

TEORÍA DE LA MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN MATEMÁTICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	305875	Plan	2020	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Ángel María Martín del Rey	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Despacho nº 2, Departamento de Matemática Aplicada		
Horario de tutorías	6 horas semanales a convenir con los alumnos		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55994/detalle		
E-mail	delrey@usal.es	Teléfono	923294500, ext. 1575

Profesor Coordinador	Miguel Ángel González León	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho	Despacho 3.3		
Horario de tutorías	6 horas semanales a convenir con los alumnos		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56821/detalle		
E-mail	magleon@usal.es	Teléfono	923 294 500 Ext: 1341

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. En particular es recomendable tener conocimientos básicos sobre ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales, así como del software científico Mathematica. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

3.- Objetivos de la asignatura
• Describir la estructura fundamental general de los Modelos Matemáticos. • Desarrollar las diferentes fases de la creación de un modelo matemático en diferentes aplicaciones. • Demostrar el manejo de las técnicas matemáticas básicas involucradas en el desarrollo de un modelo matemático. • Determinar las técnicas y lenguajes de programación apropiados para la simulación de fenómenos y procesos en distintos campos. • Evaluar la eficacia e idoneidad de un modelo matemático según las características del proceso o fenómeno a describir. • Diseñar y programar el algoritmo de un modelo matemático sencillo utilizando un lenguaje de programación apropiado.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un	4.1: Conocimientos:

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	4.2: Habilidades:
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
Contenidos de naturaleza eminentemente teórica: • Tema 1: Fundamentos y fases del diseño de modelos matemáticos. • Tema 2: Tipos de modelos matemáticos. Ejemplos ilustrativos. • Tema 3: Fundamentos y técnicas matemáticas empleadas en el diseño de los diferentes tipos de modelos. • Tema 4: Epidemiología Matemática • Tema 5: Estudio cualitativo de los sistemas de ecuaciones diferenciales Contenidos de naturaleza eminentemente práctica: • Tema 6: Técnicas de programación avanzada orientada a la modelización y simulación • Tema 7: Implementación computacional de modelos matemáticos en distintas áreas. Ejemplos ilustrativos basados en casos reales.

6.- Metodologías docentes
Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se

concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		18		26	44
Prácticas	- En aula	7		14	21
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	10		10	20
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		10		20	30
Exposiciones y debates		3		15	18
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		15	17
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		50		100	150

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- D.R. Shier, K.T. Wallenius, Applied Mathematical Modeling. A Multidisciplinary Approach, Chapman & Hall/CRC, 1999.

- L.G. Birta, G. Arbez, Modelling and Simulation. Exploring Dynamic System Behaviour, Springer-Verlag, London, 2007.

- M. Martcheva, An Introduction to Mathematical Epidemiology, Texts in Applied Mathematics vol. 61, Springer Science+Business Media, New York, 2015.

- J.G. Sánchez León. Mathematica Beyond Mathematics: The Wolfram Language in the Real World. Chapman and Hall/CRC.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- Tanto en la presentación de los trabajos como de las prácticas de ordenador, la ponderación mínima será del 40% y la máxima del 60%

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.
- Resolución de cuestiones planteadas por los profesores en clase.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Resolución por parte de los alumnos de cuestiones planteadas por los profesores en clase.

Se recomienda:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Finalmente, y en lo relativo a la recuperación, se recomienda asistir a una tutoría personalizada con los profesores de la asignatura para aquellos alumnos que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso

MÉTODOS AVANZADOS EN ECUACIONES DIFERENCIALES Y MODELIZACIÓN

1.- Datos de la Asignatura

Código	305876	Plan	2020	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	1C
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma virtual	Stodium				

1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ricardo José Alonso Blanco	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3304 (Edificio de la Merced)		
Horario de tutorías	L, M, X, J de 10:00 a 11:00		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57015/detalle		
E-mail	ricardo@usal.es	Teléfono	923294400 ext 1558

1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Mercedes Maldonado Cordero	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3303 (Edificio de la Merced)		
Horario de tutorías	L, M,X,J de 13:00 a 14:00		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56818/detalle		
E-mail	cordero@usal.es	Teléfono	923294400 ext 1564

2.- Recomendaciones previas

Conocimientos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Sistemas de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Topología. Sucesiones y series de funciones. Espacios de Banach y de Hilbert. Espacios de funciones.

3.- Objetivos de la asignatura

- Describir modelos matemáticos deterministas y clasificar sus soluciones en función de la

estabilidad.

- Identificar los problemas clásicos del cálculo en variaciones.
- Aplicar el concepto de distribución en distintos campos científicos.
- Resolver problemas de contorno mediante la teoría de espacios de Sobolev

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias *Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021*

Resultados de aprendizaje *Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021*

4.1: Competencias Básicas:

4.1: Conocimientos:

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. Los estudiantes sabrán 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

CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.

CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.

CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.

4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	4.2: Habilidades:
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario) <i>Indique los contenidos preferiblemente estructurados en Teóricos y Prácticos. Se pueden distribuir en bloques, módulos, temas o unidades.</i> - Ecuaciones diferenciales. Modelización. - Teoría de la estabilidad. - Cálculo variacional. - Teoría de distribuciones. - Espacios de Sobolev.
--

6.- Metodologías docentes <i>Explique las metodologías docentes tomando como referencia las que aparecen en la Memoria Verificada de la titulación, y en la tabla siguiente.</i> Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan

en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		25		35	60
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		16		44	60
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		6		12	18
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		9	12
TOTAL		50		100	150

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

- Arnold, Ordinary differential equations, Springer-Verlag, 1992.
- Brezis, H., Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations, Springer, 2011.
- Gelfand and Fomin, Calculus of variations, Dover, 2000.
- Hirsch and Smale, Differential equations, dynamical systems and linear algebra, Academic Press, 1974 (hay versión en español en Alianza Editorial).
- Renardy and Rogers, An introduction to partial differential equations, Springer-Verlag, 2004.

8.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben apreciar si se han adquirido las competencias o

resultados de aprendizaje descritos en el apartado 3.

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación en las actividades docentes.

8.2: Sistemas de evaluación:

Participación en actividades presenciales	3 puntos
Presentación de 2 trabajos escritos	6 puntos
Exposición y defensa de los trabajos	1 punto

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Realizar las actividades sugeridas por el profesor.

Participar en todas las actividades docentes.

El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

9.- Organización docente semanal

MÉTODOS NUMÉRICOS AVANZADOS EN EDPS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305877	Plan	2020	ECTS	4.5
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	M ^a Isabel Asensio Sevilla	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Casas del Parque 2, nº 5		
Horario de tutorías	Previa petición por mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56727/detalle		
E-mail	mas@usal.es	Teléfono	Ext. 1578

1.2.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	José Manuel Cascón Barbero	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos del Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía e Historia		
Despacho	Paseo Francisco Tomas y Valiente, 37007, nº 226		
Horario de tutorías	Previa petición por mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55872/detalle		
E-mail	casbar@usal.es	Teléfono	Ext. 6724

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. En particular es recomendable tener conocimientos básicos sobre ecuaciones en derivadas parciales, análisis funcional y métodos numéricos.

3.- Objetivos de la asignatura

- Describir los conceptos generales sobre resolución numérica de EDP.
- Explicar los elementos básicos de análisis funcional necesarios para la aplicación del Método de Elementos Finitos (MEF).
- Explicar la formulación variacional abstracta de problemas elípticos.
- Explicar la aproximación variacional abstracta de problemas elípticos para distintos tipos de elementos finitos.
- Demostrar el manejo de los resultados básicos del análisis numérico del MEF para problemas elípticos.
- Aplicar el MEF a otro tipo de problemas: parabólicos, punto silla, no lineales.
- Aplicar las técnicas de adaptatividad y estabilización.
- Diseñar e implementar en FreeFEM la solución mediante el MEF de problemas basados en EDP.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: Competencias Básicas: CB7. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	4.1: Conocimientos:
4.2: Competencias Específicas: CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados	4.2: Habilidades:

en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)

Contenidos teórico-prácticos

TEMA 1. Elementos de Análisis Funcional Teoría de distribuciones. Espacios de Sobolev. Propiedades. Espacios H^1 y H^1_0 . Teorema de la traza y aplicaciones.

TEMA 2. Formulación variacional: Marco variacional abstracto. Operadores coercivos/elípticos: Lax-Migran. Operadores lineales invertibles: Teoría Inf-sup. Operadores elípticos de segundo orden. Ejemplos: Poisson, Biarmónico, Eddy Current (Maxell), Stokes, Elasticidad

TEMA 3. Aproximación numérica mediante el Método de Elementos Finitos (FEM). Diseño y estimación a-priori Método de Petrov-Galerkin. Elemento Finito. Elementos de Lagrange. Construcción de subespacios de H^1 . Interpolación en espacios de Sobolev. Estimación a-priori de problemas elípticos.

TEMA 4. Programación del FEM Problema modelo. Estructura de datos. Matrices elementales y ensamblaje. Resolución del sistema. Postproceso y representación gráfica. Análisis del error.

TEMA 5. Adaptatividad. AFEM Refinamiento por bisección. Aproximaciones adaptativas. Estimación a-posteriori. Algoritmo AFEM. Convergencia. Optimalidad.

TEMA 6. Aproximación de problemas parabólicos e hiperbólicos Ecuación del calor. Problemas parabólicos abstractos. Semidiscretización. Discretización total. Ecuación de ondas. Semidiscretización. Discretización total. Método de Newmark.

Contenidos prácticos

FreeFEM
MatLab

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de problemas derivados mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos,

así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.

- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		9		18	27
Prácticas	- En aula	9		18	27
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	10		10	20
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		5		10	15
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		10	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		9.5	11.5
TOTAL		37		75.5	112,5

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

En el repositorio institucional de la Universidad los alumnos tienen a su disposición los siguientes apuntes:

- Ferragut L., Asensio M.I., Métodos Numéricos avanzados para Ecuaciones en Derivadas Parciales. El método de elementos finitos. <http://hdl.handle.net/10366/147493>

En el servicio de bibliotecas de la Universidad, ya sea mediante préstamo bibliotecario o vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc), se recomienda los siguiente libros:

- Johnson C. Numerical solutions of partial differential equations by the Finite Element Method. Ed. Cambridge University Press,1990
- Raviart P.A., Thomas, J.M., Introduction a l'analyse numérique des equations aux dérivées partielles. Ed Masson, 1985
- Ciarlet P.G., The Finite Element Method for elliptic problems. Ed North Holland,1980
- Nochetto, R.H., Siebert, K.G., Veeser A. Theory of adaptive finite element methods: An Introduction, pp. 409-542. In Multiscale, Nonlinear and Adaptive Approximation. Editors: R. DeVore and A. Kunoth. Angela Kunoth. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009
- Brenner, S., Scott, L.R., The Mathematical Analysis of Finite Element Methods, Springer Verlag, 1994.
- M. Ainsworth and J.T. Oden. A Posteriori Error Estimation in Finite Element Analysis, volume 142. Wiley, 1997.
- R. Verfürth. A Review of a Posteriori Error Estimation and Adaptive Mesh-Refinement techniques. Advances in numerical mathematics. Wiley-Teubner, 1996.

Otros recursos online recomendados son:

- <https://freefem.org/>

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- Se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados.
- En las prácticas de ordenador se valorará la eficiencia de los códigos, y la correcta interpretación de los resultados.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos.
- (30%) Entrega de actividades teóricas y prácticas. Las actividades teóricas tendrán por objetivo la obtención de la formulación variacional de una EDPs, demostración de simples resultados (existencia, unicidad) y/o búsquedas bibliográficas. Las actividades prácticas consistirán en modificaciones de las tareas realizadas en clase (Freefem, Matlab)
- (20%) Control de elección múltiple.
- (50%) Presentación y exposición de un proyecto. Este trabajo consistirá en la descripción de un modelo fisicomatemático basado en EDPs, su formulación variacional, su discretización con FEM y su aproximación numérica con FreeFem. Se realizará una exposición pública.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- Realización de las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participación en todas las actividades docentes.
- Uso de las tutorías.
- Examinar las correcciones de las pruebas de evaluación.
- Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria.

9.- Organización docente semanal

La organización semanal dependerá del horario que se establezca a principio de curso.

MODELOS PROBABILÍSTICOS Y ESTADÍSTICOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305878	Plan	2020	ECTS	4.5
Carácter	OBLIGATORIO	Curso	1	Periodicidad	SEMESTRAL
Idioma de impartición asignatura					
Área	ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA				
Departamento	ESTADÍSTICA				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	JUAN MANUEL RODRÍGUEZ DÍAZ	Grupo / s	
Departamento	ESTADISTICA		
Área	ESTADISTICA E INVESTIGACION OPERATIVA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	Edif. Ciencias D1513		
Horario de tutorías	A convenir con el alumno		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55982/detalle		
E-mail	juanmrod@usal.es	Teléfono	923 294500 est. 6992

Profesor	MIGUEL RODRÍGUEZ ROSA	Grupo / s	Todos
Departamento	ESTADÍSTICA		
Área	ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	Edif. Ciencias D1102		
Horario de tutorías	A convenir con el alumno		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/117804/detalle		
E-mail	miguel_rosa90@usal.es	Teléfono	670621216

2.- Recomendaciones previas

Se recomienda tener conocimientos básicos de cálculo de probabilidades y estadística matemática.

3.- Objetivos de la asignatura
- Identificar y describir nociones sobre variables y vectores aleatorios, conocer las distribuciones de probabilidad básicas discretas y continuas y hallar distribuciones de variables resultantes de la transformación de otras variables conocidas. - Identificar y aplicar las cadenas de Markov y hallar las distribuciones asociadas a una cadena de Markov homogénea. - Identificar y aplicar los diferentes tipos de modelos lineales. - Aplicar los principales métodos de análisis de la varianza. - Identificar los modelos de regresión más adecuados al tipo de datos a estudiar

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: Competencias Básicas: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG4, CG5	4.1: Conocimientos:
4.2: Competencias Específicas: CE1, CE2, CE3, CE5	4.2: Habilidades:
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
-Variables y Vectores aleatorios. Distribuciones usuales.Transformaciones de variables. - Procesos estocásticos. Cadenas de Markov. Distribuciones y Comportamiento de una cadena de Markov. - Revisión. Modelo lineal general. ANOVA con factores fijos. Modelos con efectos aleatorios. - Modelo general de regresión. Regresión lineal simple. Regresión lineal múltiple. Análisis de la Covarianza.

6.- Metodologías docentes
• Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos. • Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación. • Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos. • Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes				
		Horas dirigidas por el profesor		HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.	
Sesiones magistrales		27		48
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática	3		3
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios		5		10
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				10.5
Otras actividades (detallar)				
Exámenes		2		4
TOTAL		37		75.5

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo
• WALPOLE, MYERS and MYERS (1999): "Probabilidad y Estadística para Ingenieros". Prentice Hall. • LIPSCHUTZ (2001): "Probabilidad". Ed. Mc Graw-Hill • PROCESOS ESTOCASTICOS (GRADO). RICARDO VELEZ IBARROLA Y TOMÁS PRIETO RUMEAU. (2013). Editorial: UNED. • BHARUCHA-REID, A.T. (1997). Elements of the Theory of Markov Processes and their Applications. (Dover books on mathematics). Courier Corporation. • DEGROOT M.H. (1988): "Probabilidad y Estadística". Addison-Wesley Iberoamericana. México. • MONTGOMERY, PECK y VINING (2001): "Introduction to Linear Regression Analysis". Wiley. • PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA, D. (1992): "Estadística, Modelos y Métodos: Vols. 1 y 2". Alianza Editorial. Madrid. Material proporcionado por los profesores en la plataforma Studium

8.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben apreciar si se han adquirido las competencias o resultados de aprendizaje descritos en el apartado 3.

8.1: Criterios de evaluación:

Instrumento	Peso mín.	Peso máx.
Presentación de trabajos	100	100

8.2: Sistemas de evaluación:

La evaluación se realizará mediante la propuesta de trabajos generales e individuales que los estudiantes tendrán que entregar en la plataforma Studium, y en ocasiones defender ante los profesores.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Recomendaciones para la evaluación.

Se recomienda la asistencia y participación activa en las clases. También se recomienda el uso de las tutorías siempre que sea necesario

Recomendaciones para la recuperación.

Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura. Se realizará un examen de recuperación en la fecha prevista en la planificación docente.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA

1.- Datos de la Asignatura

Código	305879	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Luis Manuel Navas Vicente	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M2320 (Edificio de la Merced)		
Horario de tutorías	L-M-X-J de 14:00-15:00, V 12:00-14:00		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56629/publicaciones		
E-mail	navas@usal.es	Teléfono	923294400 ext.4946

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas

Es recomendable un buen conocimiento de los resultados teóricos y prácticos del Análisis Matemático en una variable, incluyendo: límites, sucesiones y series, Cálculo Diferencial y Cálculo Integral. Para los aspectos más avanzados, será de gran ayuda haber cursado una asignatura básica de Topología que incluyera la teoría de espacios métricos. En general, se requieren conocimientos básicos matemáticos impartidos en cualquier grado técnico: Análisis Matemático, Álgebra Lineal y Geometría. Asimismo, será útil la familiaridad con algún lenguaje de programación como Python y con software de computación simbólica como *Mathematica*.

3.- Objetivos de la asignatura

- Aprender la terminología básica de los sistemas dinámicos discretos.
- Entender los fenómenos principales asociados a los sistemas dinámicos discretos.
- Construir sistemas dinámicos discretos.
- Analizar sistemas dinámicos no vistos anteriormente.
- Modelar sistemas dinámicos discretos por ordenador.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
---	---

4.1: Competencias Básicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	4.1: Conocimientos:
4.2: Competencias Específicas: 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. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico.	4.2: Habilidades:

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.3: Competencias Transversales: Instrumentales: • Capacidad de organizar. • Planteamiento de estrategias de solución. de problemas. • Habilidad para analizar información desde fuente diversas. Interpersonales: • Comunicación de conceptos abstractos. • Argumentación racional. • Capacidad de aprendizaje.	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
<i>Indique los contenidos preferiblemente estructurados en Teóricos y Prácticos. Se pueden distribuir en bloques, módulos, temas o unidades.</i> Contenidos teóricos: Teoría general de los sistemas dinámicos discretos, utilizando conceptos de varias ramas de las Matemáticas, incluyendo el Álgebra, Análisis y Topología. 1. Acciones de semigrupos, discretización, sistemas dinámicos discretos como acciones de N. 2. Puntos fijos, periódicos, preperiódicos. Aritmética de periodos. Ciclos límite periódicos. Funciones de altura. 3. Dinámica topológica. Teorema de la aplicación contractiva. Atractores y repulsores topológicos y métricos. Multiplicador de un punto fijo. Sistemas dinámicos discretos sobre R. 4. Conjugación y semiconjugación. 5. Sistemas caóticos, dependencia sensible a las condiciones iniciales, transitividad topológica. Contenidos prácticos: Consisten en el estudio detallado de ciertos sistemas dinámicos discretos apoyándose en experimentos realizados por ordenador. 1. Sistemas dinámicos discretos sobre conjuntos finitos.

2. Rotaciones del círculo.
3. El juego de la vida de Conway
4. El problema de Collatz
5. Sucesiones de Ducci.
6. La aplicación duplicadora. Clasificación de los puntos preperiódicos. Relación con la aritmética.
7. La aplicación logística discreta. Análisis de puntos fijos, ciclos, bifurcaciones.

6.- Metodologías docentes

Explique las metodologías docentes tomando como referencia las que aparecen en la Memoria Verificada de la titulación, y en la tabla siguiente.

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.

Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		12		18	30
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	6		6	12
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		4		8	12
Exposiciones y debates		3		9	12
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		0		9	9
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

1. Marcel Ausloos and Michel Dirickx, *The logistic map and the route to chaos: From the beginnings to modern applications*, Springer Science & Business Media, 2006
2. Robert L. Devaney, *An introduction to chaotic dynamical systems*, 2nd edition, Addison-Wesley, 1989.
3. Robert L. Devaney, *A first course in chaotic dynamical systems: Theory and experiment*, Addison-Wesley, 1992.
4. Richard A. Holmgren, *A first course in discrete dynamical systems*, Springer Science & Business Media, 2012.
5. G.C. Layek, *An introduction to dynamical systems and chaos*, Springer, 2015.
6. Edward Lorenz, *The butterfly effect*, World Scientific Series on Nonlinear Science Series A 39 (2000), 91–94.
7. Robert M. May, *Simple mathematical models with very complicated dynamics*, Nature 261 (1976), no. 5560, 459.
8. Adilson E. Motter and David K. Campbell, *Chaos at Fifty*, Physics Today 66 (2013), no. 5, 27.
9. Steven H. Strogatz, *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*, Addison-Wesley, 1994.

8.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben apreciar si se han adquirido las competencias o resultados de aprendizaje descritos en el apartado 3.

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- Tanto la participación en actividades presenciales como la presentación y exposición de trabajos tendrán una ponderación mínima del 30% y máxima del 50%.
- La presentación y exposición de los ejercicios y problemas tendrán una ponderación mínima del 10% y máxima del 30%.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de ejercicios y problemas.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- Pedir tutorías para resolver dudas acerca de los contenidos y trabajos.
- Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso

SISTEMAS INTEGRABLES

1.- Datos de la Asignatura

Código	305880	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Miguel Ángel González León	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho	3.3		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 12:00 a 13:30		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56821/detalle		
E-mail	magleon@usal.es	Teléfono	1341

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. En particular es recomendable tener conocimientos sobre ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales.

3.- Objetivos de la asignatura

- Describir los diferentes conceptos de integrabilidad en sistemas dinámicos y particularmente de los sistemas Hamiltonianos.
- Demostrar el manejo de los métodos matemáticos pertinentes en los sistemas Hamiltonianos finito dimensionales.
- Aplicar el análisis de integrabilidad en sistemas Hamiltonianos infinito dimensionales concretos.
- Aplicar el Método del Scattering Inverso a modelos sencillos.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: Competencias Básicas:	4.1: Conocimientos:

Competencias básicas: CB6, CB7, CB9, CB10. Competencias generales: CG1, CG4, CG5. 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. Los estudiantes sabrán 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. CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: Competencias específicas: CE1, CE2, CE4 CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático	4.2: Habilidades:
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

Tema 1. Introducción a los diferentes conceptos de integrabilidad en sistemas dinámicos.

Tema 2. Sistemas dinámicos Hamiltonianos finito dimensionales.

Tema 3. Sistemas dinámicos Hamiltonianos infinito dimensionales.

Tema 4. Ondas Solitarias y Solitones.

Tema 5. Introducción al Método del Scattering Inverso.

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		9		17	26
Prácticas	- En aula	9		17	26
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	3		3	6
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		4		4	8
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		6	7
Otras actividades (detallar)					

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

Exámenes				
TOTAL	25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en la plataforma Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc)

Se recomiendan como referencias generales para la asignatura los siguientes textos:

- A. Das, "Integrable Models". World Scientific 1989
- M. Dunajski, "Integrable Systems" (Lecture Notes University of Cambridge) 2012.
https://www.damtp.cam.ac.uk/user/md327/ISlecture_notes_2012.pdf
- Drazin, P. G., & Johnson, R. S. "Solitons: an introduction". Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- A.M. Perelomov, "Integrable Systems of Classical Mechanics and Lie Algebras Volume I", Birkhäuser Basel, 1990.
- M. Tabor, "Chaos and Integrability in Nonlinear Dynamics: An Introduction", John Wiley and Sons, New York 1989.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados, así como la iniciativa y originalidad a la hora de resolver dichos problemas. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.

Se valorará la participación activa en las actividades docentes.

8.2: Sistemas de evaluación:

Presentación y exposición de trabajos. Prueba presencial de teoría y/o problemas.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Se recomienda a los alumnos:

- Realizar las actividades propuestas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria se recomienda asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

<i>Complete este apartado si es preciso</i>

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN MODELIZACIÓN MATEMÁTICA EN EL ÁREA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA

1.- Datos de la Asignatura					
Código	305881	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativo	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Didáctica de la Matemática				
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	José María Chamoso Sánchez	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de la Matemática		
Centro	Facultad de Educación		
Despacho	72		
Horario de tutorías	Por determinar. Contactar por correo electrónico.		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56540/detalle		
E-mail	jchamoso@usal.es	Teléfono	923294500 EXT. 3469

Profesor Coordinador	María José Cáceres García	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de la Matemática		
Centro	Facultad de Ciencias de la Educación		
Despacho	210		
Horario de tutorías	Por determinar. Contactar por correo electrónico.		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57388/detalle		
E-mail	majocac@usal.es	Teléfono	923294500 EXT 3735

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. Se aconseja cursar la asignatura Enseñanza/Aprendizaje de la modelización matemática. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

3.- Objetivos de la asignatura	
• Identificar la estructura de una investigación educativa. • Analizar investigaciones en modelización matemática en educación. • Plantear una investigación en educación matemática sobre modelización matemática • Reflexionar sobre el propio aprendizaje en investigación en modelización matemática	
4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.	4.1: Conocimientos:
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el	4.2: Habilidades:

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)

Contenidos de naturaleza teórica

Tema 1. La modelización matemática en educación: problemas de investigación

Tema 2. Estado del arte de la investigación sobre modelización matemática en educación.

Tema 3. Líneas de investigación sobre la modelización matemática en educación.

Tema 4. Tipos de datos en la investigación sobre la enseñanza, el aprendizaje o la formación de profesores en lo que concierne a la utilización de la modelización matemática en educación.

Contenidos de naturaleza eminentemente práctica:

Tema 5. Herramientas en la investigación sobre la modelización matemática en educación.

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		4		8	12
Prácticas	- En aula	6		12	18

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios	6		10	16	
Exposiciones y debates	3		10	13	
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos	6		10	16	
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL	25		50	75	

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Libros de consulta para el alumno

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Borromeo-Ferri, R. (2018) Learning how to teach mathematical modelling in school and Teacher Education. Springer. <https://link-springer-com.ezproxy.usal.es/book/10.1007%2F978-3-319-68072-9>
- Maaß, J.; O'Meara, N.; Johnson, P. y O'Donoghue, (2018) Mathematical Modelling for Teachers: A practical guide for applicable Mathematics Education. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-00431-6>
- Stillman, G. A. y Brown, J.P. (2019) Lines of inquiry in Mathematical Modelling Research in Education. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-14931-4>
- Stillman, G. A., Blum, W., & Biembengut, M. S. (2015). Mathematical modelling in education research and practice. Springer. <https://www.morawa.at/annotstream/2244008942728/PDF/Stillman-Gloria-Ann/Mathematical-Modelling-in-Education-Research-and-Practice.pdf>
- Upmeyer zu Belzen, A., Krüger, D., & van Driel, J (Eds.) (2019). Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education. Springer. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-30255-9.pdf>

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- Journal of mathematical modelling and application. <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/modelling/index>
- Modelling in Science Education and Learning. <https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/index>

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Participación en las tareas desarrolladas durante las sesiones.
- Calidad en el desarrollo de cada apartado en el planteamiento de una investigación en educación matemática sobre modelización matemática (justificación del problema de

investigación, adecuación del marco teórico, redacción de objetivos abordables, selección de métodos y herramientas para el análisis de datos).

- Calidad de las exposiciones de los trabajos (formato, desarrollo del contenido, comunicación, respuesta a preguntas).

8.2: Sistemas de evaluación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Recomendaciones para la evaluación.

- Asistir a las sesiones y actividades docentes
- Realizar las diversas tareas planteadas por el profesorado

Recomendaciones para la recuperación.

Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	305882	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Didáctica de la Matemática				
Departamento	Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	M. Mercedes Rodríguez Sánchez	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de la Matemática		
Centro	Facultad de Educación		
Despacho	61, Edificio Europa		
Horario de tutorías	Por determinar. Contactar por correo electrónico.		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55889/detalle		
E-mail	meros@usal.es	Teléfono	923294500 EXT. 3468

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

3.- Objetivos de la asignatura

- Conceptualizar la modelización matemática en el ámbito educativo.
- Describir los diferentes ciclos de modelización matemática.
- Valorar la modelización como una competencia esencial en la formación matemática básica.
- Identificar situaciones de modelización matemática que se puedan transferir a la enseñanza de la matemática.
- Discriminar entre diferentes tipos de tareas de modelización.
- Diseñar situaciones de modelización matemática para los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Analizar el papel de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la modelización.
- Caracterizar la evaluación en la adquisición de la competencia de modelización.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.	4.1: Conocimientos:
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	4.2: Habilidades:
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)

En cada tema se combinarán contenidos teóricos con otros de índole práctica

Tema 1: Concepto de modelo y de modelización.

Tema 2: La noción de competencia. Competencia de modelización. Subcompetencias.

Objetivos. Por qué introducir la modelización en las aulas

Tema 3: Ciclos de modelización.

Tema 4: Tipos de tareas de modelización.

Tema 5: El proceso de resolución de una tarea de modelización.

Tema 6: Los problemas de Fermi.

Tema 7: Diseño de tareas de modelización.

Tema 8: Métodos de enseñanza de la modelización.

Tema 9: Uso de las tecnologías en el aula.

Tema 10: Diagnóstico y evaluación de la competencia de modelización.

Tema 11: El proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas mediante proyectos de modelización.

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		5		10	15
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		6		10	16
Exposiciones y debates		3		10	13
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		6		10	16
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Borromeo-Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modelling in school and Teacher Education*. Springer.
<https://link.springer-com.ezproxy.usal.es/book/10.1007%2F978-3-319-68072-9>
- Galbraith, P. y Holton, D. (2018). *Mathematical Modelling - A guide for teachers and teams*. ACER and IM2C.
<https://www.immchallenge.org.au/files/IM2C-Teacher-and-student-guide-to-mathematical-modelling.pdf>
- Greefrath, G. y Vorhölter, K. (2016). *Teaching and learning Mathematical Modelling: Approaches and Developments from German Countries*. ICME13 Topical Surveys. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-45004-9>
- Maaß, J.; O'Meara, N.; Johnson, P. y O'Donoghue, (2018). *Mathematical Modelling for Teachers: A practical guide for applicable Mathematics Education*. Springer.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-00431-6>
- Stillman, G. A. y Brown, J.P. (2019). *Lines of inquiry in Mathematical Modelling Research in Education*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-14931-4>

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- Journal of mathematical modelling and application
<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/modelling/index>
- Modelling in Science Education and Learning
<https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/index>
- <https://www.immchallenge.org.au/>

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La ponderación de cada una de las pruebas se realizará en los siguientes rangos: los trabajos entre el 50% y el 60%, las prácticas entre el 20% y el 30% y la participación entre el 10 y el 20%.

8.2: Sistemas de evaluación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos.
- Presentación y exposición de tareas prácticas. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individual o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Recomendaciones para la evaluación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación:

- Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS AVANZADAS PARA LA MODELIZACIÓN

1.- Datos de la Asignatura					
Código	305883	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial				
Departamento	Informática y Automática				
Plataforma virtual	https://studium24.usal.es/				

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Alfonso González Briones	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	F3012		
Horario de tutorías	Cita previa (email)		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/148408/detalle		
E-mail	alfonsogb@usal.es	Teléfono	Ext. 5479

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas
Los alumnos deberán tener conocimientos previos básicos de programación.

3.- Objetivos de la asignatura
- Demostrar el manejo del uso de Phytón en la programación orientada a la ciencia de datos. - Desarrollar e implementar modelos matemáticos mediante el uso de Phytón. - Empleo de Herramientas de IA para el análisis de datos.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios	4.1: Conocimientos:

(o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. CB8. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado.	4.2: Habilidades:

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
- Lenguaje de programación Python. - Paradigmas de programación para la modelización con Python. - Bibliotecas para la modelización matemática. - Aplicaciones de modelización - Herramientas de Análisis de Datos -

6.- Metodologías docentes
Los temas se presentarán en clases magistrales y se comentarán tanto en clases prácticas en aulas de informática, como mediante el campus virtual. Se reforzará la docencia mediante demostraciones prácticas en grupo y seminarios presenciales. Los estudiantes tendrán que contrastar lo aprendido mediante consultas bibliográficas, con lo que estimulará el aprendizaje por descubrimiento y el refuerzo. Los contenidos de la asignatura se desarrollarán coordinadamente. En cada uno de ellos se expondrá un breve contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas, en las que con el apoyo del ordenador se procederá a la resolución de los ejercicios planteados a partir de las clases teóricas, como iniciación de los estudiantes en las competencias previstas. A partir de esas clases teóricas y prácticas el profesor propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor. Durante su realización los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la asignatura. Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de cuestiones propuestas con el apoyo del ordenador y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de los compañeros, así como realizando exámenes de teoría y resolución de ejercicios prácticos en ordenador.

6.1.- Distribución de metodologías docentes				
		Horas dirigidas por el profesor		HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.	
Sesiones magistrales		5		15
Prácticas	- En aula	5		15
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática	10		20
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios		2		6
Exposiciones y debates		2		8
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

Preparación de trabajos	1		10	11
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL	25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Hart, W. E., Watson, J. P., & Woodruff, D. L. (2011). Pyomo: modeling and solving mathematical programs in Python. *Mathematical Programming Computation*, 3(3), 219.

Perez, F., Granger, B. E., & Hunter, J. D. (2010). Python: an ecosystem for scientific computing. *Computing in Science & Engineering*, 13(2), 13-21.

Müller, A. C., & Guido, S. (2016). *Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists*. " O'Reilly Media, Inc."

Blomhøj, M. (2008). Modelización Matemática - Una Teoría para la Práctica. Revista de Educación Matemática, 23(2).

Glasserman, P. (2003). Monte Carlo Methods in Financial Engineering. Nueva York: Springer.

Fishman, G. S. (1973). Concepts and Methods in Discrete Event Digital Simulation. New York: John Wiley & Sons Inc.

García, A. (2014). Ecuaciones diferenciales. México: Larousse. Grupo Editorial Patria.

Hernández, R. (2010). Introducción a los sistemas de control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB. México D. F.: Pearson Educación.

Shannon, R. y Johannes, J. D. (1976). Systems simulation: the art and science. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 6(10), 723-724.

Urquía, A. y Martín, C. (2016). Métodos de simulación y modelado. Madrid: UNED.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La presentación y exposición de prácticas de evaluación continua tendrá una ponderación del 40%
- La presentación y exposición del trabajo final tendrá una ponderación del 60%

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Consideraciones generales:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Recomendaciones:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.

El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación:

Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

TEORÍA ECONÓMICA Y TEORÍA DE JUEGOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305884	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativo	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Fundamentos del Análisis Económico				
Departamento	Economía e Historia Económica				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	María Dolores García Sanz	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos del Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía y Empresa		
Despacho	202		
Horario de tutorías	Las tutorías se acuerdan por email		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56867/detalle		
E-mail	dgarcia@usal.es	Teléfono	663064001

2.- Recomendaciones previas

Se recomienda tener conocimientos básicos de Análisis Matemático y Topología

3.- Objetivos de la asignatura

- Introducir los principales conceptos y herramientas de teoría de juegos
- Proporcionar a los estudiantes conocimientos y competencias que les permitan plantear y resolver problemas de teoría de juegos en distintas disciplinas
- Dotar a los estudiantes de un lenguaje formal para modelizar como un juego situaciones de conflicto

En general, se pretende proporcionar al estudiante un lenguaje preciso y un conjunto de conceptos y herramientas fundamentales de la teoría de juegos.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias	Resultados de aprendizaje
4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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	4.1: Conocimientos:

estudio. CB8. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada.	4.2: Habilidades:
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
- Introducción a teoría de juegos - Juegos no cooperativos ▪ Juegos en forma normal y extensiva ▪ Equilibrio de Nash ▪ Juegos estrictamente competitivos. Juegos matriciales ▪ Aplicaciones - Juegos cooperativos ▪ Distintos conceptos de solución. ▪ Índices de poder ▪ Aplicaciones

6.- Metodologías docentes

La metodología empleada abarca actividades presenciales y no presenciales. Dentro de las primeras se incluyen las clases teóricas y prácticas, así como seminarios y evaluaciones. Las actividades no presenciales son básicamente el estudio personal, la contrastación de contenidos y la preparación de presentaciones y ejercicios que se programen a lo largo del curso, además de la posible realización de tareas y cuestionarios a través de la plataforma STUDIUM.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		8		15	23
Prácticas	- En aula	4		4	8
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		3		9	12
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		8		16	24
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		6	8
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Aliprantis, C.D., Chakrabarti, S.K.: Games and Decision Making. Oxford University Press. 1999.

Gibbons, R. (1992). A primer in game theory.

González-Díaz, J., García-Jurado, I. y Fiestras-Janeiro, M. G. (2010). An introductory course on mathematical game theory. *Graduate Studies in Mathematics*, 115.

Mas-Colell, A., Whinston, M.D., Green, J.R.: Microeconomic Theory. New York, Oxford. Oxford University Press. 1995.

Méndez, B. C., Jurado, I. G., Díaz, J. G., & Janeiro, M. G. F. (2014). *Introducción a la teoría de juegos*. Universidade de Santiago de Compostela.

Myerson, R. B. (1997). *Game theory: analysis of conflict*. Harvard University Press.

Osborne, M. J., & Rubinstein, A. (1994). *A course in game theory*. MIT Press.

Owen, G. (2013). *Game theory*. Emerald Group Publishing.

Peters, H. (2015). *Game theory: A Multi-leveled approach*. Springer.

Varian, H.R.: Análisis Microeconómico. Barcelona. Antoni Bosch. 1986.

Material complementario en STUDIUM

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

Se valorará:

- La utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados.
- La claridad y rigor de las argumentaciones realizadas y en la presentación de trabajos.
- La participación activa en las actividades docentes.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Participación en las clases y resto de actividades docentes
- Presentación y exposición de trabajos
- Examen presencial de teoría y práctica (una o varias sesiones)

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

La calificación de esta asignatura se basará en la evaluación continua cada semana, en el examen, en los trabajos que se presenten y en las exposiciones y participación en clase.

Se recomienda estudio, aprendizaje y realización de actividades

9.- Organización docente semanal

- Introducción teórica y propuesta de lecturas
- Ejemplos de aplicaciones y ejercicios
- Realización de tareas y exposición, en su caso, de las mismas

MODELIZACIÓN BASADA EN AUTÓMATAS CELULARES

1.- Datos de la Asignatura

Código	305885	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Ángel María Martín del Rey	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Despacho nº 2, Departamento de Matemática Aplicada		
Horario de tutorías	6 horas semanales a convenir con los alumnos		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55994/detalle		
E-mail	delrey@usal.es	Teléfono	923294500, ext. 1575

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos adquiridos durante el Módulo I. Sería recomendable tener conocimientos sobre Sistemas Dinámicos Discretos y programación (Mathematica, Phyton,...)

3.- Objetivos de la asignatura

- Describir las características de los modelos de naturaleza individual.
- Diseñar y planificar modelos basados en autómatas celulares.
- Implementar computacionalmente modelos basados en autómatas celulares.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más	4.1: Conocimientos:

amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado	4.2: Habilidades:

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

para su explicación.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
Contenidos de naturaleza eminentemente teórica: • Tema 1: Introducción a la vida artificial. Máquinas de estados finitos. • Tema 2: Modelización basada en el individuo. • Tema 3: Autómatas celulares: características y principales propiedades. Contenidos de naturaleza eminentemente práctica: • Tema 4: Modelización basada en autómatas celulares. • Tema 5: Diseño e implementación computacional de modelos basados en autómatas celulares.

6.- Metodologías docentes
Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes: - Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos. - Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación. - Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior. - Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos. - Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida. - Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes				
	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

Sesiones magistrales	5		10	15
Prácticas	- En aula	5	10	15
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática	10	10	20
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios	2		4	6
Exposiciones y debates	2		6	8
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	1		10	11
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL	25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- A.G. Hoekstra, J. Kroc, P.M.A. Sloot Eds., Simulating Complex Systems by Cellular Automata, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.

- N. Boccara, Modeling Complex Systems, Springer Science+Business Media, 2010.

- K.P. Haderer, Cellular Automata: Analysis and Applications, Springer International Publishing AG, 2017.

- A. Deutsch, S. Dormann, Cellular Automaton Modeling of Biological Pattern Formation. Characterization, Examples, and Analysis. Second edition, Springer Science+Business Media, New York, 2017.

- A. Adamatzky, G. Martínez, Eds., Designing Beauty: The Art of Cellular Automata, Springer International Publishing Switzerland, 2016.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La presentación y exposición de trabajos tendrá una ponderación mínima del 50% y una máxima del 70%
- La presentación y exposición de prácticas de ordenador tendrá una ponderación mínima del 30% y una máxima del 50%

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Se recomienda:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.

El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Finalmente, y de cara a la recuperación de la asignatura, se recomienda asistir a una tutoría personalizada con el profesor para aquellos alumnos que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso

MODELIZACIÓN EN SOFT COMPUTING

1.- Datos de la Asignatura

Código	305886	Plan	M179	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Anual
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Fundamentos del Análisis Económico				
Departamento	Economía e Historia Económica				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	José Carlos Rodríguez Alcantud	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos del Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía y Empresa		
Despacho	209 del edificio FES. Campus Miguel de Unamuno		
Horario de tutorías	A convenir. Solicitud por correo electrónico		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56480/detalle		
E-mail	jcr@usal.es	Teléfono	923294666

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas

La bibliografía consistirá casi exclusivamente en literatura en inglés. Es necesario comprender el inglés técnico a nivel de usuario medio.

3.- Objetivos de la asignatura

- Conocer los principales modelos de soft computing y sus fundamentos: los modelos difusos y sus extensiones, así como variantes y modelos híbridos.
- Manejar las herramientas fundamentales del campo: operadores de agregación, distancias, defuzzificación, procedimientos de ordenación, índices de similitud, etc.
- Comprender los principios básicos de las metodologías para la toma de decisiones e iniciarse en sus aplicaciones (economía, diagnóstico médico, etc).

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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	4.1: Conocimientos:

menudo en un contexto de investigación. CB7 Los estudiantes sabrán 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 CB9 Los estudiantes sabrán 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 Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.	4.2: Habilidades:

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)

Tema 1. Operadores de agregación: promedios, conjunciones, disyunciones, mixtos.
 Tema 2. Fundamentos de lógica difusa.
 Tema 3. Conjuntos difusos. El principio de extensión. Operaciones.
 Tema 4. Otros modelos de *soft computing*.

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación, planteamiento y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		16		32	48
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Tratamiento computacional		2	4	6
Seminarios					
Exposiciones y debates		3		6	9
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		4	6
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		4	6
TOTAL		23	2	50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Libros de consulta para el alumno

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder por vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc)

En concreto, para esta asignatura se recomiendan los siguientes manuales:

1. G.: Beliakov, A. Pradera, y T. Calvo. Aggregation Functions: A Guide for Practitioners. Springer, 2007.
2. J. Klir y Bo Yuan. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. Prentice-Hall, 1995. Accesible online.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

“Fuzzy Logic Toolbox” de Matlab, si se mantiene la licencia de campus para que el acceso del alumnado esté garantizado.

Mathematica, si se mantiene la licencia de campus para que el acceso del alumnado esté garantizado.

Paquetes fuzzy para R en CRAN.

Paquete FMTTools.

Google Colab (para utilizar con Python).

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

En la presentación de los trabajos y las recensiones de artículos, la ponderación mínima será del 50% y la máxima del 70%.

En la resolución de problemas, la ponderación mínima será del 30% y la máxima del 50%.

8.2: Sistemas de evaluación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, y su exposición en el aula ante el resto del alumnado.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.

La utilización de tutorías supone una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación:

Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MODELIZACIÓN

1.- Datos de la Asignatura

Código	305887	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	Español				
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial				
Departamento	Informática y Automática				
Plataforma virtual	https://studium24.usal.es/				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Alfonso González Briones	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	F3012		
Horario de tutorías	Cita previa (email)		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/148408/detalle		
E-mail	alfonsogb@usal.es	Teléfono	Ext. 5479

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas

Los alumnos deberán tener conocimientos previos de estadística y métodos numéricos básicos. Asimismo, deberían haber cursado la asignatura “Herramientas Informáticas Avanzadas para la Modelización”.

3.- Objetivos de la asignatura

- Describir las técnicas más comunes de inteligencia artificial en el que se basan los modelos de inteligencia computacional.
- Demostrar el manejo de las técnicas de la inteligencia computacional para diseñar soluciones para resolver diferentes problemas.
- Aplicar los conocimientos sobre inteligencia computacional para diseñar modelos.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de	4.1: Conocimientos:

resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. CB8. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del	4.2: Habilidades:

modelo planteado. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
Contenidos teóricos: - Introducción a la Inteligencia Computacional - Modelización basada en Inteligencia Computacional. - Machine Learning • Aprendizaje supervisado / no supervisado • Algoritmos de regresión • Algoritmos de clasificación • Algoritmos de clustering - Deep Learning. • Redes Convoluciones • Redes Neuronales Recurrentes • Redes Generativas Antagónicas -Explainable Artificial Intelligence Contenidos prácticos: En la parte practica de la asignatura se realizará todo el proceso necesario para la creación de modelos basados en inteligencia artificial. - Ingesta de datos. - Análisis exploratorio. - Elección del modelo. - Técnicas de análisis de evaluación del modelo. - Técnicas de mejoras de los modelos. - Pruebas y refinamiento del modelo. -

6.- Metodologías docentes
Los temas se presentarán en clases magistrales y se comentarán tanto en clases prácticas en aulas de informática, como mediante el campus virtual. Se reforzará la docencia mediante demostraciones prácticas en grupo y seminarios presenciales. Los estudiantes tendrán que contrastar lo aprendido mediante consultas bibliográficas, con lo que estimulará el aprendizaje por descubrimiento y el refuerzo. Los contenidos de la asignatura se desarrollarán coordinadamente. En cada uno de ellos se expondrá un breve contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas, en las que con el apoyo del ordenador se procederá a la resolución de los ejercicios planteados a partir de las clases teóricas, como iniciación de los estudiantes en las competencias previstas. A partir de esas clases teóricas y prácticas el profesor propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor. Durante su realización los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la asignatura.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de cuestiones propuestas con el apoyo del ordenador y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de los compañeros, así como realizando exámenes y resolución de ejercicios prácticos en ordenador.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		5		10	15
Prácticas	- En aula	5		10	15
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	10		10	20
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		10	11
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Brett, L. (2013). Machine Learning with R. Birmingham: Packt.

Dark, S. (2019). Aprendizaje Automático: La Guía Definitiva para Principiantes para Comprender el Aprendizaje Automático.

Domingos, P. (2012). A Few Useful Things to Know About Machine Learning. University of Washington.

Hastie, T., Tibshirani, R. y Friedman, J. (2001). The elements of Statistical Learning. Nueva York: Springer.

James G., Witten, D., Hastie, T and Tibshirani, R. (2013). An Introduction to Statistical Learning with Applications in R. Nueva York: Springer.

Lantz, B. (2013) Machine Learning with R. Birmingham: Packt.

Quinlan, J. (1986). Introduction to decision trees. Nueva York: Springer.

Optimization. Journal of Machine Learning Research, 13, 281-305.

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine Learning, 45, 5-32.

Bzdok, D., Altman, N., y Krzywinski, M. (2018). Points of Significance: Statistics versus machine learning. Nature Methods , 233-234.

Utilizando Clasificadores Árbol Simple y Máquina de Vectores de Soporte. ReCIBE , 1-23.

Lei Zhang, F. H. (2019). The use of classification and regression algorithms using the random forests method with presence-only data to model species' distribution. MethodsX , 2281-2292.

Pino, A. E., Chichande, B. S., y Tovar, Y. J. (2019). Determinación de modelos predictivos para los indicadores de competitividad empresarial aplicando regresión lineal. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información , 94-107.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.

- La presentación y exposición de prácticas de evaluación continua tendrá una ponderación del 60%.
- La presentación y exposición del trabajo final tendrá una ponderación del 40%

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Consideraciones generales:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.

Recomendaciones:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.

El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación:

Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

MÉTODOS NUMÉRICOS EN ECUACIONES DIFERENCIALES ESTOCÁSTICAS

1.- Datos de la Asignatura					
Código	305888	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Ángel Andrés Tocino García	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3307 (Edificio de la Merced)		
Horario de tutorías	Petición previa		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56138/detalle		
E-mail	bacon@usal.es	Teléfono	923294400- 1538

2.- Recomendaciones previas
Se recomiendan conocimientos generales de teoría de la probabilidad y de métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias.

3.- Objetivos de la asignatura
- Explicar el concepto de integral estocástica y enumerar sus propiedades. - Identificar una ecuación diferencial estocástica y la existencia de soluciones. - Aplicar métodos numéricos para resolver de modo aproximado una ecuación diferencial estocástica. - Diseñar e implementar modelos matemáticos mediante ecuaciones diferenciales estocásticas. - Construir algoritmos para resolver numéricamente ecuaciones diferenciales estocásticas.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias	Resultados de aprendizaje
4.1: 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.	4.1: Conocimientos:

CB7. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	4.2: Habilidades:

4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:
---	---------------------------

5.- Contenidos (temario)
Integral de Itô. Ecuaciones diferenciales estocásticas. Métodos numéricos estocásticos. Convergencia y estabilidad. Métodos de Itô-Taylor, métodos de Runge-Kutta, multipaso, implícitos. Modelización y aplicaciones. Algoritmos de computación con Mathematica.

6.- Metodologías docentes
Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes: • Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos. • Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación. • Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior. • Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos. • Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida. • Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título. Si, ante la situación planteada por la pandemia de Covid-19, las recomendaciones de las administraciones nacional y regional, así como de la propia Universidad de Salamanca hicieran necesario tomar medidas para garantizar la seguridad tanto del alumnado como del profesorado, las actividades docentes se podrían llevar a cabo de manera online. Consecuentemente la metodología anteriormente planteada se modificaría incluyendo los siguientes recursos: • Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc. • Participación en foros, chats, etc. • Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas. • Estudio individual y asesorado por el docente. • Evaluación on line Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

6.1.- Distribución de metodologías docentes					
		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		12	18		30
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	6	6		12
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		4	8		12
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos			9		9
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3	9		12
TOTAL		25	50		75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo
- Arnold, L. Stochastic differential equations: theory and applications. John Wiley& Sons, New York, 1974. - Braumann, C.A. Introduction to Stochastic Differential Equations with Applications to Modelling in Biology and Finance, Wiley, 2019. - Gard, T. C. Introduction to Stochastic Differential Equations. New York: Marcel Dekker, Inc. (1988). - Kloeden, P.E.; Platen, E.; Numerical Solution of Stochastic Differential Equations, Springer-Verlag, Berlin, 1992. - Kloeden, P.E., Platen, E., Schurz, H.; Numerical Solution of SDE Through Computer Experiments, Springer-Verlag, 1993 - Panik, M.J.; Stochastic differential equations : an introduction with applications in population dynamics modeling, John Wiley & Sons Inc, 2017. www.econ.upf.edu > course_notes An introduction to modelling with stochastic differential equations. Omiros Papaspiliopoulos https://www.wolfram.com/ https://mathworld.wolfram.com/

8.- Evaluación
El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas: - Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales. - Presentación y exposición de problemas y prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros. - Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los

compañeros.

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La participación en actividades presenciales tendrá una ponderación mínima del 30% y máxima del 50%.
- La presentación y exposición de prácticas de ordenador tendrán un peso en la calificación final comprendido entre el 10% y el 30%.
- Para la presentación y exposición de trabajos la ponderación mínima será del 30% y la máxima del 50%.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesor.
- Participar en todas las actividades docentes.
- Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

MÉTODOS NUMÉRICOS PARA MODELOS BASADOS EN EDOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305889	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Jesús Martín Vaquero	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Ciencias		
Despacho	Casas de Parque 2, nº 14		
Horario de tutorías	6 horas a acordar con los alumnos		
URL Web	http://diarium.usal.es/jesmarva/		
E-mail	jesmarva@usal.es	Teléfono	

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas

Haber cursado asignaturas donde se hayan impartido conocimientos básicos para la resolución numérica de EDOs

3.- Objetivos de la asignatura

- Describir los modelos, basados en EDOs, de problemas procedentes de epidemiologías y propagación del malware.
- Demostrar el manejo de algoritmos basados en diferencias finitas con técnicas no estándar para su resolución.
- Aplicar modelos basados en ecuaciones en derivadas parciales (EDPs) parabólicas no lineales a problemas de reacciones químicas, biología y procesos industriales de diferente tipo.
- Analizar e interpretar algoritmos basados en métodos Runge-Kutta para su resolución.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática.	4.1: Conocimientos:
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas	4.2: Habilidades:

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
Tema 1: Modelos basados en EDOs de problemas procedentes de epidemiologías, dinámica de poblaciones y propagación del malware. Desarrollo de técnicas NSFD para su resolución. Aceleración de las mismas. Tema 2: Modelos basados en EDPs parabólicas no lineales. Discretización espacial. Resolución por medio de métodos Runge-Kutta explícitos, implícitos e IMEX (implícitos-explícitos).

6.- Metodologías docentes
En esta asignatura planteamos y desarrollamos actividades presenciales y no presenciales. Las actividades formativas presenciales se clasifican de la siguiente manera: ☐ Exposición, explicación y ejemplificación de los contenidos. Lección magistral y resolución de ejercicios por el profesor. ☐ Resolución de problemas y/o casos prácticos. Lección magistral y resolución de ejercicios por el profesor. ☐ Tutorías: Individual / Grupo. Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno. • Realización de exámenes. Desarrollo de los instrumentos de evaluación Entre las actividades no presenciales, hemos de detallar: • Estudio personal de los contenidos teóricos y realización de los problemas. • Preparación de los trabajos y resolución de problemas y ejercicios planteados. • Preparación de los exámenes.

6.1.- Distribución de metodologías docentes				
		Horas dirigidas por el profesor		HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.	
Sesiones magistrales				
Prácticas	- En aula	10		30
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática	10		22
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios		2		6
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos		1		7

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2		8	10
TOTAL	8		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

1. R. L. Burden, J.D. Faires, Análisis Numérico. Addison-Wesley Iberoamericana.
2. S. C. Chapra, R. P. Canale, Métodos Numéricos para Ingenieros. McGraw-Hill, 5º Edición, 2007.
3. A. García, et al. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teoría y Problemas. Ed. Clagsa.
4. W. Kaplan, Matemáticas avanzadas para estudiantes de ingeniería. Ed. Fondo educativo interamericano S.A. de C.V. 1985
5. D. Kincaid, W. Cheney, Análisis Numérico. Addison Wesley Iberoamericana.
6. J. D. Lambert, Numerical Methods for Ordinary Differential Systems. John Wiley & Sons.
7. J. H. Mathews, K. D. Fink, Métodos Numéricos con Matlab, Prentice Hall, 3ª Edición, 2000

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

La calificación final del curso se obtendrá teniendo en cuenta las distintas actividades propuestas:

1. Ejercicios y cuestionarios: entre 40%-60%
2. Prácticas de ordenador: entre 40%-60%
 - Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
 - Se valorará la participación activa en las actividades docentes.

8.2: Sistemas de evaluación:

1. Ejercicios y cuestionarios: se propondrán a cada estudiante ejercicios y cuestionarios, que deberá realizar a lo largo del curso.
2. Prácticas de ordenador: cada estudiante deberá realizar las prácticas de ordenador propuestas a lo largo del curso.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

El proceso de evaluación se llevará a cabo teniendo en cuenta el trabajo realizado por el estudiante durante todo el semestre para la adquisición de las competencias previstas: elaboración de ejercicios, prácticas, exposición de trabajos propuestos, realización de exámenes y participación en las actividades docentes.

9.- Organización docente semanal

SOFTWARE DE ANÁLISIS CUALITATIVO DE DATOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305890	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Didáctica de la matemática				
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales				
Plataforma virtual	Stodium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Beatriz Sánchez Barbero	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de la Matemática		
Centro	Facultad de Ciencias de la Educación de Zamora		
Despacho	218		
Horario de tutorías	Por determinar. Contactar por correo electrónico		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57492/detalle		
E-mail	beatrizsanchezb@usal.es	Teléfono	923294500 Ext. 3732

Profesor Coordinador	Ayudante Doctor a determinar	Grupo / s	1
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de la Matemática		
Centro	Facultad de Ciencias de la Educación de Zamora		
Despacho			
Horario de tutorías			
URL Web			
E-mail		Teléfono	

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: Matemáticas, Física, Estadística, Ingeniería, etc. No obstante, se trata de una asignatura autocontenida.

3.- Objetivos de la asignatura

- Establecer los elementos de una investigación de tipo cualitativo.
- Organizar los ficheros de referencias bibliográficas.
- Crear un fichero de datos usando software cualitativo de datos.
- Realizar análisis de datos a partir del fichero de recogida de datos.
- Sintetizar los resultados obtenidos.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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. CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles.	4.1: Conocimientos:

5.- Contenidos (temario)
Cada tema será fundamentalmente práctico, aunque se complementará con algunos aspectos teóricos. Tema 1: ¿Qué es la metodología cualitativa? Proceso y fases. CAQDAS Tema 2: Diseño de la investigación. Tema 3: Aplicaciones para la gestión de datos bibliográficos. Tema 3: La gestión de datos en NVivo Tema 4: Codificación inductiva y deductiva. Tema 5: Notas y memos. Vínculos. Tema 6: Relaciones y búsquedas. Análisis de las relaciones Tema 7: Gráficas: mapas, gráficos estadísticos, análisis de conglomerados, diagramas Tema 8: Informes.

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		2		8	10
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	15		15	30
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		2		15	17
Exposiciones y debates		3		6	9
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		3		6	9
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Libros de consulta para el alumno

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.
También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- Bazaley, P. y Jackson, K. (2013) *Qualitative Analysis with NVivo*. London: SAGE Publications
- Borda, P., Dabenigno, V., Freidin, B. y Güelman, M. (2017) *Estrategias para el análisis cualitativo de datos*. Instituto de investigaciones Gino Germani: Buenos Aires.

• Trigueros, C., Rivera, E. y Rivera, I. (2018) <i>Investigación cualitativa con software NVivo</i>. Granada: Universidad de Granada.	
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.	
• https://www.mendeley.com/?interaction_required=true • https://www.qsrinternational.com/nvivo-qualitative-data-analysis-software/home	

8.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la realización de las prácticas de ordenador planteadas en el aula.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- La ponderación de cada una de las pruebas se realizará en los siguientes rangos: los trabajos entre el 20% y el 30%, las pruebas presenciales entre el 50% y el 60% y la participación entre el 10 y el 20%.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros

Recomendaciones para la recuperación:

- Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso

MODELIZACIÓN DE SISTEMAS COMPLEJOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305891	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Idioma de impartición asignatura					
Área	Matemática Aplicada / Estadística e Investigación Operativa				
Departamento	Matemática Aplicada / Estadística				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Ángel María Martín del Rey	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Despacho nº 2 del Departamento de Matemática Aplicada		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 9:00 a 11:00		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55994/detalle		
E-mail	delrey@usal.es	Teléfono	923 294 500 Ext. 1575

Profesor Coordinador	Elisa Frutos Bernal	Grupo / s	1
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad de Traducción y Documentación		
Despacho	Despacho 1.16 (Planta 0) Facultad de Medicina		
Horario de tutorías	L y M de 11:30 a 13:30		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/262735/detalle		
E-mail	efb@usal.es	Teléfono	923 294 500 Ext. 6982

2.- Recomendaciones previas

Sería recomendable, aunque no imprescindible, haber cursado la asignatura “Sistemas Dinámicos Discretos” y tener conocimientos básicos sobre el uso del programa Mathematica. No obstante, la asignatura es autocontenida.

3.- Objetivos de la asignatura

- Identificar y describir las características fundamentales de los principales tipos de redes complejas.
- Identificar y describir las principales medidas de centralidad y robustez asociadas al análisis de redes complejas.

- Diseñar, planificar e implementar computacionalmente modelos matemáticos de propagación sobre redes complejas.
- Aplicar los conocimientos sobre redes complejas al análisis de las propiedades estructurales y de robustez de las redes de transporte.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias	Resultados de aprendizaje
4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	4.1: Conocimientos:
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y	4.2: Habilidades:

economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)
Contenidos de naturaleza eminentemente teórica: • Tema 1. Introducción a los sistemas complejos. • Tema 2. Teoría básica de redes complejas. • Tema 3. Análisis de redes complejas: medidas de centralidad y robustez. Contenidos de naturaleza eminentemente práctica: • Tema 4. Modelización en redes complejas: modelos epidemiológicos. • Tema 5. Modelización en redes complejas: estudio de las redes de transporte.

6.- Metodologías docentes
Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes: • Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos. • Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación. • Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior. • Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos. • Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la *adquisición de las competencias del título*.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		8		16	24
Prácticas	- En aula	7		14	21
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	5		5	10
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		5	6
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc) En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- G. Chen, X. Wang, X. Li, Fundamentals of Complex Networks. Models, Structures and Dynamics, Wiley, 2015.
- R. Cohen, S. Havlin, Complex Networks. Structure, Robustness and Function, Cambridge University Press, 2010.
- E.D. Kolaczyk, Statistical Analysis of Network Data. Methods and Models, Springer Science+Business Media, 2009.
- N. Boccaro, Modeling Complex Systems, Springer Science+Business Media, 2010.
- Network Science by Albert-László Barabási: <http://networksciencebook.com>
- Mathematica: <https://www.wolfram.com>
- Recursos de Mathematica: <https://mathworld.wolfram.com/>

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación en las actividades docentes.
- La presentación y exposición de trabajos tendrá una ponderación mínima del 50% y una máxima del 70%
- La presentación y exposición de prácticas de ordenador tendrá una ponderación mínima del 30% y una máxima del 50%

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Recomendaciones para la evaluación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.
-

Recomendaciones para la recuperación:

- Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso

MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	305892	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Manuela Chaves Tolosa	Grupo / s	todos
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Escuela Politécnica Superior de Ávila		
Despacho	112		
Horario de tutorías	A determinar al comienzo del curso con los alumnos. En caso de incidencias imprevistas, el alumno contactará mediante e-mail con el profesor a fin de trasladar la tutoría.		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57652/detalle		
E-mail	mchaves@usal.es	Teléfono	920 35 35 00

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática y física adquiridos en planes de estudios de un título de Grado en Matemáticas, Física o Ingeniería. Es necesario haber seguido algún curso de ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales y haber cursado las asignaturas del Módulo 1 del Máster.

3.- Objetivos de la asignatura

Explicar las leyes de conservación que controlan el movimiento de los medios continuos.

Describir el movimiento del medio continuo. Tensiones y deformaciones.

Demostrar el manejo de los conceptos de tensión y deformación para su aplicación a la resolución de problemas de la Mecánica del continuo, así como la resolución de problemas de elasticidad lineal.

Aplicar los modelos matemáticos basados en EDP's inherentes a la Mecánica de Fluidos y de las propiedades de sus soluciones: E. de calor, E. de medios porosos y E. de Navier-Stokes.

Determinar las dificultades que aparecen en dichos modelos y sus alternativas: aproximación numérica y propiedades cualitativas de las soluciones.

Resultados de aprendizaje:

Comprender, saber manejar, analizar y aplicar correctamente los conceptos ligados a:

1. Las leyes de conservación que controlan el movimiento de los medios continuos.
2. Tensiones y deformaciones.
3. Resolución de problemas de la Mecánica del continuo y de elasticidad lineal.
4. Modelos matemáticos basados en EDP's inherentes a la Mecánica de Fluidos.

Competencias
4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.
4.2: Competencias Específicas: CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del proyecto propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.
5.- Contenidos (temario)
Cinemática de medios continuos. Estudio de deformaciones. Derivadas totales. Leyes de conservación. Ecuaciones del calor y del medio poroso. Fluidos: Leyes de comportamiento. Fluidos Newtonianos. Ecuaciones de Navier-Stokes. Elasticidad: Tensor de tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Ecuaciones de la elasticidad lineal
6.- Metodologías docentes
• Método expositivo: incluye la presentación secuenciada y organizada de contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos. • Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación. Formulación de problemas inherentes a situaciones reales, modelización matemática, resolución y análisis en casos sencillos. . • Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos. • Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, meta-cognitivas de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida. • Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes				
		Horas dirigidas por el profesor		HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.	
Sesiones magistrales		8		20
Prácticas	- En aula	7		21
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática	4		12
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios		2		6
Exposiciones y debates		3		9
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos		1		7
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL		25		75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo
BIBLIOGRAFÍA GENERAL BÁSICA • Methods of Mathematical Physics, Vol. 1 <i>R. Courant D. Hilbert</i>, John Wiley & Sons (2008) • Methods of Mathematical Physics: Partial Differential Equations, <i>R. Courant D. Hilbert</i>, John Wiley & Sons (2008) • An Introduction to Continuum Mechanics. <i>Gurtin, M. E.</i> Academic Press. (1982). • A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics. <i>A.J.Chorin , J. E. Marsden</i> Springer-Verlag New York (1993). • Mecánica del Medio Continuo. <i>George E. Mase</i> Serie Schaum BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium. La bibliografía específica para cada tema se irá comentando a lo largo del desarrollo del curso. Algunos de los libros recomendados se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc).

8.- Evaluación
El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas: • Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos • Presentación y exposición de trabajos o prácticas. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros. • Prueba escrita de teoría y problemas. 8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes

Las ponderaciones mínimas y máximas asociadas a cada parte de la evaluación se especifican en el apartado 8.2.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Participación en actividades presenciales (ponderación mínima: 10% - ponderación máxima: 20%)
- Prueba escrita de teoría y problemas (ponderación mínima: 20% - ponderación máxima 40%)
- Presentación y exposición de trabajos. (ponderación mínima: 20% - ponderación máxima 40%)
- Presentación y exposición de prácticas (ponderación mínima: 15% - ponderación máxima 20%)

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.

El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

A los alumnos que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria, se les recomienda asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades a realizar por el alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

MODELOS MATEMÁTICOS EN MEDIO AMBIENTE

1.- Datos de la Asignatura

Código	305893	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestral
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	José Manuel Cascón Barbero	Grupo / s	1
Departamento	Economía e Historia Económica		
Área	Fundamentos del Análisis Económico		
Centro	Facultad de Economía e Historia		
Despacho	Paseo Francisco Tomas y Valiente, 37007, nº 226		
Horario de tutorías	Previa petición por mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55872/detalle		
E-mail	casbar@usal.es	Teléfono	Ext. 6724

1.2.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	M ^a Isabel Asensio Sevilla	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Casas del Parque 2, nº 5		
Horario de tutorías	Previa petición por mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56727/detalle		
E-mail	mas@usal.es	Teléfono	Ext. 1578

2.- Recomendaciones previas

Es recomendable tener conocimientos sobre ecuaciones en derivadas parciales, análisis funcional y métodos numéricos para resolución de EDPs, en particular el método de elementos finitos, así como nociones de programación (C++).

3.- Objetivos de la asignatura

- Explicar los modelos matemáticos basados en EDPs para la simulación de fenómenos

medioambientales tales como: simulación de campos de viento, propagación de incendios forestales y dispersión de contaminantes.

- Aplicar los conocimientos matemáticos para obtener modelos matemáticos simplificados a partir de las leyes físicas que rigen su comportamiento.
- Demostrar el manejo de técnicas numéricas avanzadas que permitan la aproximación eficiente de fenómenos descritos por EDPs.
- Aplicar la librería NeptunoGdal para la simulación de los procesos descritos anteriormente.
- Determinar la validez de un modelo matemático y su correspondiente aproximación numérica.
- Determinar los pronósticos de los fenómenos descritos mediante simulación numérica.
- Conocer los Sistema de Información Geográfica para el manejo de información geoespacial.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje	
Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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. CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	4.1: Conocimientos:
4.2: Competencias Específicas:	4.2: Habilidades:

CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)

Contenidos teórico-prácticos

TEMA 1: Modelización de fenómenos medioambientales basados en EDPs: Generalidades, leyes de comportamiento y aproximación por técnicas numéricas.

TEMA 2: Modelización y simulación de campos de viento. Implementación y aproximación en C++ (librería NeptunoGdal).

TEMA 3: Modelización y simulación de incendios forestales. Implementación y aproximación con C++ (librería NeputnoGdal).

TEMA 4: Modelización y simulación de dispersión de contaminantes. Implementación y aproximación con C++ (librería NeptunoGdal).

Contenidos prácticos

TEMA 5: Introducción a los Sistemas de Información Geográfica: Qgis. Introducción al manejo de información geoespacial.

TEMA 6: Introducción a CFD: OpenFOAM

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de problemas derivados mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos,

así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.

- Aprendizaje por proyectos. Propuesta de un proyecto colaborativo o individual para fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y la autonomía, y preparar al alumnado para enfrentarse a desafíos del mundo real mediante la aplicación práctica del conocimiento.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		3		6	9
Prácticas	- En aula	10		20	30
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	7		7	21
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		2		4	6
Exposiciones y debates					6
Tutorías					3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		5	
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		8	
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

En el repositorio institucional de la Universidad los alumnos tienen a su disposición los siguientes apuntes:

- Ferragut L., Asensio M.I., Métodos Numéricos avanzados para Ecuaciones en Derivadas Parciales. El método de elementos finitos. <http://hdl.handle.net/10366/147493>

En el servicio de bibliotecas de la Universidad, ya sea mediante préstamo bibliotecario o vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc), se recomienda los siguiente libros:

- Jan S. Hesthaven, Numerical Methods for Conservation Laws: From Analysis to Algorithms. Volumen 18 de Computational Science and Engineering, SIAM, 2018.
- Brenner, S., Scott, L.R., The Mathematical Analysis of Finite Element Methods, Springer Verlag, 1994.
- Larson M.G., Bengzon F. The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications. Volumen 10 de Texts in Computational Science and Engineering. Springer Science & Business Media, 2013.
- Smith, M.A. Object-Oriented Software in C++, Springer, 2013.
- Maric T., Höpken, Mooney, K. The OpenFOAM Technology Primer, SourceFlux, 20014.

Algunos de los modelos presentados en esta asignatura son descritos en artículos científicos que serán usados como material adicional del curso:

- M.I. Asensio, L. Ferragut (2002) On a wildland fire model with radiation. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 54:137–157.
- M.I. Asensio, J.M. Cascón, D. Prieto, L. Ferragut (2023) An Historical Review of the Simplified Physical Fire Spread Model PhyFire: Model and Numerical
- Methods Applied Science 13(4), 2035.

- L. Ferragut, M.I. Asensio, L. Simon (2011) High-definition local adjustment model of 3d wind fields performing only 2d computations. International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering, 27(4):510–523.
- L. Ferragut, M. I. Asensio, J. M. Cascón, D. Prieto, J. Ramirez (2013) An efficient algorithm for solving a multi-layer convection-diffusion problem applied to air pollution problems. Advances in Engineering Software, 65:191–199.

En esta asignatura también se hará uso de software específico:

- Neptuno++: <https://sinumcc.usal.es>
- OpenFOAM: <https://www.openfoam.com>

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.
- Se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados.
- En las prácticas de ordenador se valorará la eficiencia de los códigos, y la correcta interpretación de los resultados.

8.2: Sistemas de evaluación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- (20%) Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos.
- (20%) Presentación de cuestiones teóricas relacionadas con los modelos medioambientales expuestos en clase.
- (40%) Presentación y exposición de un informe de simulación de los modelos implementados en NeptunoGdal. Se requiere el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el procesado de información.
- (20%) Presentación y exposición de un informe de simulación con OpenFoam. El alumno seleccionará y documentará el modelo elegido (ejemplos de la librería).

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- Realización de las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participación en todas las actividades docentes.
- Uso de las tutorías.
- Examinar las correcciones de las pruebas de evaluación.
- Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria.

9.- Organización docente semanal

La organización semanal dependerá del horario que se establezca a principio de curso.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA

1.- Datos de la Asignatura

Código	305894	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Idioma de impartición asignatura					
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma virtual	Studium (https://moodle2.usal.es)				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Alberto Alonso Izquierdo	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales		
Despacho	5.4		
Horario de tutorías	L, M, X, J, V: de 12:00 a 13:30		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56081/detalle		
E-mail	alonsoiz@usal.es	Teléfono	Ext. 1308

2.- Recomendaciones previas

Sería recomendable, aunque no imprescindible, tener nociones básicas sobre “Ecuaciones diferenciales” y sobre el uso del programa Mathematica. No obstante, la asignatura es autocontenida.

3.- Objetivos de la asignatura

- Dar a conocer el objetivo e intención del diseño de modelos matemáticos de dinámica de poblaciones.
- Describir las distintas interacciones entre poblaciones, así como su traducción al lenguaje matemático en la elaboración de modelos.
- Construcción de un modelo global que permita estudiar de forma particularizada la evolución de un sistema formado por varias poblaciones.
- Utilizar distintas herramientas matemáticas que permitan sistematizar el estudio de los modelos de dinámica de poblaciones.
- Evaluar la eficacia e idoneidad de un modelo matemático de dinámica de poblaciones. Identificar sus limitaciones y los aspectos a mejorar.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: Competencias Básicas: CB6: Poseer y comprender conocimientos que	4.1: Conocimientos:

aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación. CB7. Los estudiantes sabrán 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 CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	4.2: Habilidades:
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

- Tema 1: Fundamentos de la Dinámica de Poblaciones,
- Tema 2: Modelos continuos para una sola especie.
- Tema 3: Modelos continuos para varias especies interactuantes.
- Tema 4. Modelos avanzados de Dinámica de Poblaciones.

Contenidos de naturaleza eminentemente práctico:

- Tema 5: Aplicación de los modelos matemáticos de Dinámica de Poblaciones.

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

En caso de que fuese necesario, la metodología anteriormente planteada se puede modificar incluyendo los siguientes recursos:

- Videoconferencias y visualización y audición de materiales docentes diseñados ad hoc.
- Participación en foros, chats, etc.
- Seguimiento del proceso de enseñanza/aprendizaje a través de tutorías virtuales tanto individuales como colectivas.
- Estudio individual y asesorado por el docente.
- Evaluación on line

Todas estas actividades (y cuantas más fueran necesarias llevar a cabo) se realizarían contando con todos los recursos que ofrece la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia online (plataforma Studium, etc.)

6.1.- Distribución de metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	8		16	24

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

Prácticas	- En aula	8		16	24
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	3		3	6
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		3		3	6
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		6	7
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

También algunos de ellos se podrán encontrar en las bibliotecas y se podrá acceder vía telemática gracias a la política de suscripciones de la Universidad de Salamanca con las principales editoriales (Springer, Wiley, Oxford, etc)

En concreto, para esta asignatura se recomiendan los libros:

- J. D. Murray, Mathematical Biology, Springer, 2002, ISBN: 978-0387224374
- R. M. May, Stability and Complexity in Model ecosystems, Princeton University Press, 1974. ISBN: 978-0691088617
- P. Turchin, Complex Population Dynamics: a theoretical/Empirical synthesis, Princeton University Press, ISBN: 978- 0691090214
- M. Kot, Elements of Mathematical Ecology, Cambridge University Press, 2001, ISBN: 978-0521001502.
- M. A. Nowak, R. M. May, Virus dynamics, Oxford University Press, 2000, ISBN: 978-0198504177
- M. A. Nowak, Evolutionary Dynamics, Harvard University Press, 2006, ISBN: 978-0674023383

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados, así como la iniciativa y originalidad a la hora de resolver dichos problemas. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.

8.2: Sistemas de evaluación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos.
- Realización de pruebas de evaluación presencial consistentes en el desarrollo de preguntas teóricas y prácticas (de naturaleza escrita u oral).
- Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos, así como su exposición en el aula ante el resto de los

compañeros.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Recomendaciones para la evaluación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación:

Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso

MODELOS MATEMÁTICOS EN FÍSICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	305895	Plan	M179	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma virtual	Studium. https://studium.usal.es				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Justo Hernán Ospino Zúñiga	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	E.P.S. de Zamora		
Despacho	246 Ed. Politécnico. Avda. Requejo 33 49022 Zamora		
Horario de tutorías	M, X, J: de 16:00 a 18:00		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57911/detalle		
E-mail	j.ospino@usal.es	Teléfono	980545000, ext.3742

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

Profesor Coordinador	José Luis Hernández Pastora	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Casas del parque 2. Despacho 1. Facultad de Ciencias. Plaza de la Merced s/n. Salamanca.		
Horario de tutorías	L, M, X, J: de 9:00 a 12:00 y V de 9 a 13h		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55917/detalle		
E-mail	jllhp@usal.es	Teléfono	923294400

			ext.1574
--	--	--	----------

2.- Recomendaciones previas

Se requieren los conocimientos básicos de naturaleza matemática adquiridos en cualquier plan de estudios de un título de Grado de naturaleza técnica: En particular es recomendable tener conocimientos básicos sobre ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, Álgebra tensorial y Geometría diferencial, así como del software científico Mathematica o Maple.

3.- Objetivos de la asignatura

- Conocer la formulación teórica de ciertos problemas actuales, en diversas disciplinas de la física.
- Desarrollar modelos matemáticos de los diferentes problemas planteados.
- Conocer el manejo de las técnicas matemáticas involucradas en el desarrollo de los modelos anteriores.
- Aplicar las herramientas y lenguajes de programación apropiados para resolver analíticamente y/o numéricamente los problemas analizados en los modelos matemáticos.
- Explicar la relevancia de los resultados en las distintas aplicaciones en problemas reales de actualidad.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias *Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021*

Resultados de aprendizaje *Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021*

4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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

CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos.

CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo

4.1: Conocimientos:

y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (física, ingeniería) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático. CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas. CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.	4.2: Habilidades:
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos (temario)

Contenidos de naturaleza eminentemente teórica:

BLOQUE I: Modelización de fenómenos gravitatorios en Relatividad General

- Tema 0: Introducción. Motivaciones y contenidos previos
- Tema 1: Orbitas alrededor de objetos compactos
- Tema 2: Modelización de campos gravitatorios relativistas.

BLOQUE II: Modelización de la Relatividad General en términos de escalares geométricos y Modelado computacional de objetos autogravitantes

- Tema 3: Formalismo 1+3. Simetrías Killing y clasificación de soluciones y estudio de geodésicas en términos de escalares geométricos.
- Tema 4: Propagación de partículas en medios materiales, muongrafía de volcanes.

Contenidos de naturaleza eminentemente práctica:

- Tema 5: Implementación computacional de modelos matemáticos en distintas áreas. Ejemplos ilustrativos basados en casos reales.

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Método expositivo con la presentación secuenciada y organizada de información, contenidos, métodos, procesos de investigación y resolución de modelos matemáticos.
- Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas derivados del desarrollo y análisis de modelos matemáticos mediante la búsqueda del procedimiento y métodos más adecuados para su desarrollo y aplicación.
- Aprendizaje basado en problemas reales. Formulación de problemas obtenidos de situaciones reales, su modelización matemática y su resolución y análisis mediante las competencias adquiridas con la metodología del apartado anterior.
- Aprendizaje colaborativo. Realización de trabajos en grupos colaborativos que supongan la corresponsabilidad, interactividad y aprendizaje de grupos de alumnos.
- Autoaprendizaje. Desarrollo de competencias de aprendizaje autónomo de los alumnos, así como de estrategias cognitivas, metacognitivas, de autocontrol y aceptación de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Tutorías. Tutela del aprendizaje de los alumnos en cada asignatura para lograr la adquisición de las competencias del título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		10	20		30
Prácticas	- En aula	5	10		15
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	5			5
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		2	4		6
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online			5		5
Preparación de trabajos		1	5		6
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2	6		8
TOTAL		25	50		75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Los materiales de referencia estarán en su mayoría a disposición del alumno en la página de la asignatura en Studium.

- PHYSICAL REVIEW D 82, 104001 (2010). From geodesics of the multipole solutions to the perturbed Kepler problem. J. L. Hernández-Pastora and J. Ospino
- Class. Quantum Grav. 30 (2013) 175003 (21pp) doi:10.1088/0264-9381/30/17/175003. Linearized multipole solutions and their representation., J L Hernández-Pastora
- Miller, R. K., Masri, S. F., Dehghanyar, T. J., & Caughey, T. K. (1988). Active vibration control of large civil structures. Journal of engineering mechanics, 114(9), 1542-1570
- Das, S., Saha, P., & Patro, S. K. (2016). Vibration-based damage detection techniques used for health monitoring of structures: a review. Journal of Civil Structural Health Monitoring, 6(3), 477-507.
- Kaiser Ralf. Muography: overview and future directions. Philosophical Transactions of Royal Society A. 377(2137):20180049(2019).
- G. L. Kotkin, V. G. Serbo. Problemas de mecánica clásica.
- ISBN 5-03-000617-6.Editorial Mir (1988)

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- <https://www.wolfram.com>
- <http://eqworld.ipmnet.ru/>
- <https://solarsystem.nasa.gov/basics/chapter4-1/>
- https://www.ligo.org/students_teachers_public/read.php

8.- Evaluación

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales y cumplimiento de normas y requisitos
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador. Trabajos realizados individualmente o por un grupo de alumnos bajo la supervisión del profesor y su exposición en el aula ante el resto de los compañeros.
- *Presentación y exposición de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos así como su exposición en el aula ante el resto de los compañeros*

8.1: Criterios de evaluación:

- Sistema de evaluación: Ponderación mínima/Ponderación máxima
- Prueba presencial de teoría y/o problemas 30%/ 50%
- Presentación y exposición de trabajo 50% /70 %

8.2: Sistemas de evaluación:

- Presentación y exposición de trabajos.
- Presentación y exposición de prácticas de ordenador.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.

- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.
- **Recomendaciones para la recuperación:** Asistir a una tutoría personalizada con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

12 primeras horas del curso dedicadas al BLOQUE I de la asignatura y otras 12 horas al BLOQUE II

Técnicas Geométricas en la Física Moderna

1.- Datos de la Asignatura

Código	305896	Plan	2020	ECTS	3
Carácter	Optativo	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestral
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma virtual	Studium: https://moodle2.usal.es				

1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Fernando Pablos Romo	Grupo / s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Planta baja del Edificio de la Merced, M1321		
Horario de tutorías	Lunes, martes y jueves de 12 a 14 horas		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56337/detalle		
E-mail	fpablos@usal.es	Teléfono	923-294500 ext. 1550

2.- Recomendaciones previas

Se recomienda haber realizado cursos básicos de Geometría Diferencial y Álgebra Lineal.

3.- Objetivos de la asignatura

- Identificar las técnicas fundamentales del álgebra y la geometría diferencial necesarias para la formulación de ecuaciones diferenciales en el ámbito de la teoría de campos.
- Aplicar las principales ecuaciones diferenciales de la teoría de campos en el ámbito de la teoría física.

Competencias

4.1: 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. Los estudiantes sabrán 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.

CB10. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

4.2: Competencias Específicas:

CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original

planteada.

CE5. Construir entre varias personas, con puntos de vista diferentes, modelos matemáticos que respondan a las necesidades colectivas.

CE6. Comparar diversos modelos matemáticos aplicados a un mismo fenómeno y seleccionar el más adecuado para su explicación.

4.3: Competencias Transversales:

5.- Contenidos (temario)

- Tema 1 (Preliminares).- Variedades Diferenciabiles, Fibrados Vectoriales, Derivada de Lie y Diferencial Exterior.

- Tema 2 (Conexiones y Curvatura).- Derivada y diferencial covariante, conexiones lineales, torsión, curvatura, introducción a la Geometría Riemanniana y tensor de Riemann-Christoffel.

- Tema 3 (Ecuaciones Diferenciales en Teoría de Campos).- Formulaciones hamiltoniana, lagrangiana y de Cartan de la mecánica analítica. Relatividad Especial de Einstein. Ecuaciones de Maxwell-Lorenz de un campo electromagnético.

- Tema 4 (Álgebras de Clifford y Operador de Dirac).- Álgebras de Clifford. Grupos Pin y Spin. Fibrado Espinorial. Operador de Dirac.

6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes son acordes a las actividades formativas enmarcadas a la obtención de las competencias que deben adquirir los alumnos a lo largo del máster. Estas metodologías se concretan en las siguientes:

- Las clases serán clases magistrales con colaboración plena del estudiante. El profesor explicará los contenidos y se le pedirá al estudiante implicación en el desarrollo de la materia.
- El aprendizaje se basará en la resolución de ejercicios y problemas de aplicación directa en un principio para continuar con elaboración de modelos nuevos. Explicación de la realidad y análisis.
- El estudiante deberá desarrollar individualmente la elaboración de estrategias y conceptos autónomamente.
- El anterior desarrollo se dirigirá por medio de tutorías sobre el aprendizaje de los alumnos.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		15		20	35
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		7		12	19
Exposiciones y debates		3		9	12
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				9	9
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		25		50	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Libros de consulta para el alumno:

- Lawson, H. Blaine, Jr.; Michelsohn, Marie-Louise Spin geometry. Princeton Mathematical Series, 38. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1989
- Roe, John Elliptic operators, topology and asymptotic methods. Second edition. Pitman Research Notes in Mathematics Series, 395. Longman, Harlow, 1998.
- Nash, Charles; Sen, Siddhartha Topology and geometry for physicists. Reprint of the 1983 edition. Academic Press, Inc. [Harcourt Brace Jovanovich, Publishers], London, 1987

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Se valorará la utilización de las técnicas adecuadas para resolver los problemas planteados. También se valorará la claridad y rigor de las argumentaciones realizadas.
- Se valorará la participación activa en las actividades docentes.

8.2: Sistemas de evaluación:

El sistema de evaluación se concreta en las siguientes pruebas:

- Participación en actividades presenciales. Contribuciones de los estudiantes en las sesiones presenciales, cumplimiento de normas y requisitos y realización de una prueba de teoría y problemas (30%).
- Realización de trabajos. Trabajos realizados individualmente o colaborativamente por los alumnos que podrán ser expuestos en el aula ante el resto de los compañeros (70%).

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Recomendaciones para la evaluación:

- Realizar las actividades sugeridas por el profesorado.
- Participar en todas las actividades docentes.
- El uso de las tutorías es una actividad fundamental para el correcto seguimiento de la asignatura.

Recomendaciones para la recuperación:

- Asistir a tutorías personalizadas con el profesor de la asignatura para aquellos alumnos presentados que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. En dicha tutoría se realizará una programación de las actividades del alumno para alcanzar las competencias de esta asignatura.

9.- Organización docente semanal

TRABAJO FIN DE MÁSTER

1.- Datos de la Asignatura

Código	305897	Plan	2020	ECTS	12
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Cuatrimestre 2
Idioma de impartición asignatura		Español o Inglés			
Área	Matemática Aplicada, Análisis Matemático, Estadística e Investigación Operativa, Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Didáctica de las Matemáticas, Fundamentos del Análisis Económico, Álgebra.				
Departamento	Matemática Aplicada, Matemáticas, Estadística, Informática y Automática, Didáctica Matemática y de las Ciencias Experimentales, Economía e Historia Económica				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Ángel María Martín del Rey	Grupo / s	1
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Despacho nº 2, Departamento de Matemática Aplicada		
Horario de tutorías	6 horas semanales a convenir con los alumnos		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55994/detalle		
E-mail	delrey@usal.es	Teléfono	923294500, ext. 1575

Todos los profesores del Máster participarán en la tutela de Trabajos Fin de Máster. Asimismo, pueden ser cotutores de dichos Trabajos Fin de Máster el personal investigador en las condiciones marcadas por la reglamentación de la Universidad de Salamanca.

2.- Recomendaciones previas

Para la presentación y defensa del Trabajo Fin de Máster es necesario que el estudiante haya superado el resto de las asignaturas matriculadas del Máster.

3.- Objetivos de la asignatura

- Elaborar y redactar un trabajo de investigación en la temática relacionada con el máster.
- Presentar de una manera adecuada ante una audiencia científica un trabajo de investigación en la temática relacionada con el Máster Universitario en Modelización Matemática.
- Defender el trabajo de investigación ante una comisión respondiendo adecuadamente a las preguntas de sus miembros.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
4.1: Competencias Básicas:	4.1: Conocimientos:

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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG1. Reconocer y valorar las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados mediante la modelización matemática, en entornos nuevos o poco conocidos. CG2. Reunir e interpretar datos de carácter matemático que permitan abordar un problema, utilizando técnicas de modelización matemática, en otras áreas del conocimiento científico. CG3. Estructurar adecuadamente un proyecto de modelización matemática, planificando el tiempo y los recursos, humanos y materiales, disponibles. CG4. Presentar, de forma oral y escrita, hipótesis, ideas, procedimientos y conclusiones, de modo claro y coherente, a públicos especializados o no en los métodos de modelización matemática. CG5. Aportar las competencias adquiridas en el campo de la modelización matemática al logro de los objetivos fijados por un equipo, ayudando a mantener un clima de colaboración y respeto mutuos.	
4.2: Competencias Específicas: CE1. Identificar las matemáticas subyacentes en una situación real en un	4.2: Habilidades:

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

entorno específico (medio ambiente, biología, física, industria, educación y economía) mediante suposiciones y generalizaciones, para formalizar un modelo matemático que se ajuste a la situación original planteada. CE2. Valorar la utilización de modelos continuos o discretos, deterministas o estocásticos, o combinaciones de ellos, en el planteamiento y formulación de modelos matemáticos en cada entorno particular. CE3. Interpretar las soluciones matemáticas obtenidas al resolver los modelos planteados en base a la situación inicial, obteniendo así una solución adaptada a la realidad del propuesto que permita validar la efectividad del modelo planteado. CE4. Seleccionar el conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas adecuados para resolver un modelo matemático.	
4.3: Competencias Transversales:	4.3: Competencias:

5.- Contenidos

De acuerdo con el artículo 3 del Reglamento sobre Trabajos Fin de Máster de la Universidad de Salamanca:

1. El TFM forma parte del plan de estudios de todo Máster Universitario como materia o asignatura de un mínimo de 6 y un máximo de 30 créditos ECTS. En ningún caso estas asignaturas podrán ser objeto de reconocimiento de créditos ni de compensación, a excepción de aquellos que se desarrollen específicamente en un programa de movilidad.
2. El estudiantado, de manera autónoma y bajo la orientación de un tutor académico, para concluir el Máster Universitario tendrá que elaborar un trabajo original con el que tiene que demostrar el nivel de dominio de los conocimientos, competencias y habilidades que ha alcanzado al cursar el título universitario oficial de Máster. Podrá adoptar distintas modalidades según la naturaleza de la titulación tales como: proyecto técnico, trabajo experimental, teórico- experimental, trabajos de revisión e investigación bibliográfica, artístico, o cualquier otro que se especifique en la normativa particular de cada Centro, según la naturaleza de la titulación.

6.- Metodologías docentes

El trabajo desarrollado por el estudiante estará orientado en todo momento por su profesor/a tutor/a que le guiará y aconsejará sobre su desarrollo a través de, al menos, reuniones de seguimiento periódicas.

Asimismo, se llevarán a cabo actividades (talleres y seminarios) conducentes a la adquisición de las habilidades y destrezas necesarias para elaborar, exponer y defender con éxito trabajos de investigación.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		10		20	30
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		18		234	252
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2			
TOTAL		30		270	300

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

El tutor indicará y proporcionará todos los materiales bibliográficos necesarios al estudiante para el correcto desarrollo del Trabajo Fin de Máster.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- La calidad científica y técnica de la memoria se valorará entre un 30% y un 50% de la calificación final.
- La exposición oral del trabajo de investigación se valorará entre un 20% y un 40% de la calificación final.
- La defensa oral del trabajo de investigación se valorará entre un 30% y un 50% de la calificación final.

Con la anterioridad suficiente a la exposición y defensa del Trabajo Fin de Máster, la Comisión de Trabajos Fin de Máster hará público el baremo adoptado en cada uno de los puntos anteriores.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Desarrollo, presentación y exposición del Trabajo Fin de Máster.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- Para la elaboración y evaluación del Trabajo Fin de Máster se seguirán las directrices marcadas por la Universidad de Salamanca.
- Asimismo, se deberán tener en cuenta las propias directrices marcadas por la Comisión de Trabajos Fin de Máster y por la Comisión Académica, y que se encuentran en la página web de la asignatura en Studium.

Se recomienda:

- Seguir las indicaciones y orientaciones del profesor/a tutor/a.
- Participar en todas las actividades y talleres propuestos.

Finalmente, en el caso de que un Trabajo Fin de Máster reciba la calificación de suspenso en la convocatoria ordinaria, la Comisión Evaluadora deberá emitir un informe detallado en el que se incluya:

- (1) Motivo de dicha calificación.
- (2) Recomendaciones para la mejora del trabajo de investigación que conduzcan a su

presentación y defensa con éxito en la convocatoria de recuperación.

9.- Organización docente semanal

Complete este apartado si es preciso