

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA  
AVANZADA

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## PROCESAMIENTO DE IMAGEN DIGITAL

CÓDIGO 21580059

UNED

23-24

PROCESAMIENTO DE IMAGEN DIGITAL  
CÓDIGO 21580059

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Nombre de la asignatura   | PROCESAMIENTO DE IMAGEN DIGITAL         |
| Código                    | 21580059                                |
| Curso académico           | 2023/2024                               |
| Título en que se imparte  | MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA AVANZADA |
| Tipo                      | CONTENIDOS                              |
| Nº ETCS                   | 6                                       |
| Horas                     | 150.0                                   |
| Periodo                   | SEMESTRE 1                              |
| Idiomas en que se imparte | CASTELLANO                              |

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

“Procesamiento de imagen digital” es una asignatura optativa del primer semestre del máster en Física Avanzada. La imagen digital es una herramienta importante en la física experimental, desde la física de fluidos o la física médica, a la astrofísica o la física de partículas la utilizan para medir, y prácticamente todas las ramas de la física la emplean en algún momento para mostrar sus resultados. En esta asignatura se introduce al procesamiento de imagen digital, que es el formalismo tanto matemático como algorítmico que permite modificar o analizar una imagen para extraer información de ella.

La imagen nos proporciona una representación intuitiva de una realidad. No obstante, la imagen científica, ni tiene por qué estar limitada al rango visible del espectro electromagnético (ni siquiera tiene por qué estar relacionada con éste), ni tiene por qué existir geoméricamente en la forma en que se visualiza; una imagen científica es sólo una representación de datos adquiridos mediante múltiples medidas relacionadas, y que no tienen por qué corresponderse con una misma región del espacio o del tiempo.

Que la información en la imagen sea digital, quiere decir que es numérica y reproducible. La introducción de “lo digital” en el s. XX es uno de los grandes saltos adelante de la historia de la humanidad; algo que posiblemente desde nuestra óptica actual no seamos capaces de apreciar. Desde el punto de vista de la ciencia, disponer de datos adquiridos en un proceso de medida, que son registrados automática y numéricamente, pueden ser compartidos y reproducidos ilimitadamente, pueden ser masivamente adquiridos y procesados, etc. con mínima intervención del investigador, representa un cambio incluso en la filosofía de cómo se hace la ciencia.

Alrededor de la imagen digital también se han aplicado y desarrollado herramientas matemáticas. En esta asignatura trataremos las imágenes como funciones discretas sobre las que realizar operaciones (aritméticas, geométricas, convoluciones), como funciones en un espacio transformado (transformada de Fourier, transformada wavelet), como objetos de funcionales que se quieren optimizar (teoría de restauración y de reconstrucción), como conjuntos sobre los que realizar operaciones de morfología matemática, etc.

En esta asignatura se busca introducir al estudiante de Física Avanzada en todas estas teorías y aplicaciones de la imagen digital, como complemento instrumental a su formación como físico.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Procesamiento de imagen digital es una asignatura que requiere un nivel avanzado de conocimientos informáticos. El estudiante debe saber instalar software en su ordenador, debe tener conocimientos básicos de programación (preferiblemente en un lenguaje orientado al tratamiento de datos numéricos, como Matlab/Octave) y haber desarrollado durante su grado un razonamiento algorítmico (esto es, ser capaz de abstraer y secuenciar los pasos que dar para llegar a su solución general de un problema).

Además de esto, debe tener sólidos conocimientos de álgebra, geometría, análisis matemático y métodos matemáticos de la física, ya que los necesitará para entender muchas de las transformaciones de las imágenes que se verán en la asignatura.

Por último, como para la casi totalidad de asignaturas de un máster sobre ciencia o tecnología, se requiere un nivel de inglés que le permita al estudiante leer y comprender la bibliografía científico-técnica, a través de la que tendrá que estudiar la asignatura.

## EQUIPO DOCENTE

|                    |  |
|--------------------|--|
| Nombre y Apellidos | DANIEL RODRIGUEZ PEREZ (Coordinador de asignatura) |
| Correo Electrónico | drodriguez@ccia.uned.es                            |
| Teléfono           | 91398-9196   |
| Facultad           | FACULTAD DE CIENCIAS                               |
| Departamento       | FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS                     |
| Nombre y Apellidos | CRISTINA MARIA SANTA MARTA PASTRANA                |
| Correo Electrónico | cmsantamarta@ccia.uned.es                          |
| Teléfono           | 91398-7219   |
| Facultad           | FACULTAD DE CIENCIAS                               |
| Departamento       | FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS                     |

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Los estudiantes podrán ponerse en contacto con los miembros del equipo docente por medio de las herramientas de comunicación de la plataforma virtual, así como en las siguientes coordenadas previa cita:

- Daniel Rodríguez Pérez
- e-mail: daniel@dfmf.uned.es
- Tel.: 91 3989196
- Guardia: los lunes, de 16:00 a 20:00
- Cristina Santa Marta Pastrana
- e-mail: cris@dfmf.uned.es
- Tel.: 91 3987219

- Guardia: los lunes, de 10:00 a 14:00

Los despachos de los profesores se encuentran en la planta baja del Centro Asociado de Madrid - Las Rozas, departamento de Física Matemática y de Fluidos. Avda. Esparta s/n - 28232 Las Rozas, Madrid.

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### COMPETENCIAS

#### COMPETENCIAS BÁSICAS

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 - Que los estudiantes sepan 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 - Que los estudiantes sean 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 - Que los estudiantes sepan 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 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

#### COMPETENCIAS GENERALES

CG1 - Comprender conceptos avanzados de Física y demostrar, en un contexto de investigación científica altamente especializada, una relación detallada y fundamentada entre los aspectos teóricos y prácticos y la metodología empleada en este campo.

CG4 - Utilizar bibliografía y fuentes de información especializada, propias del ámbito de conocimiento de la física, manejando las principales bases de datos de recursos científicos.

CG5 - Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

CG7 - Adquirir los conocimientos necesarios en Física Avanzada para incorporarse a un grupo de investigación o a empresas.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1 - Conocer y comprender los elementos más relevantes de la física teórica, computacional y de fluidos actual. Profundizar en la comprensión de las teorías que se encuentran en la frontera de estos temas, incluyendo su estructura matemática, su confrontación con resultados experimentales, y la descripción de los fenómenos físicos que dichas teorías explican.

CE2 - Adquirir la capacidad para abordar y resolver un problema avanzado en la física teórica, computacional o de fluidos, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y el uso de las técnicas matemáticas que constituyen la mejor aproximación para así llegar a la solución.

CE7 - Conocer los sistemas operativos y lenguajes de programación y herramientas de computación relevantes en el campo de la física avanzada.

CE11 - Analizar problemas nuevos en sistemas poco conocidos y determinar similitudes y diferencias con modelos de referencia.

CE12 - Analizar críticamente resultados experimentales, analíticos y numéricos en el campo de la física avanzada.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Adquirir familiaridad con el concepto de imagen digital, especialmente, con la formación de imágenes y los formatos de imagen científica
- Conocer los métodos de mejora de imagen más comunes basados en el procesamiento del histograma y en el filtrado espacial
- Conocer las aplicaciones de los métodos de transformada (Fourier y wavelet) al procesamiento de imágenes
- Conocer los métodos de restauración/reconstrucción de imagen más comunes
- Conocer los métodos de morfología matemática empelados en procesamiento de imágenes binarias
- Conocer los procesos de segmentación/clasificación de imágenes más comunes

## CONTENIDOS

### 1. Fundamentos de imagen digital

Este capítulo sirve para introducir una serie de conceptos que serán útiles para el procesamiento de imagen digital: desde el sistema de visión humano hasta los sensores que se utilizan para capturar y generar las imágenes. También se introducirán los conceptos de muestreo, interpolación, resolución o relaciones básicas entre píxeles. Finalmente se presentan las herramientas matemáticas que se utilizarán a lo largo del curso.

### 2. Transformaciones de intensidad y filtrado espacial

Este tema tratará de las transformaciones de las imágenes en el dominio espacial, esto es, realizando operaciones directas sobre los píxeles de la imagen. En particular se tratarán procesados en intensidad, sobre un solo píxel, y filtrados espaciales, sobre un vecindario de píxeles.

### 3. Filtrado en el espacio-k (de las frecuencias espaciales)

En este tema se abordará el procesamiento en el espacio de Fourier o espacio de las frecuencias espaciales de la imagen. Se estudiarán las propiedades de las transformadas discretas de Fourier en una y dos variables y se aplicarán sus propiedades al filtrado de imagen, desde una perspectiva diferente a la estudiada en el tema anterior.

### 4. Restauración y reconstrucción de imágenes

El objetivo principal de las técnicas de restauración es conseguir una imagen mejorada. La filosofía de trabajo es modelar los procesos de degradación de la imagen y aplicar el proceso inverso para recuperar la imagen original. También se tratarán las técnicas de reconstrucción de imagen a partir de sus proyecciones (retroproyección), muy utilizada en el campo de la imagen médica para obtener imágenes de tomografía computarizada (CT).

### 5. Wavelets y procesamiento de imágenes multirresolución

En este tema se trata la transformada wavelet de las imágenes como la herramienta básica del procesamiento multirresolución de imágenes. Esta transformada se puede incluir, junto con la transformada de Fourier, vista anteriormente, en el grupo más general de transformadas que consisten en representar la imagen mediante sus proyecciones sobre los elementos de una base ortogonal (a menudo, ortonormal) de funciones.

### 6. Procesamiento morfológico de imágenes

La palabra *morfología* significa forma o estructura de algo. En el contexto de la imagen, la morfología matemática es una herramienta para extraer características de la imagen. Utilizando estos métodos, la salida de los procesos ya no será una imagen, sino ciertos atributos de la misma como regiones, fronteras o esqueletizaciones. Algunas técnicas morfológicas muy utilizadas son la segmentación, la extracción de características o el reconocimiento de objetos.

### 7. Segmentación de imágenes

La segmentación consiste en dividir una imagen en regiones que cumplen determinadas condiciones. Es una de las operaciones morfológicas más usadas en el procesamiento de imágenes. Las técnicas que se estudiarán en este tema se basan en dos propiedades básicas de los valores de intensidad de la imagen: discontinuidad y similitud, es decir, búsquedas de bordes y de regiones cuyos píxeles son similares entre sí.

## METODOLOGÍA

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia con el apoyo de la plataforma de cursos virtuales de la UNED. El estudiante recibirá las orientaciones y el apoyo del equipo docente a través de las herramientas proporcionadas por dicha plataforma, así como del correo electrónico (para comunicaciones más específicas).

Para el trabajo autónomo y la preparación de esta asignatura los estudiantes podrán seguir un texto de referencia que cubre el temario de la asignatura.

Además, el equipo docente proporcionará a los estudiantes esta Guía de estudio con orientaciones sobre cada uno de los temas del programa, con una introducción al tema, los resultados de aprendizaje particulares y la bibliografía básica de estudio (tanto la referencia básica como otras complementarias).

Cuando lo considere necesario, el equipo docente proporcionará material aclaratorio de la referencia básica y también documentos de trabajo y ampliación. Estos materiales adicionales se pondrán a disposición de los estudiantes a través de la plataforma de cursos virtuales.

A lo largo del curso se propondrán tres actividades prácticas evaluables que serán anunciadas en el curso virtual, que el estudiante deberá revisar periódicamente. Estas actividades prácticas serán realizadas con ayuda de software que el estudiante deberá instalar en su ordenador personal. Se utilizará el programa ImageJ (o Fiji) así como el lenguaje orientado al cálculo numérico Matlab (u Octave).

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen No hay prueba presencial

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad No

Descripción

No hay ningún tipo de prueba presencial.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si,PEC no presencial

Descripción

El estudiante deberá realizar 3 Tareas.

**Consisten en trabajos prácticos de procesamiento de imágenes usando el software ImageJ (o Fiji) y Matlab (u Octave).**

Criterios de evaluación



Se valorará que los resultados obtenidos por el estudiante sean correctos y estén debidamente explicados y justificados. Además se valorará que la explicación sea clara y concisa, así como el uso apropiado del lenguaje.

|  |   |
|--|---|
| Ponderación de la PEC en la nota final | Primera Tarea: 20% Segunda Tarea: 30%<br>Tercera Tarea: 30% |
| Fecha aproximada de entrega            | (véase el plan de trabajo)                                  |
| Comentarios y observaciones            |   |

Es obligatorio entregar y aprobar las tres tareas (y el examen) para aprobar la asignatura.

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si, no presencial

Descripción

**Examen en línea:** esta prueba consistirá en una serie de preguntas teórico-prácticas en las que se deberán explicar y justificar las relaciones entre conceptos estudiados en el temario teórico o los procedimientos a seguir para algún procesamiento de imágenes propuesto.

Criterios de evaluación

Se valorará la claridad en la exposición y en las explicaciones dadas, así como la corrección de las mismas.

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Ponderación en la nota final | 20%                      |
| Fecha aproximada de entrega  | primera mitad de febrero |
| Comentarios y observaciones  |                          |

El acceso a la herramienta de examen en línea se publicará en el curso virtual de la asignatura.

**Es obligatorio aprobar el examen en línea (y las tres tareas) para aprobar la asignatura.**

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La calificación final será la suma ponderada con los respectivos coeficientes de la nota del examen y las notas de las tres PECs:

$$[\text{calificación}] = 0.20 \times [\text{nota Tarea 1}] + 0.30 \times [\text{nota Tarea 2}] + 0.30 \times [\text{nota Tarea 3}] + 0.20 \times [\text{nota examen en línea}]$$

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

ISBN(13):9780131687288  
 Título: DIGITAL IMAGE PROCESSING (2007)  
 Autor/es: Woods, Richard E. ; Gonzalez, Rafael C. ;  
 Editorial: PRENTICE HALL

ISBN(13):9781292223049

Título: DIGITAL IMAGE PROCESSING (4)

Autor/es: Woods, Richard E. ; Gonzalez, Rafael C. ;

Editorial: Pearson Education Limited

Se recomienda adquirir la 4ª edición del libro de Gonzalez & Woods (ISBN[13] 978-1-292-223-04-9) aunque también se pueden utilizar versiones anteriores. No se abordarán contenidos que no estén incluidos en la 3ª edición de este libro.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780982085417

Título: DIGITAL IMAGE PROCESSING USING MATLAB (3ª)

Autor/es: Rafael Gonzalez ; Steven Eddins ; Richard Woods ;

Editorial: Gatesmark Publishing

ISBN(13): 9781447166849

Título: DIGITAL IMAGE PROCESSING: AN ALGORITHMIC INTRODUCTION USING JAVA (2016)

Autor/es: Mark J. Burge ; Wilhelm Burger ;

Editorial: SPRINGER-VERLAG LONDON [ETC]

ISBN(13): 9781783283958

Título: IMAGE PROCESSING WITH IMAGEJ (2ª)

Autor/es: Javier Pascau ; José María Mateos Pérez ;

Editorial: Packt Publishing

Esta bibliografía complementaria cubre el uso del software ImageJ (o Fiji) y Matlab (u Octave) que se puede emplear para la parte práctica de la asignatura.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Materiales complementarios al texto base se pueden encontrar en la siguiente web:

<http://www.imageprocessingplace.com/>

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.