

**Facultad de Ciencias**  
**Graduado/a en Matemáticas**  
**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**  
  
**Modelización**  
**(2023 - 2024)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

<b>Asignatura: Modelización</b>	<b>Código: 549584201</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Facultad de Ciencias</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias</b></li><li>- Titulación: <b>Graduado/a en Matemáticas</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2018 (Publicado en 2019-11-27)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ciencias</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Análisis Matemático</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Análisis Matemático</b> <b>Matemática Aplicada</b></li><li>- Curso: <b>4</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatoria</b></li><li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Español</b></li></ul>	

## 2. Requisitos de matrícula y calificación

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

<b>Profesor/a Coordinador/a: RODRIGO FRANCISCO TRUJILLO GONZALEZ</b>
- Grupo: <b>Teoría y Prácticas</b>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>RODRIGO FRANCISCO</b></li><li>- Apellido: <b>TRUJILLO GONZALEZ</b></li><li>- Departamento: <b>Análisis Matemático</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Análisis Matemático</b></li></ul>
<b>Contacto</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Teléfono 1: <b>922319207</b></li><li>- Teléfono 2:</li><li>- Correo electrónico: <b>rotrujil@ull.es</b></li><li>- Correo alternativo: <b>rotrujil@ull.edu.es</b></li><li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li></ul>

Tutorías primer cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:30	18:30	Edificio Central - CE.1A	19
Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:30	18:30	Edificio Central - CE.1A	19
Observaciones: Localización: Departamento de Análisis Matemático Edf. Central 2ª Planta - Despacho 19						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:30	18:30	Edificio Central - CE.1A	19
Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:30	18:30	Edificio Central - CE.1A	19
Observaciones: Localización: Departamento de Análisis Matemático Edf. Central 2ª Planta - Despacho 19						

#### 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

**CG2** - Reconocer la presencia de la Matemática subyacente en la Naturaleza, en la Ciencia, en la Tecnología y en el Arte. Reconocer a la Matemática como parte integrante de la Educación y la Cultura.

**CG3** - Desarrollar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso a través del estudio de la Matemática.

**CG4** - Capacitar para la utilización de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.

##### Básicas

**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.

##### Específicas

**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.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

#### **BLOQUE 1: NÚMEROS**

Tema 1.- Introducción a los modelos matemáticos: Modelos básicos.

Tema 2.- Modelos dinámicos discretos: Ecuaciones y sistemas en diferencias.

#### **BLOQUE 2: FUNCIONES Y RAZÓN DE CAMBIO**

Tema 3.- Modelos dinámicos continuos con ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs). Aplicaciones.

Tema 4.- Modelos con sistemas de EDOs. Modelos compartimentales básicos.

#### **BLOQUE 3: SISTEMAS COMPLEJOS**

Tema 5.- Modelos lineales: Transformada de Laplace. Aplicaciones en Ciencias de la Vida y Sociales.

Tema 6.- Modelos no-lineales: Resolución numérica y estudio de equilibrio. Aplicaciones.

#### **BLOQUE 4: INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Tema 7.- Fundamentos matemáticos del Machine Learning.

Como asignatura ubicada en el final del grado, sus objetivos pretenden potenciar, en el alumnado que la supere, la visión amplia de la importancia de las matemáticas en áreas de interés, como son economía, sostenibilidad ambiental, salud, educación, y así un largo etcétera que proporcionan los tres pilares en los que se organiza la asignatura: Modelos Discretos, Modelos Continuos, y la Inteligencia Artificial.

El alumnado podrá entender la relevancia desde los básicos números reales y complejos hasta las funciones y sus propiedades para describir la naturaleza. Cómo las ecuaciones en diferencias, las ecuaciones diferenciales, los sistemas de ecuaciones diferenciales y los modelos de optimización del Machine Learning configuran una caja de herramientas que apoya el estudio y la resolución de problemas críticos para el planeta.

Identificar cuándo un proceso es discreto, cómo derivan a procesos continuos, de dónde surgen las funciones que miden la naturaleza, cómo se relacionan para describir sistemas complejos, y hasta dónde pueden resolverse, cómo se estudian sus soluciones y cómo se interpretan serán elementos fundamentales del estudio que hagamos de las aplicaciones de los modelos estudiados.

### Actividades a desarrollar en otro idioma

Se manejarán apuntes, hojas de ejercicios y documentación de uso para las actividades del curso en inglés. El alumnado deberá acceder a fuentes internacionales de información para el desarrollo de las actividades de evaluación, adquiriendo así

una visión amplia de las fuentes de datos y modelos utilizados en diversas áreas.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado

Aplica el Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado (MECA - ULL)

### Descripción

Esta asignatura se desarrollará mayormente orientada a la realización de mini-proyectos con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que cubren el 40% de la calificación final de la evaluación continua (EC).

Las actividades de cuestionarios telemáticos serán la herramienta que fomentará el estudio de los contenidos del curso para la realización de los proyectos.

El objetivo de estas dos actividades centrales de la EC buscan enfrentar al alumno en problemas reales de diferentes áreas, donde los modelos matemáticos son la herramienta transversal que ayude a entender, predecir y tomar decisiones por los profesionales del área.

El alumnado de 4º curso del grado ya cuenta con conocimientos suficientes para situarse con confianza frente al uso de las matemáticas en otras disciplinas científicas. Barreremos áreas como la economía, el estudio de poblaciones, la electrónica, la química ambiental, la farmacología, la epidemiología, para terminar con conceptos fundamentales de aplicación de las matemáticas en Inteligencia Artificial.

Las clases teóricas se dedicarán a la exposición de los dos pilares fundamentales de la asignatura: el área de aplicación del modelo matemático y los fundamentos matemáticos de esos modelos (discretos, continuos, lineales, no-lineales, supervisado, no-supervisado, etc.).

Las clases buscarán la mayor interacción posible, donde el proyecto de cada bloque propuesto sirva de recopilatorio de lo visto en las clases.

Las clases prácticas se orientarán al análisis de información específica, el uso de simuladores de cálculo, el desarrollo de pequeñas soluciones computerizadas (usando la herramienta de computación que más convenga en cada caso), y la resolución de problemas representativos de cada modelo para transitar del caso general más teórico al caso aplicado concreto.

### 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	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	27,00	0,00	27,0	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]

Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	34,00	34,0	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	33,50	33,5	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]
Preparación de exámenes	0,00	22,50	22,5	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

Carlos Enrique Frasser, *Laplace Transform and Systems of Ordinary Differential Equations*. 2019 Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/330701404>.

*Calculus for the Life Sciences: Modelling the Dynamics of Life*  
F. R. Adler & M. Lovrić, Nelson Education Ltd. 2015

Zill, Dennis G. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*, 9ª edición. 2009. Cengage Learning Editores, S.A.

### Bibliografía Complementaria

Frederick R. Adler, *Calculus for the Life Sciences: Modelling the Dynamics of Life*. 2015. Nelson Education Ltd.

Harold Cohen, *Complex Analysis with Applications in Science and Engineering*, Second Edition. 2007 Springer Science+Business Media, LLC

Maia Martcheva, *An Introduction to Mathematical Epidemiology*. 2015. Springer Science+Business Media New York

Neuhauser, Claudia, *Calculus for biology and medicine* --3rd ed. 2011. Pearson.

Seongjai Kim, *Mathematical Foundations of Machine Learning*. 2022. Disponible en

[https://skim.math.msstate.edu/LectureNotes/Machine\\_Learning\\_Lecture.pdf](https://skim.math.msstate.edu/LectureNotes/Machine_Learning_Lecture.pdf).

*Biocalculus: Calculus for Life Sciences*

J. Stewart & T. Day, Cengage Learning, 2014

### Otros Recursos

Se proporcionará mucho material describiendo modelos aplicados que están disponibles en internet. Estos materiales estarán siempre disponibles en la plataforma de docencia virtual de la Universidad de La Laguna (<http://campusvirtual.ull.es>).

Por otro lado, se manejarán informes oficiales de organismos oficiales como la EU, UN, OMS, UNWTO, UNESCO, etc.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

El procedimiento de evaluación se rige por el vigente Reglamento de Evaluación y Calificación de la ULL y lo dispuesto en la Memoria de Modificación del Grado de Matemáticas (febrero de 2019).

**En la primera convocatoria**, la adquisición de conocimientos y competencias se verificará mediante dos modalidades de evaluación: continua o única. Todo el alumnado está sujeto a evaluación continua, salvo quienes se acojan a la evaluación única. Para que el estudiante pueda optar a la evaluación única deberá comunicarlo a través del procedimiento habilitado en el aula virtual de la asignatura antes de la finalización del periodo de docencia del segundo cuatrimestre.

**Modalidad evaluación continua (EC):** Consta de las siguientes actividades que se puntúan cada una en el rango de 0 a 10 puntos.

- **Cuestionarios telemáticos:** Un cuestionario tipo test (4-6 preguntas ordenadas aleatoriamente, de respuesta corta o multi-choice) que se pasará al término de la impartición de los temas o bloques de temas, según sea conveniente.  
Se realizarán, dependiendo de su estructura, bien en la misma clase desde el aula virtual, usando sus dispositivos portátiles (móviles, tablets u ordenadores), o bien se habilitará un periodo de tiempo para su realización desde cualquier ubicación. En cada cuestionario se indicará qué material podrá utilizarse para su resolución.  
Algunos cuestionarios podrán tener penalización en sus respuestas erróneas.  
Para calificar esta actividad, deben haberse realizado el 100% de los cuestionarios.  
Se tomará la media de todos los cuestionarios. Si la nota de esta media supera el 4, su ponderación sobre la calificación final de la asignatura será del **30%**. En caso contrario se considerará como no superada esta parte.
- **Actividades de desarrollo:** En cada Bloque temático se propondrá una actividad relacionada con los contenidos vistos que tendrán la estructura de proyecto donde se tenga que recopilar información de diferentes fuentes, analizar artículos científicos de áreas de aplicación de los modelos matemáticos estudiados, comparar y diferenciar métodos, y hacer una propuesta de desarrollo de un modelo si se dan las circunstancias para el mismo, ejecución de tareas reales y/o simuladas, etc.  
Estos proyectos se deberán realizar en grupo (no menos de tres miembros. y máximo de cuatro miembros)  
Los proyectos podrán tener incorporados problemas más teóricos que ayuden a determinar el modelo matemático que se utiliza en la aplicación que se estudie.  
Los proyectos tendrán que ser presentados en formatos a determinar según la temática del proyecto: en clase, con la grabación de una pílora multimedia, la elaboración de una presentación digital, una infografía, etc.  
Para calificar esta actividad, deben haberse realizado el 100% de los proyectos.  
Se tomará la media de todos los proyectos. Si la nota de esta media supera el 4, su ponderación sobre la calificación final de la asignatura será del **45%**. En caso contrario se considerará como no superada esta parte.

Estas dos calificaciones se mantendrán válidas en todas las convocatorias del curso (Mayo y Junio-Julio). Se considerará agotada la convocatoria cuando el alumno haya aprobado tras la realización de todas estas actividades o bien se presente a la prueba final escrita que se describe a continuación. En caso contrario se considerará "No presentado".

- **Prueba final escrita:** Pondera un 25% en la calificación final y evaluará los contenidos del curso que no hayan podido ser evaluados con las actividades anteriores, principalmente los últimos temas del curso. Será una prueba escrita con los materiales de clase disponibles para su realización. Esta prueba tiene carácter opcional para los alumnos que hayan conseguido aprobar la asignatura con las pruebas de la EC anteriores (obtendrían como máximo un 7.5 de nota).  
Esta prueba se realizará en la fecha asignada por el Centro para la evaluación única de la primera convocatoria.  
Todo alumno que tenga algún bloque temático no superado, tendrá opción de recuperar dicho bloque en esta fecha.

En el aula virtual de la asignatura, así como en las horas de clase, se aportará toda la información necesaria para afrontar con éxito cada una de las pruebas.

**Modalidad evaluación única (EU):** Consta de una única prueba escrita teórico/práctica de todo el temario de la asignatura, con una ponderación del 100% en la calificación final. Se realizará el día, fecha y hora que el Centro le ha asignado dentro del periodo oficial destinado a la evaluación única. Combinará pruebas de desarrollo teórico y práctico de los contenidos del curso.

**En la segunda convocatoria**, los alumnos que optaron por la modalidad continua, tienen la opción de recuperar la parte no superada. En todo caso, todos los alumnos tienen la opción de superar la asignatura por la modalidad de examen único. Se realizarán el día, fecha y hora que el Centro le ha asignado dentro del periodo oficial destinado a las dos evaluaciones de la segunda convocatoria.

**IMPORTANTE:** El alumnado que se encuentre en la quinta o posteriores convocatorias y desee ser evaluado por un Tribunal, deberá presentar una solicitud a través del procedimiento habilitado en la sede electrónica, dirigida a la Decana de Ciencias. Dicha solicitud deberá realizarse con una antelación mínima de diez días hábiles al comienzo del periodo de exámenes.

### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]	<b>Modalidad evaluación continua (EC):</b> Prueba final escrita	25,00 %
Pruebas de respuesta corta	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]	<b>Modalidad evaluación continua (EC):</b> Cuestionarios telemáticos  <b>Modalidad evaluación única (EU):</b> Consta de una única prueba escrita teórico/práctica de todo el temario de la asignatura, con una ponderación del 20% en la calificación final. Se realizará el día, fecha y hora que el Centro le ha asignado dentro del periodo oficial destinado a la evaluación única.	30,00 %
Pruebas de desarrollo	[CE8], [CE7], [CE6], [CB3], [CG4], [CG3], [CG2]	<b>Modalidad evaluación continua (EC):</b> Actividades de desarrollo y proyectos  <b>Modalidad evaluación única (EU):</b> Consta de una única prueba escrita teórico/práctica de todo el temario de la asignatura, con una ponderación del 80% en la calificación final. Se realizará el día, fecha y hora que el Centro le ha asignado dentro del periodo oficial destinado a la evaluación única.	45,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

Saber construir y resolver sistemas de ecuaciones diferenciales y en diferencias en la modelización de problemas de las ciencias aplicadas.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

La asignatura consta de las siguientes horas de clase  
- 30 horas de clases de teoría.  
- 27 horas de clases de prácticas de aula.

\* La distribución de los temas y de las actividades de enseñanza aprendizaje por semana es orientativo, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Tema 1	0,5 hora de presentación de la asignatura y 3.5 hora de clases teóricas del Tema 1	4.00	4.00	8.00
Semana 2:	Tema 1 y Tema 2	1 hora de clase teórica y 1 hora de resolución de problemas del Tema 1 1 hora de clase teórica y 1 horas de resolución de problemas del Tema 2	4.00	5.00	9.00
Semana 3:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas Propuesta de Proyecto 1 Prueba telemática en una de las horas de problemas	4.00	5.00	9.00
Semana 4:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas Prueba telemática en horario de trabajo autónomo	4.00	6.00	10.00
Semana 5:	Tema 3 y Tema 4	1 hora de clase teórica y 1 horas de resolución de problemas del Tema 3. 1 hora de clase teórica del Tema 4.	3.00	4.00	7.00
Semana 6:	Tema 4	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas Propuesta de Proyecto 2	4.00	6.00	10.00
Semana 7:	Tema 4	2 hora de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas Prueba telemática en horario de resolución de problemas	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	Tema 5	1 hora de clase teórica y 2 horas de resolución de problemas	3.00	4.00	7.00
Semana 9:	Tema 5	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas	4.00	5.00	9.00
Semana 10:	Tema 6	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas Prueba telemática en horario de trabajo autónomo	4.00	5.00	9.00

Semana 11:	Tema 6	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas Propuesta de Proyecto 3	4.00	4.00	8.00
Semana 12:	Tema 6	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas Prueba telemática en horario de trabajo autónomo	4.00	7.00	11.00
Semana 13:	Tema 7	1 hora de clase teórica y 2 horas de resolución de problemas Prueba telemática en horario de trabajo autónomo Propuesta de Proyecto 4	3.00	5.00	8.00
Semana 14:	Tema 7	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas	4.00	8.00	12.00
Semana 15:	Tema 7	2 horas de clases teóricas y 2 horas de resolución de problemas	4.00	6.00	10.00
Semana 16 a 18:		Preparación y realización de exámenes	3.00	10.00	13.00
Total			60.00	90.00	150.00