



## 1. DATOS GENERALES

**Asignatura:** FÍSICA DE REDES COMPLEJAS Y APLICACIONES INTERDISCIPLINARES

**Código:** 310936

**Tipología:** OPTATIVA

**Créditos ECTS:** 6

**Grado:** 2351 - MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA Y MATEMÁTICAS-FISYMAT

**Curso académico:** 2021-22

**Centro:** 602 - E.T.S. INGENIEROS INDUSTRIALES

**Grupo(s):** 20

**Curso:** 1

**Duración:** C2

**Lengua principal de impartición:** Español

**Segunda lengua:** Inglés

**Uso docente de otras lenguas:**

**English Friendly:** S

**Página web:**

**Bilingüe:** N

Profesor: <b>JUAN ANGEL ALEDO SANCHEZ</b> - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Infante Don Juan Manuel, office 0.C.1	MATEMÁTICAS	2189	juanangel.aledo@uclm.es	
Profesor: <b>GUILLERMO MANJABACAS TENDERO</b> - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Infante Don Juan Manuel. Despacho 1.B.4	MATEMÁTICAS	2172	guillermo.manjabacas@uclm.es	
Profesor: <b>SILVIA MARTINEZ SANAHUJA</b> - Grupo(s): 20				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Facultad de Educación - Departamento de Matemáticas	MATEMÁTICAS	2546	silvia.msanahuja@uclm.es	

## 2. REQUISITOS PREVIOS

No se necesitan conocimientos específicos previos para cursar la materia.

Con carácter general, tendrán acceso a los títulos de Máster Universitario quienes hayan obtenido alguna de las titulaciones que se indican a continuación, conforme a lo dispuesto en el art.- 16 del RD 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por el RD 861/2010, de 2 de julio, por los que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

- Título universitario oficial español
- Título expedido por una institución de Educación Superior perteneciente a otro Estado integrante del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que permita el acceso a enseñanzas de máster oficial.
- Títulos de estudios superiores ajenos al EEES. En este caso será necesaria la homologación a un título universitario oficial español. Si no tiene la homologación, se precisará la comprobación previa por parte de la Universidad de Castilla-La Mancha de que esos estudios corresponde a un nivel de formación equivalente a los títulos universitarios oficiales en España y que faculten, en el país que ha expedido el título, para acceder a estudios de máster oficial. En este último caso, se necesitará solicitar una Autorización al Rector de la Universidad.

Esta normativa se completa con el Reglamento sobre adaptación, reconocimiento y transferencia de créditos de la Universidad de Castilla-La Mancha, aprobado por el Consejo de Gobierno del 18 de junio de 2009, modificado por Acuerdo de Consejo de Gobierno de 21 de febrero de 2012, reglamento se puede encontrar en el siguiente enlace: [www.uclm.es/estudiantes/guiamatricula/pdf/Reconocimientos.pdf](http://www.uclm.es/estudiantes/guiamatricula/pdf/Reconocimientos.pdf) ..

Además, se deberán cumplir los requisitos específicos de acceso establecidos para cada título, que se podrán consultar en la página Web del Máster Universitario en Física y Matemáticas.

El grado o licenciatura en Física o Matemáticas se considera el perfil más adecuado para realizar el máster. Los graduados o licenciados en ciencias e ingenierías afines, tales como Ingeniería de Telecomunicaciones, Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería Química, Ingeniería Matemática, Ingeniería Electrónica, y otras ingenierías, Grado en Química, Grado en Biología y Grado en Estadística, u otras, también pueden realizar el máster, siempre y cuando demuestren los conocimientos mínimos requeridos para cursar con garantías el máster.

## 3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

En todos los países de nuestro entorno se observa una tendencia clara a la creación de estudios interdisciplinarios de alto nivel. Dada la interdisciplinariedad de la ciencia moderna, se consiguen así titulados muy versátiles, que también se adaptan mejor a tecnologías y mercados cambiantes, y se mejoran los procesos de transferencia de tecnología. En muchos campos científicos tienen un papel relevante conceptos matemáticos de la teoría de redes complejas, hoy asociados con algunas de las líneas de investigación más fructíferas por sus aplicaciones a otras Ciencias y a la Ingeniería. En la actualidad la relación entre Física y Matemáticas y otras ciencias está aportando importantes perspectivas y nuevas vías de futuro. La comprensión de la realidad a través de su modelado es un reto fascinante y motivador en campos cercanos y de interesante evolución como la Ingeniería, la Computación, la Medicina, la Biología, la Ecología, las Ciencias Sociales, las Telecomunicaciones, etc. Uno de los propósitos de esta asignatura es potenciar y proporcionar los fundamentos necesarios que permitan conectar con estas líneas de trabajo, introduciendo y analizando los conceptos teóricos que faciliten el aprendizaje en la modelización y la resolución de problemas en estos ámbitos.

El programa de la asignatura trata diferentes tópicos en campos de gran futuro para las matemáticas, tales como redes complejas, sociales o neuronales, con importantes aplicaciones en diversas áreas científicas.

A través de un amplio programa de trabajos dirigidos y de su exposición, la asignatura se plantea la potenciación de las habilidades críticas y la autonomía personal en la investigación.

#### 4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

##### Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
CB06	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
CB07	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB08	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB09	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CE01	Resolver problemas físicos y matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos
CE02	Desarrollar la capacidad de decidir las técnicas adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a la Modelización en Ciencias e Ingeniería, Astrofísica, Física, y Matemáticas
CE03	Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos matemáticos avanzados, y profundizar en los distintos campos de las matemáticas
CE04	Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos físicos avanzados, y profundizar en los distintos campos de la física y astrofísica
CE05	Saber obtener e interpretar datos de carácter físico y/o matemático que puedan ser aplicados en otras ramas del conocimiento
CE06	Mostrar la capacidad necesaria para realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de resultados e ideas nuevas y complejas en el campo de la astrofísica, física, matemáticas y biomatemáticas
CE07	Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de matemáticas y métodos numéricos o computacionales a problemas de biología, física y astrofísica, así como elaborar y desarrollar modelos matemáticos en ciencias, biología e ingeniería.
CE08	Capacidad de modelar, interpretar y predecir a partir de observaciones experimentales y datos numéricos
CG01	Saber trabajar en un equipo multidisciplinar y gestionar el tiempo de trabajo
CG02	Capacidad de generar y desarrollar de forma independiente propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional en el ámbito científico de la Física y Matemáticas
CG03	Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos
CG04	Saber comunicarse con la comunidad académica y científica en su conjunto, con la empresa y con la sociedad en general acerca de la Física y/o Matemáticas y sus implicaciones académicas, productivas o sociales
CG05	Adquirir la capacidad de desarrollar un trabajo de investigación científica de forma independiente y en toda su extensión. Ser capaz de buscar y asimilar bibliografía científica, formular las hipótesis, plantear y desarrollar problemas y elaborar de conclusiones de los resultados obtenidos
CG06	Adquirir la capacidad de diálogo y cooperación con comunidades científicas y empresariales de otros campos de investigación, incluyendo ciencias sociales y naturales
CT01	Fomentar el espíritu innovador, creativo y emprendedor
CT02	Garantizar y fomentar el respeto a los Derechos Humanos y a los principios de igualdad, accesibilidad universal, no discriminación y los valores democráticos y de la cultura de la paz
CT03	Desarrollar el razonamiento crítico y la capacidad de crítica y autocrítica
CT04	Comprender y reforzar la responsabilidad y el compromiso éticos y deontológicos en el desempeño de la actividad profesional e investigadora y como ciudadano
CT05	Capacidad de aprendizaje autónomo y responsabilidad (análisis, síntesis, iniciativa y trabajo en equipo)

#### 5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

##### Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

###### Descripción

- Entender la dinámica de redes complejas generadas por "unión preferencial" (preferential attachment)
- Entender la física subyacente y fenómenos emergentes en las redes neuronales complejas.
- Entender la física subyacente y fenómenos emergentes en otras redes complejas como redes tróficas y redes metabólicas.
- Entender la física subyacente y fenómenos emergentes en redes complejas sociales. Entender la dinámica de la estructura de las redes sociales
- Comprensión del concepto de distribución de probabilidad de nodos y de correlaciones entre nodos en redes complejas.
- Comprensión del concepto de red compleja en física y matemáticas, en particular el concepto grafo aleatorio, red invariante de escala, red pequeño mundo y redes multiplex.
- Capacidad para simular por ordenador diferentes tipos de redes complejas y para estudiar sus propiedades emergentes.

#### 6. TEMARIO

**Tema 1: Introducción a las redes complejas.**

**Tema 2: Redes neuronales.**

**Tema 3: Redes en biología de sistemas. Redes booleanas.**

**Tema 4: Redes en ecología.**

**Tema 5: Redes sociales y económicas.**

7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA							
Actividad formativa	Metodología	Competencias relacionadas	ECTS	Horas	Ev	Ob	Descripción
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]	Combinación de métodos	CB06 CB07 CB09 CB10 CE01 CE02 CE05 CE07 CE08 CT03 CT05	1.48	37	S	N	Desarrollo teórico de los contenidos del curso
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL]	Combinación de métodos	CB06 CB07 CB09 CB10 CE01 CE02 CE05 CE07 CE08 CT03 CT05	0.16	4	S	N	Clases prácticas, de observación o laboratorio
Talleres o seminarios [PRESENCIAL]	Seminarios	CE06 CG06	0.04	1	S	N	Asistencia a posibles conferencias sobre temas relacionados con el curso. Contacto con otros grupos de investigación que utilicen técnicas semejantes o desarrollen investigaciones relacionadas
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA]	Presentación individual de trabajos, comentarios e informes	CB07 CB08 CB09 CB10 CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CT01 CT02 CT03 CT04 CT05	2.16	54	S	S	Resolución de problemas por el alumno sobre los tópicos de cada uno de los temas del curso. Revisión bibliográfica de antecedentes, metodología y recursos y elaboración de un posible trabajo de investigación (hipótesis, antecedentes, objetivos, diseño experimental, metodología, etc.). Visita, crítica e informe acerca de los contenidos de distintos portales Web de grupos de investigación que trabajen en los diferentes temas del curso.
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Trabajo autónomo	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CE01 CE02 CE04 CE05 CE06 CE07 CG01 CG02 CG05 CT01 CT03 CT04 CT05	2.16	54	S	N	Estudio personal autónomo del alumno y preparación para la elaboración trabajos de evaluación.
<b>Total:</b>			<b>6</b>	<b>150</b>			
<b>Créditos totales de trabajo presencial: 1.68</b>			<b>Horas totales de trabajo presencial: 42</b>				
<b>Créditos totales de trabajo autónomo: 4.32</b>			<b>Horas totales de trabajo autónomo: 108</b>				

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES			
Sistema de evaluación	Evaluación continua	Evaluación no continua*	Descripción
Resolución de problemas o casos	80.00%	80.00%	Valoración de las pruebas, ejercicios, prácticas o problemas realizados individualmente a lo largo del curso.
Elaboración de trabajos teóricos	10.00%	10.00%	Realización final de informes, trabajos, proyectos y memorias realizadas de forma individual.
Otro sistema de evaluación	10.00%	10.00%	Valoración de la participación del alumno en los seminarios y sus aportaciones en las actividades desarrolladas.
<b>Total:</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	

\* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 6 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 13.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

**Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:**

**Evaluación continua:**

En la convocatoria ordinaria, la calificación dependerá de las notas parciales obtenidas en los problemas y trabajos presentados (se anunciarán con antelación las fechas de entrega en la plataforma virtual).

**Evaluación no continua:**

Se propondrán unas fechas alternativas cercanas a la fecha de cierre de actas para la entrega de los problemas y los trabajos propuestos, que se anunciarán con suficiente antelación en la plataforma virtual para aquellos alumnos que no hayan seguido la evaluación continua.

**Particularidades de la convocatoria extraordinaria:**

Se seguirán los mismos criterios que en la convocatoria ordinaria.

**Particularidades de la convocatoria especial de finalización:**

Se seguirán los mismos criterios que en la convocatoria ordinaria.

9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL	
No asignables a temas	
Horas	Suma horas
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1

**Comentarios generales sobre la planificación:** Las fechas de inicio y fin son aproximadas. La planificación temporal podrá verse modificada ante causas imprevistas.

**Tema 1 (de 5): Introducción a las redes complejas.**

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	13
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Presentación individual de trabajos, comentarios e informes]	17
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	17

**Periodo temporal:** Semanas 1-5

**Tema 2 (de 5): Redes neuronales.**

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	4
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Presentación individual de trabajos, comentarios e informes]	9
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	9

**Periodo temporal:** Semanas 6-7

**Tema 3 (de 5): Redes en biología de sistemas. Redes booleanas.**

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	5
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Presentación individual de trabajos, comentarios e informes]	7
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	7

**Periodo temporal:** Semanas 8-9

**Tema 4 (de 5): Redes en ecología.**

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	5
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Presentación individual de trabajos, comentarios e informes]	7
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	7

**Periodo temporal:** Semanas 10-11

**Tema 5 (de 5): Redes sociales y económicas.**

Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	10
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Presentación individual de trabajos, comentarios e informes]	14
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	14

**Periodo temporal:** Semanas 12-15

**Actividad global**

Actividades formativas	Suma horas
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Presentación individual de trabajos, comentarios e informes]	54
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	54
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	4
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Combinación de métodos]	37
<b>Total horas: 150</b>	

**10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS**

Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población	ISBN	Año	Descripción
Ricardo Vicente Solé, Susanna C. Manrubia	Orden y caos en sistemas complejos, Volumen 2	Univ. Politèc. de Catalunya		84-8301-431-9	2009	
Juan A. Aledo, S. Martínez and Jose C. Valverde	Parallel Dynamical Systems over Graphs and related topics: A survey <a href="http://dx.doi.org/10.1155/2015/594294">http://dx.doi.org/10.1155/2015/594294</a>				2015	
R. Rodeva	Algebraic and Discrete Mathematical Methods for Modern Biology	Academic Press			2015	
E. Bujalance y otros	Elementos de matemática discreta	Sanz y Torres		84-96094-61-8	2005	
J.A. Aledo, J. Penabad, J.C. Valverde y J.J. Villaverde	Ejercicios de Álgebra y Matemática Discreta I	Alpeviva			2001	
J.A. Aledo, J. Penabad, J.C. Valverde y J.J. Villaverde	Álgebra y Matemática Discreta	Alpeviva			2002	
Jordán Lluch, Cristina	Introducción a la teoría de grafos y sus algoritmos	Reverté Universidad Politécnica de Valencia		84-7721-438-7	1996	
K. Erciyes	Complex networks. An algorithmic perspective	CRC Press		978-1-4665-7167-9	2015	