# Facultad de Ciencias

## Graduado/a en Matemáticas

### GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 1):

### Métodos Numéricos en Ecuaciones en Derivadas Parciales (2021 - 2022)

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

| Asignatura: Métodos Numéricos en Ecuaciones en Derivadas Parciales | Código: 549580911 |
|---|---|

- Centro: **Facultad de Ciencias**
- Lugar de impartición: **Facultad de Ciencias**
- Titulación: **Graduado/a en Matemáticas**
- Plan de Estudios: **G058 (Publicado en 2019-11-27)**
- Rama de conocimiento: **Ciencias**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  **Análisis Matemático**
- Área/s de conocimiento:
  **Análisis Matemático**
  **Matemática Aplicada**
- Curso: **4**
- Carácter: **Optativa**
- Duración: **Segundo cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **6,0**
- Modalidad de impartición: **Presencial**
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Español/Inglés (75%/25%)**

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

**Profesor/a Coordinador/a: SEVERIANO GONZALEZ PINTO**

- Grupo: **1, PA, PE**

**General**
- Nombre: **SEVERIANO**
- Apellido: **GONZALEZ PINTO**
- Departamento: **Análisis Matemático**
- Área de conocimiento: **Matemática Aplicada**

**Contacto**
- Teléfono 1: **922318201**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **spinto@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

| Tutorías primer cuatrimestre: | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Desde** | **Hasta** | **Día** | **Hora inicial** | **Hora final** | **Localización** | **Despacho** |
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 10:00 | 11:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 105 |
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 11:30 | 13:30 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 105 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 10:00 | 11:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 105 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 11:30 | 13:30 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 105 |
| Observaciones: | | | | | | |
| **Tutorías segundo cuatrimestre:** | | | | | | |
| **Desde** | **Hasta** | **Día** | **Hora inicial** | **Hora final** | **Localización** | **Despacho** |
| Todo el cuatrimestre | | Lunes | 17:30 | 19:30 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 105 |
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 09:30 | 11:30 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 105 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 09:30 | 11:30 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 105 |
| Observaciones: Las tutorías de los Lunes serán online principalmente. Sería conveniente enviar un email con antelación solicitando la tutoría para evitar posibles colas. | | | | | | |

## 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Ecuaciones Diferenciales y Métodos Numéricos**
Perfil profesional: **Graduado/a en Matemáticas**

## 5. Competencias

### Generales

**CG3** - Desarrollar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso a través del estudio de la Matemática.
**CG5** - Preparar para posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

### Básicas

**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.

### Específicas

**CE1** - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
**CE3** - Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
**CE4** - Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.
**CE5** - Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas de las Matemáticas.
**CE6** - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
**CE7** - Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
**CE8** - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
**CE9** - Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- **1. Metodos en diferencias para ecuaciones diferenciales ordinarias con problemas de valores frontera.**
Tema 1.1. Metodos usuales basados en diferencias centrales. Principios del Maximo.
Tema 1.2. Consistencia y Convergencia de metodos basados en diferencias finitas.
Tema 1.3. Metodos de tiro para Problemas de Valores Frontera en EDOs.

**- 2. Metodos en diferencias para ecuaciones en derivadas parciales.**
Tema 2.1: Metodos en Diferencias Finitas para la Ecuacion de Poisson en 2D (Modelo Eliptico). Operadores en Diferencias: Formula de 5 y 9 puntos. Analisis de Consistencia, Estabilidad, Convergencia.
Tema 2.2: Metodos en Diferencias para ecuaciones de Parabolicas (Ecuacion del Calor). Metodos de dos niveles: Metodos Explicitos. Metodos Implicitos ( Cranck-Nicholson). Metodo de Lineas. Consistencia, Estabilidad y Convergencia. Analisis de estabilidad de tipo von Neumann. Tecnicas Matriciales. Teorema de Lax.
Tema 2.3: Metodos en Diferencias para para problemas hiperbolicos: La ecuacion de Adveccion. Curvas caracteristicas. La ecuacion de Ondas. Soluciones Analiticas al problemas de Cauchy y para Problemas con condiciones de contorno. Metodos en Diferencias Finitas. Metodos Clasicos. Dominio de Dependencia, Estabilidad y Numero de Courant. Convergencia y ordenes de convergencia para discretizaciones.

**- 3. Metodos de tipo Galerkin**
Tema 3.1: Preliminares de Analisis Funcional. Espacios de Hilbert. El espacio L^2(D). Lema de Lax-Milgram. Espacios de Sobolev.
Tema 3.2: Metodos variacionales de tipo Galerkin para problemas de Valores Frontera en dos puntos en EDOs. Analisis de Convergencia para el caso de funciones spline lineales. Estimaciones del error de a priori y a posteriori.

**Actividades a desarrollar en otro idioma**

Parte de la colección de ejercicios se formulará en Inglés.
La mayor parte de la Bibliografía de estudio esta en Inglés.
Algunas clases de problemas y prácticas se desarrollarán en Inglés.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

**Descripción**

- Leccion magistral/metodo expositivo (presentacion o explicacion por parte del profesor), con planteamiento de cuestiones y motivación adecuada durante el desarrollo de las mismas.
- Clases de problemas y cuestiones teóricas, supervisadas por el profesor, con participación activa del alumnado.
- Clases de Prácticas de computación para resolver problemas específicos de EDPs donde se desarrollan los algoritmos en programas de Matlab (Octave)
- Trabajo individual y/o grupal (trabajo por parte del alumnado de forma autónoma).
- Evaluacion: pruebas escritas con aspectos teóricos, ejercicios de aplicación y análisis. Prácticas de ordenador de los métodos numéricos usados.
- La bibliografía principal de la asignatura se encuentra en Inglés, lo que supondrá un buen adiestramiento del alumno para habituarse al Inglés científico Matemático.
- Aproximadamente una quinta parte de los ejercicios, prácticas y cuestiones teóricas se proponen en Inglés. El alumnado debe contestar en Inglés a las actividades que se propongan en esa lengua.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

| Actividades formativas | Horas presenciales | Horas de trabajo autónomo | Total horas | Relación con competencias |
|---|---|---|---|---|
| Clases teóricas | 30,00 | 0,00 | 30,0 | [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG5], [CG3] |
| Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio) | 27,00 | 0,00 | 27,0 | [CE5], [CE4], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG5], [CG3] |
| Estudio/preparación de clases teóricas | 0,00 | 34,00 | 34,0 | [CE5], [CE4], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG5], [CG3] |
| Estudio/preparación de clases prácticas | 0,00 | 33,50 | 33,5 | [CE9], [CE8], [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG5], [CG3] |
| Preparación de exámenes | 0,00 | 22,50 | 22,5 | [CE9], [CE8], [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG5], [CG3] |
| Realización de exámenes | 3,00 | 0,00 | 3,0 | [CE9], [CE8], [CE7], [CE6], [CE4], [CE3], [CE1] |
| Total horas | 60,00 | 90,00 | 150,00 | |
| | | Total ECTS | 6,00 | |

## 8. Bibliografía / Recursos

**Bibliografía Básica**

S. Larsson, V. Thomee, "Partial differential equations with numerical methods", Springer, 2009.

A. Iserles, "A first course in the numerical analysis of differential equations", Cambridge University Press, 2009.

**Bibliografía Complementaria**

E. Isaacson and H.B. Keller, "Analysis of numerical methods", John Wiley, 1966.

H.P. Langtangen and S. Linge, "Finite Difference Computing with PDEs, a modern software approach", Springer 2017.

W. Hundsdorfer and J.G. Verwer, "Numerical solution of time-dependent Advection Diffusion Reaction PDEs", Springer 2003.

**Otros Recursos**

Apuntes y Colecciones de ejercicios subidos al campus virtual de la asignatura

Introduccion al Matlab ver: http://pcmap.unizar.es/~pilar/matlab.pdf

Enlaces a páginas web interesantes para el desarrollo y complemento de los contenidos de la asignatura.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

**Descripción**

EVALUCACION CONTINUA
- Pruebas de respuesta larga, de desarrollo (este tipo de pruebas aparecerán en los examenes finales y las tareas asignadas a lo largo del curso). Se ponderaran con un 40%.
- Pruebas de respuesta corta (se realizaran en los seguimientos a lo largo del curso. Habrá 2 o 3 seguimientos, cada uno al finalizar cada bloque tematico). Se ponderará con un 25%.
- Se realizarán Trabajos/proyectos e informes/memorias de practicas a lo largo del curso y tendrán una ponderacion del 30% (incluyen entregas de colecciones de problemas, de cuestiones e informes de practicas).
- El 5% restante corresponde a la asistencia y buena actitud en clase.
Para acceder a la evaluacion continua se requiere asistencia al 80% de las clases al menos.
- La evaluación del Inglés dentro de la Evaluación Continua se hará a través de las cuestiones, tareas y preguntas (parte de las pruebas de Seguimiento). Se enunciarán actividades en esta lengua aproximadamente en un 20% del total de la materia. Se exigirá respuesta en Inglés a las cuestiones que se formulen en Inglés.

EVALUACION NO CONTINUA
Examenes de convocatoria que constarán de:
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo (puede incluir la programación de algun algoritmo de computacion). Esto se ponderara con un 80% de la nota
Pruebas de respuesta corta (se ponderará con un 20% de la nota).
La evaluación del Inglés en los exámenes de convocatoria, se hará mediante el enunciado de alguna pregunta o cuestión en Inglés (aproximadamente el 20% de la asignatura). Se exigirá respuesta en Inglés a las cuestiones que se formulen en Inglés.

**Estrategia Evaluativa**

| Tipo de prueba | Competencias | Criterios | Ponderación |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pruebas de respuesta corta | [CE9], [CE8], [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG5], [CG3] | Respuestas precisas y bien justificadas. | 25,00 % |
| Pruebas de desarrollo | [CE9], [CE7], [CE6], [CE4], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG5], [CG3] | Desarrollos precisos con deducciones correctas. | 40,00 % |
| Trabajos y proyectos | [CE7], [CE6], [CE5], [CE4], [CE3], [CE1] | Trabajos bien presentados, rigurosos y bien argumentados. | 15,00 % |
| Informes memorias de prácticas | [CE9], [CE8] | Informes bien presentado y bien argumentados, contrastados con los resultados teóricos. | 15,00 % |
| Escalas de actitudes | [CE9], [CE8], [CE7], [CE6], [CE4] | Particpación activa en clase, resolviendo o contestando problemas o cuestiones formuladas por el profesor. | 5,00 % |

## 10. Resultados de Aprendizaje

- Analizar las propiedades de estabilidad, convergencia y robustez de los metodos numericos para problemas de valores frontera en ecuaciones diferenciales ordinarias y para los tres tipos importantes de ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden, así como su idoneidad para un problema concreto.
- Programar en un ordenador los metodos numericos, evaluar los resultados obtenidos y extraer conclusiones.
- Progresar en el manejo del Inglés Matemático.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

**Descripción**

La asignatura se desarrolla en 15 semanas con cuatro horas de clase por semana. Estas 60 horas se han de distribuir de la siguiente forma:
-30 horas de teoria.
-15 horas de practicas de aula.
-12 horas de practicas especificas entre las que se incluyen de 6 a 8 horas de practicas en el aula de informatica.
-3 horas de pruebas y examenes.
La distribucion de los temas y de las actividades de enseñanza aprendizaje por semana es orientativa, pues puede sufrir cambios por necesidades de la organizacion docente.

**Segundo cuatrimestre**

| Semana | Temas | Actividades de enseñanza aprendizaje | Horas de trabajo presencial | Horas de trabajo autónomo | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Semana 1: | 1 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 2: | 1 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 3: | 1 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 4: | 1 | Clases teóricas y prácticas y Seguimiento 1 | 4.00 | 7.00 | 11.00 |
| Semana 5: | 2 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 6: | 2 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 7: | 2 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 8: | 2 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 9: | 2 | Clases teóricas y prácticas y Seguimiento 2 | 4.00 | 7.00 | 11.00 |
| Semana 10: | 2 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 11: | 2 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 12: | 3 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 13: | 3 | Clases teóricas y prácticas | 4.00 | 6.00 | 10.00 |
| Semana 14: | 3 | Clases teóricas y prácticas y Seguimiento 3 | 5.00 | 8.00 | 13.00 |
| Semana 15: | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Semana 16 a 18: | 3 | Realización de Exámnes | 3.00 | 3.00 | 6.00 |
| | | Total | 60.00 | 90.00 | 150.00 |