

19-20

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA DE  
SISTEMAS COMPLEJOS

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## FENÓMENOS DE TRANSPORTE: TÉCNICAS DE SIMULACIÓN EN FLUIDOS

CÓDIGO 21156083

Ambito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el  
Código Seguro de Verificación (CSV) en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



FE5216B14E49369788D67BB9610E6AA5

uned

19-20

FENÓMENOS DE TRANSPORTE: TÉCNICAS  
DE SIMULACIÓN EN FLUIDOS

CÓDIGO 21156083

# 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  
ADENDA AL SISTEMA DE EVALUACIÓN CON MOTIVO DE LA  
PANDEMIA COVID 19

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el  
"Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



FE5216B14E49369768D67BB9610E6AA5

Nombre de la asignatura	FENÓMENOS DE TRANSPORTE: TÉCNICAS DE SIMULACIÓN EN FLUIDOS
Código	21156083
Curso académico	2019/2020
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA DE SISTEMAS COMPLEJOS
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Esta es una asignatura optativa que pretende proporcionar al estudiante las técnicas básicas de simulación numérica para estudiar fenómenos de dinámica microscópica de fluidos complejos.

Es por tanto una asignatura eminentemente práctica que requiere la elaboración y utilización de programas para la realización de simulaciones numéricas.

Dentro del Módulo *Física de Fluidos* complejos se pueden distinguir dos materias, *Física de Fluidos* y *Física Estadística de Fluidos Complejos*, que corresponden respectivamente a la visión macroscópica y microscópica de los fluidos. Esta segunda materia, en la que se aborda el problema de las causas microscópicas de las propiedades macroscópicas de los medios continuos, se divide a su vez en tres asignaturas. Una primera es *Estructura y propiedades de fluidos complejos*, de carácter fenomenológico y experimental sobre polímeros y suspensiones coloidales, que son los dos tipos más representativos de fluidos complejos.

Las otras dos asignaturas, *Mecánica estadística de fluidos complejos* y *Fenómenos de transporte: Técnicas de simulación en fluidos* introducen los modelos mecano-estadísticos que dan cuenta de dicha fenomenología macroscópica.

Estas dos asignaturas son complementarias. En *Mecánica estadística de fluidos complejos* se formulan algunos modelos termodinámicamente consistentes de simulación de fluidos complejos a través de técnicas de granulado (coarse-graining). Mientras que en *Fenómenos de transporte: Técnicas de simulación en fluidos* se describen y utilizan las técnicas de simulación más convenientes para la implementación computacional de dichos modelos.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



FE5216B14E49369768D67BB9610E6A45

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Con carácter general, para abordar la asignatura con garantías de éxito son precisos conocimientos de Matemáticas y de Física adquiridos en una titulación de Graduado en Física o Ingeniería.

**Matemáticas:** Cálculo diferencial en varias variables, máximos de funciones condicionados, ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, nociones básicas de espacios funcionales de Hilbert, tensores.

**Física:** Mecánica analítica (ecuaciones de Hamilton). Facilita mucho el seguimiento del curso el haber cursado con anterioridad materias de Física de Fluidos y Mecánica Estadística en cursos de nivel de Graduado en Física.

Además, es conveniente que se haya cursado la asignatura de este máster *Mecánica estadística de fluidos complejos* y es indispensable cierto conocimiento de programación en Fortran o lenguaje de programación equivalente para poder llevar a cabo simulaciones numéricas. Los programas que se facilitarán están escritos sólo en Fortran90. Aunque no es imprescindible, es altamente recomendable el uso del sistema operativo Linux.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JOSE ESPAÑOL GARRIGOS (Coordinador de asignatura)  
pep@fisfun.uned.es  
91398-7133  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

IGNACIO ZUÑIGA LOPEZ  
izuniga@fisfun.uned.es  
91398-7132  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICA FUNDAMENTAL

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Las labores de tutorización y seguimiento se harán principalmente a través de las herramientas de comunicación del Curso virtual (Correo y Foros de debate). Por otra parte, los estudiantes podrán siempre entrar en contacto con el profesor de la asignatura por medio de correo electrónico, teléfono o entrevista personal en las siguientes coordenadas:

**Dr. Pep Español Garrigós**

e-mail: pep@fisfun.uned.es

Teléfono: 91 398 7133

Horario: Miércoles, de 15:30 a 19:30

Despacho: 212-B (Facultad de Ciencias, 2ª planta).

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



FE5216B14E49369788D67BB9610E6AA5

**Dr. Ignacio Zúñiga López**e-mail: [izuniga@fisfun.uned.es](mailto:izuniga@fisfun.uned.es)

Teléfono: 91 398 7132

Horario: Miércoles, de 15:30 a 19:30

Despacho: 211-B (Facultad de Ciencias, 2ª planta).

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### 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 auto dirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

CG01 - Adquirir capacidad de análisis y síntesis.

CG02 - Adquirir capacidad de organización y planificación.

CG03 - Adquirir conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio

CG04 - Adquirir capacidad de gestión de información

CG05 - Adquirir capacidad para resolución de problemas

CG08 - Adquirir razonamiento crítico

CG09 - Adquirir compromiso ético

CG10 - Adquirir capacidad de aprendizaje autónomo

CG11 - Adquirir capacidad de adaptación a nuevas situaciones

CG14 - Adquirir sensibilidad hacia temas medioambientales

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE01 - Saber utilizar y relacionar los diferentes tipos de descripción (microscópica, mesoscópica y macroscópica) de los fenómenos físicos

CE03 - Comprender el papel del ruido y las fluctuaciones en los fenómenos físicos y manejar su modelización matemática

Ámbito: GUJ - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar/>



FE5216B14E49369788D87BB9610E6AA5

CE04 - Comprender y saber relacionar matemáticamente las propiedades macroscópicas de un sistema con las interacciones y la geometría de los elementos microscópicos del mismo

CE05 - Capacidad de análisis de problemas nuevos en sistemas poco conocidos y determinar similitudes y diferencias con modelos de referencia

CE06 - Capacidad de formular modelos matemáticos en términos de ecuaciones diferenciales (ordinarias o en derivadas parciales)

CE07 - Saber construir modelos numéricos para fenómenos descritos por ecuaciones diferenciales (ordinarias o en derivadas parciales) con diferentes condiciones iniciales o de contorno

CE08 - Capacidad de realizar análisis críticos de resultados experimentales, analíticos y numéricos

CE09 - Capacidad de búsqueda de bibliografía y fuentes de información especializadas. Manejo de las principales bases de datos de bibliografía científica y de patentes

CE10 - Conocimiento avanzado del estado actual y la evolución de un campo de investigación concreto

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Adquisición de conocimientos avanzados de mecánica estadística de no equilibrio.
- Capacidad de identificar escalas temporales características en fluidos complejos.
- Capacidad de selección de modelos de simulación apropiados para casos particulares de fluidos complejos.
- Capacidad para escribir programas de dinámica molecular y de dinámica browniana para simular problemas de sencillos de fluidos complejos.
- Capacidad de identificación de variables relevantes en suspensiones coloidales y poliméricas.
- Capacidad de calcular estas variables relevantes a partir de los resultados de la simulación.
- Comprensión del proceso de grano grueso (coarse-graining)
- Adquisición de una comprensión de la naturaleza de la investigación en el campo.
- Conocimiento de y habilidad en la búsqueda de bibliografía y de fuentes de información especializada.

## CONTENIDOS

TEMA 1. Introducción a los fenómenos de transporte.

- 1.1. Colectividades de equilibrio
- 1.2. Promedios y fluctuaciones
- 1.3. Correlaciones temporales
- 1.4. Coeficientes de transporte



## TEMA 2. Dinámica Molecular

- 2.1. Interacción entre partículas
- 2.2. Condiciones de contorno
- 2.3. Estructura básica de un código de simulación e implementación.

## TEMA 3. Análisis de resultados

- 3.1. Cálculo de funciones de correlación
- 3.2. Cálculo de errores

## TEMA 4. Dinámica Browniana

- 4.1. Suspensiones coloidales y poliméricas
- 4.2. Solución numérica de ecuaciones diferenciales estocásticas (EDE): algoritmos básicos
- 4.3. Aplicaciones a ejemplos sencillos

## METODOLOGÍA

La docencia se impartirá principalmente a través de un curso virtual dentro de la plataforma educativa de la UNED.

Dentro del curso virtual los estudiantes dispondrán de:

1. Página de bienvenida, donde se indica el concepto general de cada una de las asignaturas que componen el módulo y se presentan a los docentes.
2. Calendario, donde se establece el orden temporal de actividades y sugerencias sobre el reparto temporal de la materia, para que el estudiante lo adapte a su disponibilidad y necesidades.
3. Materiales: Guía del curso, donde se establecen los objetivos concretos y los puntos de interés. Programa, donde se especifica la división del contenido por capítulo. Orientaciones sobre la forma de abordar el estudio de cada tema.
4. Recursos, donde se proporciona el material necesario para el estudio, incluyendo programas en fortran y referencias a artículos fundamentales en el desarrollo de la disciplina.
5. Herramientas de comunicación: Correo electrónico, foros de debate y plataforma de entrega de trabajos.

Fuera del curso virtual el estudiante también podrá realizar consultas al equipo docente a través del correo, teléfono y presencialmente en los horarios establecidos para estas actividades. También se pueden organizar videoconferencias coordinadas con los distintos



Centros Asociados, si las necesidades docentes lo hicieran preciso.

Por lo que se refiere a la división temporal de las actividades del alumno en la asignatura, es esperable que la distribución sea aproximadamente la siguiente:

1. Lectura comprensiva del material suministrado: 20%.
2. Realización de ejercicios de autocomprobación de asentamiento de conocimientos: 10%.
3. Adaptación de programas para simulación problemas: 40%.
4. Redacción y presentación de los resultados problemas: 10%.
5. Búsqueda de información adicional en biblioteca, Internet, etc.: 10%.
6. Intercambio de información con otros compañeros y tutor en los foros: 10%.

## 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

Esta asignatura no se evalúa a través de un examen 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 alumno realizará una serie de problemas propuestos en los apuntes de la asignatura. Estos problemas son de dos tipos. Por una parte hay un número de problemas teóricos en los que se evalúa la comprensión conceptual de la asignatura. Por otra, una serie de problemas de simulación que requieren la utilización de los programas de dinámica molecular y browniana, que se suministran en el curso virtual.

Criterios de evaluación

La presentación de los problemas debe ser clara y precisa, con todos los resultados de las simulaciones efectuadas con las gráficas adecuadas. En el curso se suministra una plantilla para la confección de la colección de problemas.

Ponderación de la PEC en la nota final 100

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



FE5216B14E49369768D67BB9610E6AA5

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

#### **OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

#### **¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La nota se obtiene a partir de la evaluación de los problemas propuestos en el curso virtual

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

El material básico para preparar la asignatura se pone a disposición del estudiante a través del Curso virtual. Dicho material ha sido generado por el equipo docente encargado de la docencia de la asignatura y abarca todo el temario de la asignatura.

En el apartado relativo a la bibliografía complementaria se recogen textos que pueden servir al estudiante para profundizar en algunos de los conceptos abordados en el material básico o bien para extender su visión a otros temas de Física de Fluidos Complejos no abarcados en el presente curso.

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

ISBN(13):9780198556459

Título:COMPUTER SIMULATION OF LIQUIDS (1srt. ed., 7th rep.)

Autor/es:Tildesley, D.J. ;

Editorial:OXFORD UNIVERSITY PRESS

Este libro contiene el todo el programa de la asignatura.

Además en el curso se suministrará información bibliográfica sobre Fortran 90, y otras referencias sobre dinámica molecular y browniana.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



FE5216B14E49369768D67BB9610E6AA5

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

En las páginas del Curso Virtual se pondrá a disposición de los estudiantes enlaces y material que se considere de particular interés para esta asignatura. Concretamente, se proporcionarán códigos generales de dinámica molecular y browniana para que se adapten fácilmente a la simulación de los problemas concretos propuestos.

### ADENDA AL SISTEMA DE EVALUACIÓN CON MOTIVO DE LA PANDEMIA COVID 19

<https://app.uned.es/evacaldos/asignatura/adendasig/21156083>

---

## 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.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



FE5216B14E49369768D67BB9610E6AA5