidad.
- CG9. Redactar, representar e interpretar documentación científico-técnica.
- CT1. Desarrollar capacidades de comunicación interpersonal y aprender a trabajar en equipos multidisciplinares, multiculturales e internacionales.
- CT2. Capacidad de organizar y planificar su trabajo tomando las decisiones correctas basadas en la información disponible, reuniendo e interpretando datos relevantes para emitir juicios dentro de su área de estudio.
- CT3. Desarrollar capacidades de aprendizaje autónomo y de por vida.
- CT4. Conocer cómo se deben realizar búsquedas de información técnica y científica en bases de datos específicas.
- CT5. Comunicar los conocimientos oralmente y por escrito, ante un público tanto especializado como no especializado.



- CT6. Desarrollar técnicas de comunicación oral y escrita más específicas del entorno profesional de la Ingeniería Biomédica (comunicación de resultados técnicos, redacción de informes, etc.)

## 2.2 Específicas

- CE9. Comprender las técnicas existentes de tratamiento de señales biomédicas para obtener información de las mismas.
- CE10. Conocer las bases físicas y tecnológicas asociadas a las principales modalidades de imagen médica y su aplicación clínica.
- CE11. Conocer y aplicar diferentes técnicas de análisis y tratamiento de imágenes, así como de visión artificial a la resolución de problemas de interés biológico y médico, así como al diagnóstico por imagen médica.

## 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer las técnicas de procesado de señales biomédicas, reconociendo sus características, ventajas y limitaciones.
- Comprender los diferentes métodos de extracción, selección y clasificación de características en el campo de las señales biomédicas.
- Conocer las principales técnicas de procesado de imágenes médicas.
- Aplicar las técnicas más habituales de análisis estadístico de resultados en el contexto del procesado de señales e imágenes médica.
- Identificar cuándo se debe utilizar cada una de las diferentes soluciones existentes para analizar las diferentes señales e imágenes médicas.
- Gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y software específicos para realizar el procesado de señales e imágenes médicas.
- Desarrollar habilidades de comunicación oral y escrita en los entornos habituales de la Ingeniería Biomédica.
- Simular mediante software específico problemas de procesado de señal e imagen médica, para evaluar las implicaciones prácticas de la modificación de parámetros de las diferentes técnicas de procesado y el efecto del ruido.



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

##### Bloque 1: “Procesado de Señal e Imagen Médica”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

##### a. Contextualización y justificación

La asignatura consta de un único bloque temático dividido en 8 temas. El Tema 1 proporciona una visión global del procesado de señal e imagen médica. Inicialmente, se van a introducir los tipos más comunes de señales e imágenes médicas, así como un marco común para contextualizar los principales objetivos y etapas de procesado. El Tema 2 aborda diferentes tipos de métodos de extracción de características de señales biomédicas, basados en técnicas espectrales avanzadas y en métodos derivados del análisis no lineal. En el Tema 3 se introducen las herramientas básicas para reducir la dimensionalidad del conjunto de características extraídas a partir de una señal biomédica y seleccionar las más importantes. En el Tema 4 se describen los principios básicos asociados al procesado de imágenes médicas, así como el estudio y la utilidad del color en este tipo de imágenes. El Tema 5 se centra en el estudio de los métodos más habituales de preprocesado, como filtrado, realce y reconstrucción. El Tema 6 aborda las técnicas básicas para la detección de objetos de interés (segmentación) y para buscar correspondencias (registro) en imágenes médicas. En el Tema 7 se aborda la extracción de características propias de las imágenes médicas desde diferentes puntos de vista. Finalmente, en el Tema 8 se aborda el análisis y la interpretación de la información extraída, tanto de señales como de imágenes médicas, empleando diferentes tipos de técnicas. Conviene mencionar que cada tema finaliza con ejemplos de aplicación de las técnicas analizadas en los mismos. Asimismo, irán acompañados de prácticas de laboratorio, donde el alumno tendrá que aplicar el conocimiento adquirido al procesado de señales biomédicas reales.

##### b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Describir los principales objetivos del procesado de señal e imagen médicas.
- Describir las diferentes etapas del procesado de señal e imagen médicas.
- Enumerar y describir las principales técnicas de procesado de señales e imágenes médicas.
- Describir los fundamentos básicos del análisis no lineal.
- Conocer las principales técnicas no lineales de procesado de señales biomédicas.
- Analizar los métodos más importantes para representar las señales biomédicas en dominios transformados que permitan extraer información útil para caracterizar sus propiedades.
- Conocer y comparar las principales técnicas de selección de características.
- Conocer y comparar las técnicas de clasificación más habituales en el contexto de análisis de señal e imagen médicas.
- Ser capaz de evaluar las ventajas e inconvenientes de las diferentes técnicas de selección y clasificación para identificar cuándo se debe utilizar cada una de ellas.
- Predecir y explicar las implicaciones de variar los parámetros que entran en juego en cada método de procesado.
- Realizar un trabajo de búsqueda bibliográfica del estado del arte en alguna técnica específica de procesado de señal biomédica.
- Saber comunicar los resultados de investigación en el ámbito del procesado de señal e imagen médica.



- Utilizar herramientas de simulación para abordar problemas de procesamiento de señal e imagen médica.
- Desarrollar software que implemente las técnicas de procesamiento de señal e imagen médica estudiadas para ser aplicado a señales e imágenes médicas adquiridas en hospitales.

### c. Contenidos

---

#### **TEMA 1: Introducción**

- 1.1 Señales e imágenes médicas
- 1.2 Objetivos y etapas del procesamiento de señales e imágenes médicas
- 1.3 Adquisición de señales e imágenes médicas

#### **TEMA 2: Extracción de características de señales biomédicas**

- 2.1 Análisis espectral de orden superior
- 2.2 Representaciones tiempo-frecuencia lineales y cuadráticas
- 2.3 Análisis no lineal

#### **TEMA 3: Selección de características de señales biomédicas**

- 3.1 Generación del conjunto de características
- 3.2 Métodos para reducir la dimensionalidad
- 3.3 Algoritmos de selección de características

#### **TEMA 4: Imágenes médicas. Introducción y procesamiento de imágenes en color**

- 4.1 Imagen digital y fundamentos del procesamiento de imagen
- 4.2 Transformaciones de intensidad e histogramas
- 4.3 Fundamentos del color en imágenes
- 4.4 Espacios de color
- 4.5 Transformaciones de color

#### **TEMA 5: Preprocesado de imágenes médicas**

- 5.1 Resolución, muestreo y cuantificación
- 5.2 Procesado lineal bidimensional
- 5.3 Realce de imágenes médicas
- 5.4 Filtrado de imágenes médicas
- 5.5 Restauración de imágenes médicas

#### **TEMA 6: Segmentación y registro de imagen médica**

- 6.1 Detección de bordes
- 6.2 Técnicas de umbralización
- 6.3 Detección de regiones
- 6.4 Registrado de imagen médica

#### **TEMA 7: Extracción de características en imágenes médicas**

- 7.1 Descriptores de bordes
- 7.2 Descriptores de regiones



7.3 Descriptores de la imagen completa

**TEMA 8: Técnicas de análisis e interpretación de señal e imagen médica**

- 8.1 Patrones y características
- 8.2 Clasificación supervisada
- 8.3 Clasificación no supervisada. Clustering
- 8.4 Redes neuronales

**d. Métodos docentes**

A lo largo de la asignatura se emplearán los siguientes métodos docentes:

- Explicaciones teóricas del temario.
- Prácticas en el laboratorio.
- Estudio de casos en seminarios.
- Tutorías individuales o en grupo, tanto síncronas como asíncronas.
- Actividades complementarias en el Campus Virtual.

**e. Plan de trabajo**

La siguiente tabla refleja la distribución orientativa de las actividades en aula y en el laboratorio.

Temas y prácticas	Duración aproximada (horas presenciales)	Periodo previsto de desarrollo
Presentación de la asignatura	1 hora	14/02/22
TEMA 1. Introducción	1 hora	14/02/22 – 14/02/22
TEMA 2. Extracción de características de señales biomédicas	5 horas	15/02/22 – 28/03/22
TEMA 3. Selección de características de señales biomédicas	4 horas	01/03/22 – 08/03/22
TEMA 4. Imágenes médicas. Introducción y procesado de imágenes en color	4 horas	14/03/22 – 22/03/22
TEMA 5. Preprocesado de imágenes médicas	7 horas	28/03/22 – 19/04/22
TEMA 6. Segmentación y registrado de imagen médica	4 horas	25/04/22 – 02/05/22
TEMA 7. Extracción de características en imágenes médicas	5 horas	03/05/22 – 16/05/22



TEMA 8. Técnicas de análisis e interpretación de señal e imagen médica	4 horas	17/05/22 – 24/05/22
Seminarios – Estudios de caso sobre técnicas de procesado de señal e imagen médica	10 horas	22/02/2022 – 24/05/2022
Laboratorio – Práctica 1: procesado de señales médicas	4 horas	16/02/2022 – 09/03/2022
Laboratorio – Práctica 2: procesado de imágenes médicas	8 horas	16/03/2022 – 02/05/2022
Laboratorio – Práctica 3: técnicas de análisis e interpretación de resultados	3 horas	04/05/2022 – 25/05/2022
Examen final	3 horas	Convocatoria ordinaria: 14/06/2022 Convocatoria extraordinaria: 01/07/2022

**Observaciones:**

- Las últimas sesiones de clase se dedicarán a realizar la exposición y defensa de los trabajos desarrollados en los seminarios.
- Los primeros 10 minutos de la primera sesión de cada práctica (excepto de la Práctica 1) y del examen práctico de laboratorio se dedicarán a evaluar los conocimientos adquiridos por los alumnos en la práctica previamente realizada mediante un cuestionario de laboratorio realizado de manera individual.
- La última sesión (semana 14) se dedicará a evaluar de manera global el laboratorio mediante un examen práctico, que se realizará de manera conjunta por cada grupo de laboratorio

**f. Evaluación**

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Examen sobre los contenidos teóricos.
- Realización de informes y/o exposiciones sobre los casos prácticos abordados en los seminarios.
- Cuestionarios de laboratorio con cuestiones sobre cada una de las prácticas.
- Realización de trabajos colaborativos en el laboratorio.
- Examen práctico de laboratorio al final de cuatrimestre.

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

Las referencias bibliográficas básicas que se indican están disponibles en la biblioteca de la UVa:

- S. Cerutti, C. Marchesi. *Advanced Methods of Biomedical Signal Processing*. IEEE Press, 2001.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991008105155405774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991008105155405774)



- E. N. Bruce, *Biomedical signal processing and signal modeling*, Wiley, 2001.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991002101039705774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991002101039705774)
- A. Subasi. *Practical Guide for Biomedical Signals Analysis Using Machine Learning Techniques*. Elsevier, 2019.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991008226157205774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991008226157205774)
- Terry S. Yoo, *Insight into Images: Principles and Practice for Segmentation, Registration and Image Analysis*. A K Peters/CRC Press, 2004.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991001708779705774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991001708779705774)
- R. C. González, R. E. Woods, *Digital image processing*. Addison Wesley, 2008.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991001138779705774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991001138779705774)
- B. Jähne, *Digital image processing*. Springer, 2005.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991008064443805774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991008064443805774)

## **g.2 Bibliografía complementaria**

---

- F. Hlawatsch, F. Auger, *Time-Frequency Analysis. Concepts and Methods*, Wiley, 2008.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991005758699705774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991005758699705774)
- W. Zgalli. *Biomedical Signal Processing and Artificial Intelligence in Healthcare*. Academic Press, 2020.
- J.L. Semmlow, *Biosignal and medical image processing*, 2nd ed., CRC Press, 2009.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991001634009705774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991001634009705774)
- G. Dougherty. *Digital Image Processing for Medical Applications*. Cambridge University Press, 2009.
- A.K. Jain, *Fundamentals of digital image processing*. Ed. Prentice Hall, 1989
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991004936009705774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991004936009705774)
- R. Gonzalez & R. Woods. *Digital Image Processing*. Pearson, 2017.
- I. N. Bankman, *Handbook of Medical Imaging. Processing and Analysis*. Ed. Academic Press, 2000.
  - [https://almena.uva.es/permalink/34BUC\\_UVA/eseo99/alma991008072057405774](https://almena.uva.es/permalink/34BUC_UVA/eseo99/alma991008072057405774)
- J. Beutel, H. L. Kundel, R. L. Van Metter, *Handbook of Medical Imaging. Volume 1: Physics and Psychophysics*. Ed. SPIE Press, 2000.

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

---

En el curso Moodle del Campus Virtual se incluirá el material on-line disponible para los temas de la asignatura:

- Recursos y actividades de apoyo en el Campus Virtual.

## **h. Recursos necesarios**

---

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro.

Serán necesarios los siguientes recursos:

- Documentación de apoyo.



- Pizarra, ordenador y cañón de proyección en las aulas para las clases magistrales participativas.
- Laboratorio con ordenadores para la realización de las prácticas de laboratorio.
- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicado en el Campus Virtual de la UVa.
- Acceso a revistas científicas y técnicas cuya temática esté relacionada con los sistemas de navegación por satélite, a través de la Biblioteca de la UVa.

### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6 ECTS	Semanas 1 a 14 (14 febrero – 27 mayo)

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

A lo largo de la asignatura, se combinarán diferentes métodos docentes para conseguir que los alumnos adquieran las competencias indicadas en el Apartado 2.

- Teoría.** Se combinarán las explicaciones de los profesores y la consulta de recursos bibliográficos (libros, artículos, etc.), con la realización de tutorías individuales o en grupo para explicar y discutir los contenidos más complejos de la asignatura. Esta parte de la asignatura se abordará fundamentalmente mediante estudio/trabajo personal, si bien durante las tutorías de cada tema se podrán analizar diversos aspectos teóricos de especial relevancia o dificultad. Se desarrollarán fundamentalmente competencias relacionadas con: la capacidad de analizar, sintetizar e integrar información de problemas básicos sobre procesado de señal e imagen médica (CG1, CG5, CE9, CE10, CE11); la capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas (CB1); la capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo (CT2); y la capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas (CB5, CG2, CT3).
- Seminarios.** En los seminarios de la asignatura se abordará el estudio de casos relacionados con diversos problemas representativos en el ámbito del procesado de señal e imagen médica. Los alumnos trabajarán en grupo que podrán variar a lo largo del cuatrimestre, respetando las medidas de distanciamiento social. Se desarrollarán competencias relacionadas con: resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (CB2, CG3); la capacidad de abordar problemas y tomar decisiones mediante razonamiento, análisis y síntesis, búsqueda de información, organización, planificación y gestión del tiempo (CT2, CT4); y la comunicación de información de forma oral y escrita (CB4, CG6, CG9, CT1, CT5, CT6).
- Laboratorio.** Las prácticas de laboratorio complementan los contenidos teóricos tratados en cada uno de los temas de la asignatura y los estudios de caso planteados en los seminarios. En ellas, se proponen diversas simulaciones en las que se aborda el estudio de casos relacionados con diversos problemas representativos en el ámbito del procesado de señal e imagen médica. Concretamente, se utilizarán herramientas *software* específicas para comprender mejor y simular las etapas que hay que dar para llevar a cabo el procesado de señales e imágenes médicas: adquisición, preprocesado, extracción y selección de características, clasificación y análisis e interpretación de los resultados. Los alumnos trabajarán en grupo, respetando las medidas de distanciamiento social, con el fin de desarrollar competencias relacionadas con: la organización, planificación y gestión del tiempo (CT2); la capacidad de analizar y especificar parámetros fundamentales de las técnicas estudiadas, diseñar y realizar experimentos, y analizar e interpretar datos (CB3, CG4, CE9, CE10); y la comunicación de información de forma oral y escrita (CB4, CT1, CT5, CT6).

**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)	35	Estudio de la teoría	55
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo en grupo	10
Laboratorios (L)	14	Realización de las prácticas	15
Prácticas externas, clínicas o de campo	0	Búsqueda y organización de información	6
Seminarios (S)	10	Escritura de informes	3
Tutorías grupales (TG)	0	Presentación de resultados	1
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	1		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>
<b>TOTAL presencial + no presencial</b>			<b>150</b>

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

**7. Sistema y características de la evaluación**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final	45%	El 45% de la nota final se calificará mediante un examen sobre diversos aspectos abordados en la parte teórica de la asignatura. Se realizará de manera individual. Se pretende comprobar si el estudiante conoce y entiende los conceptos básicos de la asignatura. En esta prueba no se permite el uso de ningún material de apoyo distinto al proporcionado, en su caso, por los profesores.
Informe y exposición del trabajo desarrollado sobre los casos prácticos	25%	Por un lado, un 15% de la nota final se evalúa mediante el informe entregado sobre el caso práctico desarrollado en los seminarios. Se pretende comprobar si el alumno es capaz de investigar e integrar información relacionada con problemas que se abordan mediante procesamiento de señal e imagen médica. El 10% restante de la nota final se evalúa mediante la exposición del trabajo desarrollado en los seminarios, y que permite evaluar la capacidad de comunicación verbal del alumno.
Cuestionarios de laboratorio	15%	Un 15% de la nota final se evalúa mediante cuestionarios planteados al final de cada práctica correspondiente. Los cuestionarios se realizarán de forma individual. Este tipo de evaluación está destinado a evaluar el grado de comprensión por parte del alumno de toda una serie de conceptos relacionados con el uso de herramientas de simulación para resolver problemas de procesamiento de señal e imagen médica. No se permite el uso de ningún material de apoyo distinto del proporcionado, en su caso, por los profesores.



Examen práctico de laboratorio	15%	Un 15% de la nota final se evalúa mediante un examen práctico que se lleva a cabo en la última sesión práctica del cuatrimestre. El examen se realiza en grupo, con el objetivo de evaluar la capacidad para trabajar en grupo, colaborando con los compañeros de prácticas de forma orientada al resultado conjunto. Consiste en la resolución mediante la herramienta de simulación empleada en las prácticas de un problema de análisis de señal e imagen médica, similar a los planteados en las prácticas de la asignatura. Se permite que los alumnos utilicen libros, apuntes y los programas generados durante el curso.
--------------------------------	-----	--

#### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - La calificación de la convocatoria ordinaria se obtendrá mediante la suma de las calificaciones obtenidas en los instrumentos de evaluación indicados en la tabla anterior.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Se mantiene la calificación obtenida en el informe y exposición del trabajo desarrollado en los seminarios, los cuestionarios de laboratorio y el examen práctico. El 45% restante de la calificación se obtendrá mediante la realización de un examen sobre la parte teórica de la asignatura.

#### 8. Consideraciones finales

En el curso del Campus Virtual de la UVa correspondiente a la asignatura se incluirá la programación semanal de la materia, los enlaces indexados a la bibliografía y a otras páginas web de interés, así como los recursos necesarios para los alumnos: presentaciones de cada tema, rúbricas de evaluación y plantillas para el trabajo, entre otros.