

19-20

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## MÉTODOS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA

CÓDIGO 28801250

**19-20**

**MÉTODOS COMPUTACIONALES EN  
INGENIERÍA  
CÓDIGO 28801250**

# **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	MÉTODOS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA
Código	28801250
Curso académico	2019/2020
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	4,5
Horas	112.5
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura Métodos Computacionales en Ingeniería es una introducción al estudio mediante modelos matemáticos de problemas típicos que aparecen en ingeniería y de los métodos numéricos utilizados para la resolución de las ecuaciones en derivadas parciales en las que se basan dichos modelos.

La modelización de un problema típico en ingeniería requiere obviamente un conocimiento previo de lo que realmente ocurre en el proceso que se quiere describir. En general, las magnitudes que intervienen en el problema son variables que cambian en el tiempo y en el espacio, y su evolución puede describirse mediante una o varias ecuaciones en derivadas parciales. La mayoría de los procesos físicos que aparecen en la naturaleza y en multitud de aplicaciones en ciencia e ingeniería se describen mediante sistemas de ecuaciones en derivadas parciales. Es precisamente en este tipo de ecuaciones en las que se centra el estudio de esta asignatura. En ocasiones se dispone de ecuaciones que describen directamente el problema objeto de estudio, mientras que en otras es necesario recurrir a modelos aproximados para describir los fenómenos que intervienen. En cualquier caso, y aun cuando se disponga de ecuaciones que describan con un elevado grado de aproximación dichos fenómenos, su resolución detallada puede llegar a ser extraordinariamente complicada, y en estos casos resulta necesario introducir modelos aproximados que permiten resolver numéricamente el problema.

Además de modelizar el problema es obviamente necesario resolverlo. En muchos casos, es posible aplicar aproximaciones que permiten simplificar el modelo reduciendo las ecuaciones en derivadas parciales a ecuaciones diferenciales ordinarias o ecuaciones algebraicas. Sin embargo, la demanda creciente de obtener resultados con una mayor precisión impone cada vez más la necesidad de resolver las propias ecuaciones en derivadas parciales que determinan el proceso físico considerado. En muchos de estos casos no es posible obtener una solución analítica de la ecuación en derivadas parciales, por lo que se requiere la utilización de métodos numéricos. La introducción al estudio de los métodos numéricos utilizados para resolución de dichas ecuaciones será uno de los objetivos principales de esta asignatura.

La asignatura *Métodos computacionales en Ingeniería* pertenece al módulo I que incluye contenidos transversales comunes a la mayor parte de las Áreas de Conocimiento de la Ingeniería Industrial. El objetivo principal del curso es el estudio de métodos numéricos utilizados en ingeniería, y en particular en la resolución numérica de las ecuaciones en

derivadas parciales que describen la mayor parte de sistemas encontrados en ingeniería. Esta asignatura, sirve de base a las asignaturas relacionadas con la simulación numérica que el alumno tendrá que cursar en los módulos posteriores en distintos itinerarios, tales como, por ejemplo, Simulación numérica de flujos de fluidos en ingeniería y Análisis actual de problemas de mecánica de medios continuos: método de los elementos finitos, método de los elementos de contorno y métodos sin malla. Cabe resaltar el hecho de que la simulación numérica es una herramienta especialmente importante en la investigación en Ingeniería.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para iniciar el estudio del curso son necesarios conocimientos previos de álgebra, cálculo integral y diferencial, así como el conocimiento de un lenguaje de programación como C o fortran. También es posible cursar la asignatura aun cuando los conocimientos previos sobre las materias citadas no sean muy amplios, pero en tal caso será necesario repasar durante el curso los fundamentos de dichas materias.

Se precisa también conocimiento de inglés escrito puesto que la mayor parte de la bibliografía relevante para esta asignatura esta publicada en este idioma.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JULIO HERNANDEZ RODRIGUEZ  
jhernandez@ind.uned.es  
6424/5007  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
MECÁNICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

PABLO JOAQUIN GOMEZ DEL PINO (Coordinador de asignatura)  
pgomez@ind.uned.es  
91398-7987  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
MECÁNICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

FRANCISCO M. OGANDO SERRANO  
fogando@ind.uned.es  
91398-8223  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

EDUARDO SALETE CASINO  
esalete@ind.uned.es  
91398-9474  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización y el seguimiento de los aprendizajes se realizarán a través del curso virtual. También se pueden realizar consultas presenciales a los profesores del equipo docente en el siguiente horario:

### **D. Pablo Gómez del Pino**

Miércoles, de 16,00 a 20,00 h.

Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales, despacho 1.39

Tel.: 91398 79 87

Correo electrónico: pgomez@ind.uned.es

### **D. Francisco Ogando Serrano**

Jueves, de 16,00 a 20,00 h.

Dpto. de Ing. Energética, ETS de Ingenieros Industriales, despacho 0.16

Tel.: 91398 82 23

Correo electrónico: fogando@ind.uned.es

### **D. Julio Hernández Rodríguez**

Lunes, de 16,00 a 20,00 h.

Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales, despacho 1.45

Tel.: 91 398 64 24

Correo electrónico: jhernandez@ind.uned.es

### **D. Juan José Benito Muñoz**

Lunes de 10 a 14h y 16,30 a 20,30 h.

Dpto. de Ing. de Construcción y Fabricación, ETS de Ingenieros Industriales despacho 4.23 (Edificio de la Escuela de Informática)

Tel.: 91 398 64 57

Correo electrónico: jbenito@ind.uned.es

## 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 autodirigido o autónomo.

### **Competencias Generales:**

CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica

CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación

CG03 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CG04 - Desarrollar capacidad de razonamiento crítico

CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

CG06 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad

### **Competencias Específicas:**

CE3 - Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales

CE5 - Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

El campo de aplicación de la simulación computacional es extraordinariamente amplio, y las técnicas numéricas utilizadas en la resolución de ecuaciones diferenciales son muy diversas, por lo que obviamente sólo es posible adoptar en este curso un enfoque de tipo introductorio, abordando contenidos de carácter general, dejando las aplicaciones más específicas para las asignaturas que el estudiante cursará más adelante.

Los principales objetivos específicos de aprendizaje que deben alcanzarse son los siguientes:

- Capacidad de elección del método numérico más adecuado para cada problema concreto.
- Conocimiento de los fundamentos y el ámbito de aplicación de los métodos numéricos más relevantes.
- Capacidad para el análisis lógico de algoritmos numéricos en problemas propios del ingeniero.
- Conocimiento de las distintas técnicas utilizadas en la discretización y resolución de los distintos tipos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
- Capacidad para resolver numéricamente ecuaciones diferenciales.
- Capacidad para seleccionar y aplicar algoritmos de métodos numéricos.

## CONTENIDOS

1. Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales
2. Métodos de discretización de ecuaciones en derivadas parciales
3. Ecuaciones elípticas
4. Ecuaciones parabólicas
5. Ecuaciones hiperbólicas

## METODOLOGÍA

En una primera etapa el estudiante debe estudiar los contenidos teóricos de la asignatura siguiendo la guía de estudio. Esta guía, que recoge recomendaciones para el estudio de los distintos temas de la asignatura, será proporcionada por el equipo docente al principio de curso. Al final de cada tema, el alumno deberá realizar una prueba de autoevaluación que le permitirá valorar el grado de asimilación de los contenidos. Con objeto de conseguir que esta evaluación resulte eficaz, el equipo docente elaborará un conjunto de cuestiones breves suficientemente extenso.

Una vez realizada la autoevaluación, el alumno realizará una prueba de evaluación a distancia que consistirá en un ejercicio sencillo de aplicación relacionado con los aspectos tratados en el tema.

En una segunda etapa, una vez estudiados los distintos temas del programa, el alumno realizará una prueba de evaluación a distancia que consistirá en un trabajo práctico que le permitirá aplicar los conocimientos adquiridos, y cuyo contenido se describirá en el curso virtual.

El marco en el que se desarrollará el curso será el curso virtual. La plataforma utilizada actualmente en la UNED es aLF. El curso virtual será la herramienta principal de comunicación entre los alumnos y el equipo docente y de los alumnos entre sí. A través de esta plataforma virtual el alumno tendrá acceso elementos de apoyo que se describen en el apartado recursos de apoyo.

Se llevarán a cabo dos seminarios presenciales con el equipo docente. En el primero se tratarán aspectos relacionados con los contenidos teóricos y podrán servir asimismo para concretar los trabajos prácticos que deberán realizarse, y en el segundo se presentarán y discutirán los trabajos una vez realizados. La participación en los seminarios será voluntaria.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen Examen de desarrollo

Preguntas desarrollo

Duración del examen 120 (minutos)

Material permitido en el examen

Todo tipo de material impreso y calculadora

Criterios de evaluación

Se valorará el conocimiento y grado de asimilación de los contenidos de la asignatura y la capacidad de aplicarlos en la resolución de problemas

% del examen sobre la nota final 40

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

Comentarios y observaciones

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

Requiere Presencialidad Si

Descripción

La prueba presencial consistirá en la resolución de cuestiones teóricas y ejercicios prácticos. La puntuación máxima de cada cuestión y ejercicio se indicará en el enunciado.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final 40 %

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si, PEC no presencial

Descripción

Se trata de dos pruebas de evaluación continua. Estas pruebas son voluntarias. La primera incluye los tres primeros temas del programa y la segunda, los dos últimos.

**Se trata de cuestiones y ejercicios prácticos. Se requiere en algunos casos la realización de un código para resolver numéricamente un problema sencillo. Para la realización del código se partirá de códigos existentes.**

Criterios de evaluación

Se valorará el conocimiento y grado de asimilación de los contenidos de la asignatura y la capacidad de aplicarlos en la resolución de los ejercicios propuestos.



Ponderación de la PEC en la nota final 30 %

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

#### **OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

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

Descripción

##### **Trabajo de síntesis de la asignatura**

**El trabajo final consistirá en principio en la programación de un código que permita la resolución de un problema físico sencillo descrito por un modelo matemático basado en una ecuación en derivadas parciales. Se realizará un análisis de convergencia y estabilidad del modelo, y se presentarán los resultados obtenidos al aplicar el código a la resolución del problema.**

Criterios de evaluación

Se valorará la originalidad y dificultad del tema, la metodología empleada, el alcance y validez de los resultados y la presentación.

Ponderación en la nota final 30 %

Fecha aproximada de entrega 15/02/2020

Comentarios y observaciones

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

El peso de cada una de las partes en la calificación final será el siguiente:

Prueba presencial 40%

Pruebas de evaluación continua 30% (si no se ha realizado, o si la nota es inferior a la obtenida en la prueba presencial, se tomará la nota de esta última).

Trabajo final 30%

**Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en la prueba presencial y 5 puntos sobre 10 en la calificación global.**

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

El texto base para estudiar los contenidos de la asignatura es Joe D. Hoffman. *Numerical Methods for Engineers and Scientists*. Marcel Dekker,. New York, 2ª Ed., 2001

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9780471624899

Título:AN INTRODUCTION TO NUMERICAL ANALYSIS (2ª)

Autor/es:Atkinson K. ;

Editorial:John Wiley & Sons

ISBN(13):9780521607933

Título:NUMERICAL SOLUTION OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

Autor/es:Morton K.W., Mayers D.F. ;

Editorial:Cambridge University Press 2005

ISBN(13):9780898713527

Título:ITERATIVE METHODS FOR LINEAR AND NONLINEAR EQUATIONS

Autor/es:Kelley C.T. ;

Editorial:SIAM 1995

- Randall J. LeVeque, *Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, Steady State and Time Dependent Problems*, SIAM, 2007. ( ISBN 978-0-898716-29-0)
- Farlow S.J., *Partial differential equation for scientists and engineers*, Courier Dover Publications, 1993.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

El principal medio de apoyo lo constituye el curso virtual, cuyo acceso se realiza desde la página principal de la UNED y está basado en la plataforma aLF.

En el curso virtual están a disposición de los alumnos los siguientes elementos:

- Módulos de comunicación con el equipo docente y entre alumnos, que incluyen foros de debate, gestor de correo, secciones de preguntas frecuentes y anuncios del equipo docente.
- Módulo de información: en el que se incluirá información actualizada, las guías de la asignatura y la guía de estudio, orientaciones sobre el trabajo, etc.
- Módulo de contenidos: donde se pondrá a disposición de los alumnos, entre otros, apuntes elaborados por el equipo docente complementarios a la bibliografía, programas de ejemplo y pruebas de autoevaluación con las soluciones.
- Módulo de actividades: en el que estarán expuestas los enunciados de las pruebas de evaluación a distancia y en el que los alumnos deben depositar sus respuestas.
- Calendario con la planificación del curso, con alertas en las fechas de entrega.
- Taller de programación: en este módulo los alumnos encontrarán compiladores, depuradores de códigos, ejemplos y tutoriales.

---

## 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.