

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	FUNDAMENTOS DE IMAGEN MÉDICA			
Materia	SEÑALES E IMÁGENES MÉDICAS			
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA			
Plan	637	Código	47529	
Periodo de impartición	5º CUATRIMESTRE (1º CUATRIMESTRE DE 3º)	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA	
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º	
Créditos ECTS	6 ECTS			
Lengua en que se imparte	CASTELLANO			
Profesor/es responsable/s	MARCOS MARTÍN FERNÁNDEZ JESÚS MARÍA DE FRUTOS BARAJA			
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	PROFESOR	DESPACHO	TEL.	EMAIL
	M. MARTÍN	2D021 (ETSIT)	983185551	marcma@tel.uva.es
	J. DE FRUTOS	Seminario de Radiología (Medicina)	983420074	jesusmaria.frutos@uva.es
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → Grados → Seleccionar Grado → Tutorías			
Departamentos	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA RADIOLOGÍA Y MEDICINA FÍSICA			



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

En esta asignatura se van a describir las técnicas principales de adquisición de imágenes médicas. Se va a partir de los principios físicos en los que se basa cada una de las modalidades existentes, hasta llegar a las técnicas de procesado de señal empleadas para llevar a cabo la generación de las imágenes a partir de los datos crudos adquiridos. Se analizarán por tanto técnicas basadas en rayos X, el principio de resonancia magnética nuclear, los ultrasonidos, métodos que emplean radioisótopos, etc. En imagen médica muchas veces es necesario distinguir imágenes propiamente dichas, es decir, imágenes 2D, de imágenes volumétricas en 3D o incluso otras en las que tenemos otro tipo de dimensiones: temporal, espectral, etc. Otros aspectos que vamos a considerar para las distintas modalidades serán aquellos relacionados con la calidad de las imágenes obtenidas. Esta calidad va a venir definida a partir de ciertas características de las imágenes como son su resolución, el contraste, el ruido, la distorsión, la presencia de artefactos, etc. Otros aspectos a tener en cuenta serán aquellos relacionados con la radiación y protección tanto de los especialistas como de los propios pacientes. Por último, se va a estudiar el estándar existente para el almacenamiento y transmisión de este tipo de información conocido como sistema DICOM.

1.2 Relación con otras materias

La asignatura está relacionada con el resto de las asignaturas de la materia “Señales e imágenes médicas” y es imprescindible dominarla para el buen aprovechamiento de éstas. En particular, se relaciona con Procesado de señal e imagen médica, Procesado avanzado de señales biomédicas y Procesado avanzado de imagen médica.

1.3 Prerrequisitos

Son necesarios conocimientos básicos de Álgebra Lineal y Cálculo y las asignaturas de Física. Se recomienda haber cursado la asignatura de Señales y Sistemas, asignatura de la misma materia, “Señales e imágenes médicas”, que la que aquí se describe. Está igualmente relacionada con la asignatura de Señales Biomédicas (también de la misma materia) y los conocimientos adquiridos en ésta ayudarán a ver su relación con los contenidos que se describen en esta guía. Por último, para aprovechar adecuadamente el laboratorio de esta asignatura, se recomienda haber cursado la asignatura de Fundamentos de Programación.

2. Competencias

2.1 Básicas

- 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.



2.2 Generales

- 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.

2.3 Transversales

- 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.).

2.4 Específicas

- 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.
- CE19.** Conocer las herramientas informáticas para analizar, calcular, representar y gestionar información en Ingeniería Biomédica.
- CE20.** Implementar algoritmos en lenguajes de programación modernos y especialmente relevantes en Ingeniería Biomédica.
- CE22.** Utilizar instrumentación y equipamiento necesarios para el desarrollo de proyectos en Ingeniería Biomédica.
- CE23.** Integrar conocimientos multidisciplinares asociados a la ingeniería, biología y medicina.
- CE27.** Desarrollar habilidades para comunicarse con los profesionales de la salud y entender sus necesidades en relación a productos y servicios biomédicos.
- CE28.** Desarrollar habilidades para integrarse en equipos de trabajo con profesionales de la medicina y la biología para el desarrollo de investigaciones, productos y servicios en biomedicina.



3. Objetivos

Objetivos conceptuales:

- Conocer las distintas modalidades de imagen médica existentes.
- Comprender los fundamentos de los principios físicos en los que se basan las principales modalidades de imagen médica.
- Conocer los equipos de adquisición existentes para las distintas modalidades de imagen médica.
- Ser capaz de diferenciar los distintos aspectos de la calidad de las imágenes médicas: conocer el origen que da lugar al deterioro de dicha calidad y en qué casos es posible mejorarla.
- Estudiar los aspectos de radiación y bioseguridad necesarios para el manejo de los sistemas de adquisición.
- Conocer el estándar DICOM empleado para el almacenamiento y transmisión de las imágenes médicas.
- Conocer qué aspectos de los métodos y equipos de imagen son importantes para obtener estudios con la necesaria calidad para el diagnóstico o tratamiento.

Objetivos procedimentales y actitudinales:

- Adquirir la capacidad de distinguir las distintas modalidades de imágenes médicas existentes a simple vista y saber para qué se utilizan.
- Ser capaz de distinguir los rasgos principales de la anatomía de la que se han adquirido las imágenes médicas, al menos a nivel elemental.
- Ser capaz de abrir imágenes en formato DICOM, visualizarlas y analizar su calidad.
- Llevar a cabo experimentos sencillos de reconstrucción de imagen a partir de los datos crudos adquiridos.
- Lograr interpretar una imagen tanto en el dominio espacial como transformado.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con los conocimientos adquiridos.
- Obtener algunas destrezas en el empleo de los equipos de adquisición de imagen estudiados.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque Único: “Fundamentos de Imagen Médica”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

a. Contextualización y justificación

La asignatura consta de un único bloque temático dividido en 7 temas. En el tema 1 se introduce la asignatura describiendo los fundamentos de la imagen digital, las modalidades de imagen existentes, los principios físicos de la radiación y su interacción con la materia y los descriptores de calidad de una imagen médica. En el tema 2 se describe la imagen radiológica convencional basada en el uso de imágenes de proyección de rayos X, desde sus fundamentos hasta las nuevas propuestas tecnológicas. En el tema 3 se analizan los sistemas de tomografía que emplean rayos X, describiendo cómo es posible reconstruir la imagen a partir de sus proyecciones para las distintas geometrías existentes, así como otras consideraciones sobre esta técnica de imagen médica. En el tema 4 se estudia con cierta profundidad las técnicas de imagen médica basadas en el principio físico de la resonancia magnética nuclear, desde los principios físicos, pasando por la localización de la señal, hasta ver las diferentes secuencias existentes que han dado lugar a las distintas modalidades existentes dentro de este grupo de técnicas que emplean el mismo equipo de adquisición. El tema 5 está dedicado a la descripción de los sistemas de imagen médica que emplean ultrasonidos, desde la transmisión del sonido por un medio, pasando por el efecto Doppler, hasta los sistemas actuales en 3D. En el tema 6 se estudian las modalidades de imagen en las que se emplean radioisótopos, como son las técnicas SPECT y PET, dentro de lo que se ha venido a llamar medicina nuclear. Finalmente, en el tema 7 se estudia el estándar DICOM empleado para el almacenamiento y transmisión de imagen médica en sus distintas modalidades.



b. Objetivos de aprendizaje

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

- Conocer las distintas modalidades de imagen médica existentes.
- Comprender los fundamentos de los principios físicos en los que se basan las principales modalidades de imagen médica.
- Conocer los equipos de adquisición existentes para las distintas modalidades de imagen médica.
- Ser capaz de diferenciar los distintos aspectos de la calidad de las imágenes médicas: conocer el origen que da lugar al deterioro de dicha calidad y en qué casos es posible mejorarla.
- Estudiar los aspectos de radiación y bioseguridad necesarios para el manejo de los sistemas de adquisición.
- Conocer el estándar DICOM empleado para el almacenamiento y transmisión de las imágenes médicas.

c. Contenidos

TEMA 1: Introducción

1. Fundamentos de la imagen digital
2. Modalidades de imagen médica
3. La radiación y el átomo
4. Interacción de la radiación y la materia
5. Medida de la calidad de la imagen médica

TEMA 2: Radiología

1. Sistemas de generación de rayos X
2. Geometría de los sistemas de proyección
3. Efectos de absorción y dispersión
4. Escintiladores, intensificadores y detectores
5. Sistemas de energía dual
6. Otros factores: artefactos, dosis, exposición
7. Mamografía y fluoroscopia

TEMA 3: Tomografía

1. Introducción a los sistemas de tomografía
2. Componentes básicos de los sistemas de adquisición
3. Reconstrucción de las imágenes a partir de proyecciones
4. Calidad de la imagen y dosimetría
5. Campos de aplicación de la tomografía
6. Últimos desarrollos: energía dual, multi-detección, de baja dosis, etc.

TEMA 4: Resonancia magnética

1. Principio físico de la resonancia magnética
2. Interacción con los tejidos
3. Secuencias básicas y sus parámetros asociados
4. Localización de la señal y espacio k
5. Métodos de imagen y secuencias avanzadas
6. Otras modalidades de imagen de resonancia: angiografía, difusión, contraste de fase, perfusión, funcional, espectroscopía, etc.
7. Calidad de la imagen y seguridad
8. Equipos de resonancia magnética



TEMA 5: Ultrasonidos

1. Características de los ultrasonidos y su interacción con los tejidos
2. Generación y detección de ultrasonidos
3. Adquisición de datos y procesado de señal
4. Ultrasonidos mediante Doppler
5. Calidad de la imagen, artefactos y seguridad
6. Equipos de ecografía

TEMA 6: Medicina nuclear

1. Radioactividad y transformación nuclear
2. Generación, regulación y dosimetría de radionucleidos
3. Detección y medida de la radiación
4. Reconstrucción tomográfica de la imagen
5. Calidad de la imagen y seguridad
6. Sistemas SPECT, PET y duales

TEMA 7: Estándar DICOM

1. Estándares y sistema PACS
2. Terminología del estándar DICOM
3. Comunicaciones DICOM

PRÁCTICA 1. Introducción a la imagen médica (tema 1)

PRÁCTICA 2. Radiografía y tomografía (temas 2 y 3)

PRÁCTICA 3. Resonancia magnética (tema 4)

PRÁCTICA 4. Ecografía (tema 5)

PRÁCTICA 5. Medicina nuclear (tema 6)

Sesiones monográficas. Sobre aspectos concretos no contemplados en las modalidades vistas en el temario o de otras modalidades adicionales como son la endoscopia, la tomografía con coherencia óptica, etc.

d. Métodos docentes

Ver punto 5 más abajo de esta guía.

e. Plan de trabajo

TEMA	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1	Semanas 1 a 3
2	Semanas 3 a 5
3	Semanas 6 y 7
4	Semanas 8 a 10
5	Semanas 11 y 12
6	Semanas 13 y 14
7	Semana 15



Las prácticas se realizarán durante la semana que se imparta el tema correspondiente. El plan de trabajo se desglosará con más detalle en otro documento que se facilitará a los estudiantes.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- La realización de un examen con cuestiones sobre los contenidos teóricos y prácticos vistos durante la asignatura. alguna de las cuestiones planteadas podrá ser de resolución numérica.
- La realización de unas prácticas e informes sobre las mismas.
- La exposición de trabajos realizados en grupo durante las clases de seminario.
- La realización de cuestionarios de autoevaluación a lo largo de la asignatura en las clases de seminario.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- Jerrold T. Bushberg, J. Anthony Seibert, Edwin M. Leidholdt Jr., John M. Boone, *The Essential Physics of Medical Imaging*, Wolters Kluwer Health, 4ª Ed., Nov. 2020.
- Paul Suetens, *Fundamentals of Medical Imaging*, Cambridge University Press, 3ª Ed., Mayo 2017.

g.2 Bibliografía complementaria

- Zhi-Pei Liang, Paul C. Lauterbur, *Principles of Magnetic Resonance Imaging: A Signal Processing Perspective*, IEEE Press, Oct. 1999.
- Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Person Education, 4ª Ed., Mar. 2017.
- William K. Pratt, *Digital Image Processing*, Wiley, 4ª Ed., Feb. 2007.

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

Todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura se enlazarán a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVA o el profesor:

- Documentación de apoyo en formato PDF por parte del profesor.
- Laboratorios facilitados por la UVA.
- Pizarra, ordenador y cañón de proyección en las aulas para las clases magistrales participativas y las exposiciones por parte de los alumnos.
- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la UVA.
- Sistemas de adquisición y diagnóstico por imagen de la UVA y hospitales del entorno de Valladolid.
- Acceso a revistas científicas y técnicas cuya temática esté relacionada con las señales biomédicas, a través de la Biblioteca de la UVA

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6	Semanas 1 a 15

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Lección magistral: los principales contenidos teóricos de la asignatura serán expuestos en clase. Por cada hora de clase el alumno dedicará otra hora de trabajo personal a complementar y comprender lo expuesto.

Trabajo en grupo: serán trabajos propuestos relacionados con la materia impartida en clase que los alumnos expondrán públicamente, para posteriormente llevar a cabo un debate sobre el contenido de la exposición. Se espera una dedicación de al menos dos horas de trabajo en grupo no presencial para preparar el trabajo y su exposición.

Visitas a sistemas de adquisición reales: se plantea la posibilidad de llevar a cabo visitas en grupos reducidos, siempre que sea posible, a equipos existentes en hospitales o centros de diagnóstico por imagen en el entorno de Valladolid.

Laboratorio: prácticas de laboratorio donde se ilustrarán de forma práctica los conceptos explicados en clase. Por cada hora de laboratorio será necesario dedicar otra hora adicional ya sea de trabajo individual o en grupo.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas (T)	35	Estudio y trabajo autónomo individual	65
Seminario (S)	10	Estudio y trabajo autónomo grupal	25
Laboratorio (L)	15		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

(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
Evaluación basada en cuestionarios, exposición de trabajos e informes	2,5 puntos	Evaluación continua a lo largo de la asignatura
Evaluación basada en la realización de las prácticas e informes	1,5 puntos	Evaluación continua a lo largo de la asignatura
Evaluación final	6 puntos	Se requiere un mínimo de 3 puntos en esta parte para aprobar la asignatura. En el caso de que no se llegue a esa nota, esta parte puntuará con 0 puntos

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Un alumno ha de alcanzar al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.

Convocatoria extraordinaria: se mantiene el mismo sistema de calificación que la ordinaria. Las notas de la evaluación continua se guardan para esta convocatoria.



8. Consideraciones finales

Puesto que este curso es el primero que se imparte Fundamentos de Imagen Médica y no se tiene experiencia previa, se va a tener en cuenta el funcionamiento de la asignatura durante este primer curso, así como los resultados de las capacidades y conocimientos adquiridos por parte de los alumnos, con el objetivo de poder mejorar la adecuación de la asignatura al contexto (conocimientos y habilidades) de los alumnos dentro de esta titulación, de cara a cursos posteriores. Se prevé la realización de una encuesta a final de curso para poder tener una realimentación objetiva por parte de los alumnos sobre distintos aspectos a considerar: dificultad de la materia impartida, adecuación de la asignatura en el plan de estudios, métodos docentes utilizados, realización de las prácticas, etc.

En el Campus Virtual de la UVa se incluirá la programación de la asignatura, enlaces a la bibliografía y a otras páginas web de interés, foros de discusión y dudas, así como los recursos necesarios para los estudiantes: presentaciones de cada tema, cuestiones y problemas de autoevaluación, plantillas para los trabajos y las prácticas, etc.

