



**D.^a ELENA MACULAN, SECRETARIA GENERAL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA,**

C E R T I F I C A: Que en la reunión del Consejo de Gobierno, celebrada el día veintisiete de octubre de dos mil veintitrés, fue adoptado, entre otros, el siguiente acuerdo:

06. Estudio y aprobación, si procede, de las propuestas del Vicerrectorado de Ordenación Académica.

06.03. El Consejo de Gobierno aprueba la modificación de la memoria del "Máster Universitario en Física Avanzada", según anexo.

Y para que conste a los efectos oportunos, se extiende la presente certificación haciendo constar que se emite con anterioridad a la aprobación del Acta y sin perjuicio de su ulterior aprobación en Madrid, a treinta de octubre de dos mil veintitrés.

D^a. María del Mar Desco Menéndez, Secretaria de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Educación a Distancia,

CERTIFICA

Que en la Junta de Facultad celebrada el veintinueve de septiembre de dos mil veintitrés fue adoptado, entre otros, el siguiente acuerdo:

- Aprobación de la Propuesta de modificación del plan de estudios del **“Máster Universitario en Física Avanzada”**. Se adjunta la memoria.

Y para que conste a los efectos oportunos, se extiende la presente certificación haciendo constar que se emite con anterioridad a la aprobación del Acta y sin perjuicio de su ulterior aprobación en Madrid, veintinueve de septiembre de dos mil veintitrés.

Fdo.: M^a del Mar Desco Menéndez

Máster Universitario en Física Avanzada

Propuesta de modificación de título

Comisión de Coordinación

Septiembre 2023

#SOMOS2030

www.uned.es

UNED



Introducción

Resumen ejecutivo

El Máster Universitario en Física Avanzada (en adelante, MFA) obtuvo en septiembre de 2019, por parte de la ANECA, el informe FAVORABLE de evaluación de la solicitud de verificación de plan de estudios oficial. Desde su implantación en la UNED, se han observado elementos de mejora, fruto tanto del interés de los estudiantes como de la renovada plantilla de profesorado en la Facultad de Ciencias.

En primer lugar, se ha constatado el interés por el plan de estudios no solo de graduados en Física, sino también graduados en Química, Matemáticas o Ingeniería. La gran variabilidad de los planes formativos en las distintas universidades españolas y extranjeras requiere establecer criterios cuantitativos para asegurar que los estudiantes admitidos al título disponen de los requisitos previos de aprendizaje requeridos para superar satisfactoriamente el título. El conocimiento del inglés es, además, requisito fundamental para poder aprovechar las asignaturas.

En segundo lugar, tanto el actual profesorado implicado en la docencia como el nuevo profesorado incorporado en estos últimos años han propuesto acciones de mejora en las asignaturas e, incluso, la impartición de nuevas asignaturas.

Por último, se ha detectado la necesidad de aclarar información sobre los distintos itinerarios curriculares del título.

Por estos motivos, transcurridos cuatro años desde su aprobación por parte de la ANECA, la Comisión de Coordinación del título considera adecuado promover una modificación del plan de estudios, que contribuirá a la mejora de la calidad de este.

Listado de cambios propuestos

1. Modificación del apartado 4.2.2. Requisitos específicos de acceso al máster.
2. Modificación del apartado 4.2.3. Criterios de admisión.
3. Modificación del apartado 5.1.3. Itinerarios formativos.
4. Modificación del título de la asignatura optativa «Mecánica estadística de fluidos complejos», de la especialidad de Física de Fluidos.
5. Modificación del título de la asignatura optativa «Efectos relativistas en espacio-tiempo curvos», de la especialidad de Física Teórica.
6. Modificación de los contenidos de la asignatura optativa «Efectos relativistas en espacio-tiempo curvos», de la especialidad de Física Teórica.
7. Alta de la asignatura optativa «Fenómenos colectivos cuánticos», de la especialidad de Física Teórica.
8. Alta de la asignatura optativa «Mecánica de fluidos computacional», de la especialidad de Física de Fluidos.

Requisitos de acceso y criterios de admisión

Justificación de los cambios

Tras la experiencia acumulada en el MFA, se constata que los criterios de admisión deben aclarar los requisitos mínimos de formación de los estudiantes admitidos. En efecto, los actuales criterios indican que:

«La titulación de acceso preferente es la de graduado o licenciado en Física. Si existe suficiente formación acreditada en estudios propios de una titulación de física, también se considerará la admisión de estudiantes con titulaciones de graduado o licenciado en Matemáticas, graduado o licenciado en Química, Ingeniero superior o áreas afines».

La Comisión de Coordinación del título ha observado dos situaciones reseñables que se ven afectadas por este criterio:

1. La adecuación curricular de estudiantes licenciados en Física, con titulaciones anteriores al RD 1393/2007, correspondientes a planes de estudio que datan de hace más de 50 años y titulaciones obtenidas en muchos casos hace más de 30 años.
2. La cuantificación de afinidad en los estudios posteriores al RD 1393/2007, en el caso de graduados en Química, Matemáticas, o Ingeniería, tanto pertenecientes al EEES como ajenos a él.

En el primer caso, al tratarse de un criterio preferente de admisión, la baremación actual implica, de facto, la admisión de licenciados en Física cualquiera que sea su formación previa y el grado de actualización de conocimientos. Esto ocurre a pesar de las sucesivas modificaciones de los planes de estudio fruto no solo de cambios legislativos, sino de adaptación de materias al avance del conocimiento. El plan de estudios del MFA contempla asignaturas que requieren una adecuada actualización de conocimientos en computación cuántica, métodos numéricos avanzados, ciencia y el análisis de datos, etc. La Comisión de Coordinación ha tenido constancia de dificultades de aprendizaje debido a la falta de conocimiento de los requisitos previos en las asignaturas más actuales. Analizando caso por caso, se observa una fuerte correlación en el caso de estudiantes con titulaciones previas a la adaptación al EEES. Por este motivo, se hace necesario requerir una adecuada actualización de conocimientos a través de cursos de especialización, experiencia profesional, etc., que permitan asegurar la idoneidad de los candidatos.

En el segundo caso, la adaptación al EEES ha supuesto la creación de multitud de nuevas titulaciones con contenidos científico-técnicos. Sin embargo, no todas ellas cubren con suficiente amplitud los requisitos previos de formación de las asignaturas del título. A pesar de que la Comisión de Coordinación ha buscado criterios específicos para cuantificar la adaptación de los títulos a los requisitos del máster, la baremación actual adolece de mecanismos efectivos para su control, lo que tiene efectos perniciosos tanto en los equipos docentes como en los propios estudiantes, al encontrarse ambos con problemas de adaptación al nivel exigido en un título de máster especializado en Física.

Por todos estos motivos, se hace necesaria una reestructuración de los criterios de admisión, que tengan en cuenta dos aspectos diferenciados:

1. La adecuada actualización de conocimientos en el caso de estudiantes provenientes de planes de estudio anteriores al RD 1393/2007, ponderando la idoneidad de la titulación de acceso por la fecha de finalización de los estudios.
2. La aclaración de la formación necesaria en materias de física que han debido cursar los candidatos para poder ser admitidos en el título.

Otro aspecto fundamental que debe incluirse en los criterios de admisión es la acreditación de conocimientos en inglés, a nivel intermedio o avanzado. El carácter de introducción a la investigación del título hace que gran parte de los contenidos de las distintas asignaturas estén en inglés. Esto es especialmente importante en el caso de artículos científicos y bibliografía (básica y complementaria). Al tratar en las asignaturas temas de actualidad en la comunidad científica, no es fácil (a veces, ni siquiera posible) encontrar versiones en español de los contenidos relevantes. También es frecuente invitar a conferenciantes para tratar temas de interés científico, que suelen impartir sus lecciones magistrales y sus exposiciones en inglés. La asignatura «Trabajo Fin de Máster», es igualmente singular, ya que la elaboración del trabajo exige con frecuencia la lectura de textos solo disponibles en inglés, idioma estándar en la comunidad científica.

Aunque muchas asignaturas indican en sus respectivas guías la necesidad de conocer el idioma, se han dado casos de estudiantes que, con posterioridad a la matrícula, muestran su disconformidad con la lectura de textos en inglés. Por este motivo, consideramos relevante indicar, con carácter previo a la admisión, la necesidad de contar con suficientes destrezas en el idioma que permitan el seguimiento de todas las asignaturas y la elaboración del Trabajo Fin de Máster con garantías de éxito. El nivel exigido (B1 según el Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas) indica las siguientes competencias:

«Es capaz de comprender los puntos principales de textos claros y en lengua estándar si tratan sobre cuestiones que le son conocidas, ya sea en situaciones de trabajo, de estudio o de ocio. Sabe desenvolverse en la mayor parte de las situaciones que pueden surgir durante un viaje por zonas donde se utiliza la lengua. Es capaz de producir textos sencillos y coherentes sobre temas que le son familiares o en los que tiene un interés personal. Puede describir experiencias, acontecimientos, deseos y aspiraciones, así como justificar brevemente sus opiniones o explicar sus planes».

Es importante reseñar que la necesidad de acreditar el conocimiento de inglés (nivel intermedio o superior) ya consta en los planes de estudios de grado desde la implantación del RD 1393/2007, por lo que este requisito no debe afectar a la mayoría de los estudiantes interesados en el título. Solo en el caso de licenciados anteriores al EEES resulta necesario establecer un requisito que garantice el conocimiento del idioma y permita superar satisfactoriamente las asignaturas.

Nueva redacción¹

4.2. REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

4.2.1. Acceso a las enseñanzas oficiales de máster

Los requisitos son los establecidos en el artículo 16.1 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales: “Para acceder a las enseñanzas oficiales de máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior perteneciente a otro Estado integrante del Espacio Europeo de Educación Superior que faculte en el mismo para el acceso a enseñanzas de máster”.

Así mismo, podrán acceder los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la Universidad de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles, y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas de máster.

4.2.2. Requisitos específicos de acceso al máster

La titulación de acceso preferente es la de *graduado en Física*. Si existe suficiente formación acreditada en estudios propios de una titulación de física, también se considerará la admisión de estudiantes con otras titulaciones *científico-técnicas*. *En este caso, será requisito indispensable haber superado un mínimo de créditos en asignaturas propias del plan de estudio de graduado en Física, consideradas necesarias para seguir adecuadamente el máster, como, por ejemplo, termodinámica, física estadística, física/mecánica de fluidos, física/mecánica cuántica, etc. Para titulados anteriores al RD 1393/2007, además de cumplir con el requisito anterior, se requerirá una adecuada actualización de conocimientos de física por experiencia profesional, titulaciones adicionales recientes, carrera investigadora, etc.*

Dado el carácter de introducción a la investigación del máster, será también necesario acreditar conocimientos de inglés equivalentes al nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas (MCER), ya sea por certificaciones oficiales o por experiencia profesional en el extranjero por un periodo mínimo de 2 años.

¹ Se muestran *en cursiva y con otro color* los cambios propuestos en la redacción del epígrafe.

4.2.3. Criterios de admisión

La admisión y selección de estudiantes en el Máster Universitario en Física Avanzada estará basada en la formación académica y en la valoración del Currículum Vitae del solicitante. Será realizada por la Comisión de Coordinación del *título*, que además asignará a cada uno de los estudiantes admitidos un Tutor de Máster. El Tutor de Máster asesorará al estudiante, durante la duración de sus estudios, sobre la realización de las asignaturas convenientes que le permitan desarrollar una línea curricular adaptada a las necesidades y objetivos del interesado. La Comisión podrá requerir, en casos excepcionales, una entrevista con el solicitante antes de aceptar o denegar la admisión.

La valoración de los criterios de admisión es la siguiente:

- *Adecuación de la titulación que da acceso al máster, ponderada por la fecha de finalización de los estudios: hasta 6 puntos.*
- *Nota media del expediente académico, en escala de 1 a 4: hasta 1 punto.*
- *Experiencia profesional, formación académica adicional y carrera investigadora en áreas afines al máster, realizadas con posterioridad a la obtención del título de grado o licenciado: hasta 3 puntos.*

Será necesario obtener una calificación mínima de 5 puntos para ser admitido en el máster.

En el caso de estudiantes con necesidades educativas especiales derivadas de alguna discapacidad, se les brindarán los servicios de apoyo y asesoramiento adecuados, que evaluarán la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos. Para este tipo de estudiantes la UNED dispone de un Centro de Atención a Universitarios con Discapacidad (UNIDIS), servicio dependiente del Vicerrectorado de Estudiantes de la UNED, cuyo objetivo principal es que los estudiantes con discapacidad que deseen cursar estudios en esta Universidad puedan gozar de las mismas oportunidades que el resto de estudiantes de la UNED. Con este fin, UNIDIS coordina y desarrolla una serie de acciones orientadas a la asistencia, apoyo y asesoramiento que les permita, en la medida de lo posible, un desenvolvimiento pleno en el ámbito de la vida universitaria. UNIDIS sirve de interlocutor a los estudiantes con necesidades educativas especiales, solicitando al profesorado la preparación de material didáctico específico o de exámenes especiales (con respuesta en cinta de audio, escrito con ordenador, etc.).

Modificación de los itinerarios formativos

Justificación de los cambios

Una de las preguntas recurrentes por parte de los estudiantes del título es la vinculación entre la asignatura «Trabajo Fin de Máster» y las menciones de especialidad disponibles. En la actualidad, en la Memoria de Verificación se indica, al respecto de las menciones, lo siguiente:

«Para poder optar a una mención de especialidad un estudiante deberá cursar, al menos, 24 créditos ECTS (4 asignaturas de 6 créditos) del módulo del mismo nombre».

Aunque la Memoria de Verificación no lo menciona explícitamente, resulta coherente con el sentido de las especialidades que el Trabajo Fin de Máster deba desarrollarse en un área afín a alguna de ellas para obtener la mención específica. En ese sentido, es recomendable que este extremo quede explícitamente desarrollado en la memoria de verificación del título.

Nueva redacción²

5.1.3. Itinerarios formativos

El programa de estudios contempla tres especialidades:

- Especialidad en Física Teórica
- Especialidad en Física Computacional
- Especialidad en Física de Fluidos

Para poder optar a una mención de especialidad un estudiante deberá cursar, al menos, 24 créditos ECTS (4 asignaturas de 6 créditos) del módulo del mismo nombre. *Además, el Trabajo Fin de Máster deberá ser afín a la especialidad a la que opta para la mención.*

La transversalidad de las distintas asignaturas ofertadas permite que algunas de ellas puedan considerarse adscritas a varias especialidades, lo que quedará indicado en las distintas guías de las asignaturas para trazar un itinerario recomendado para los estudiantes en función de sus intereses, disponibilidad, y formación académica previa.

Un estudiante que curse menos de 24 créditos de un mismo módulo de especialidad, *o que curse el Trabajo Fin de Máster en un área no afín a dicho módulo*, podrá obtener el título de Máster Universitario en Física Avanzada, sin que se le asocie ninguna especialidad a la titulación obtenida.

² Se muestran *en cursiva y con otro color* los cambios propuestos en la redacción del epígrafe.

Modificaciones de asignaturas del plan de estudios

Mecánica estadística de fluidos complejos

La asignatura «Mecánica estadística de fluidos complejos» es una asignatura optativa, cuatrimestral, impartida en el primer semestre, que forma parte del módulo de Física de Fluidos. Los contenidos de la asignatura, según constan en la memoria de verificación, son los siguientes:

1. Introducción a la teoría del granulado.
2. Aspectos matemáticos de la teoría del granulado.
3. La estructura GENERIC.
4. Hidrodinámica de fluidos simples.
5. Hidrodinámica de mezclas.
6. Suspensiones coloidales.
7. Disoluciones poliméricas.

Los contenidos de la asignatura cubren una gama amplia de temas, no solo de fluidos complejos, sino también representaciones de grano grueso para sistemas en general. Por este motivo:

*Se propone la modificación del título de la asignatura, de modo que pase a denominarse **«Mecánica estadística fuera del equilibrio: la teoría del coarse-graining»**.*

Este nuevo título utiliza además una terminología más moderna, que es más probable que sea llamativa para futuros estudiantes. Esperamos que la nueva denominación suponga una mejora en el título al reflejar mejor la naturaleza de la asignatura.

Efectos relativistas en espacio-tiempo curvos

La asignatura «Efectos relativistas en espacio-tiempo curvos» es una asignatura optativa, cuatrimestral, del segundo semestre, que se imparte en el módulo de Física Teórica. Los contenidos de la asignatura, según constan en la memoria de verificación, son los siguientes:

1. Bosonización.
2. Transiciones cuánticas de fase.
3. Fenómenos críticos.
4. Sistemas fuertemente correlacionados.
5. Entrelazamiento cuántico. Entropía.

Se ha detectado que, por un error de transcripción, los contenidos que constan en la Memoria de Verificación no se corresponden con la temática de la asignatura. Este error material se ha comunicado a la ANECA de modo que puedan impartirse los contenidos correctos, por lo que es necesario hacer una modificación que recoja estos cambios. Por este motivo:

Se propone la modificación de los contenidos de la asignatura, que pasan a ser los siguientes:

1. *Observables y observadores en espacio-tiempo relativistas. Dinámica del observador, medidas locales y no locales y aplicaciones.*
2. *Teorías de campo en espacio-tiempo curvos. Cuantización, acción efectiva y aplicaciones.*
3. *Introducción a la cuantización de la gravedad. Cuantización del espacio-tiempo, formulación efectiva del campo, y límite no relativista.*

Estos contenidos reflejan además el interés de los estudiantes en tener una visión más generalista de las propiedades físicas del espacio-tiempo, no tan centrada en los aspectos matemáticos, que permita una visión más amplia, con más contenido físico y menos formulación matemática. Este nuevo enfoque recomienda usar un nuevo título para la asignatura. Por este motivo:

*Se propone la modificación del título de la asignatura, de modo que pase a denominarse **«Física en espacio-tiempo curvos»**.*

Incorporación de nuevas asignaturas

Fenómenos colectivos cuánticos

La asignatura «Fenómenos colectivos cuánticos» ha sido propuesta por dos profesores que actualmente forman parte de equipos docentes de otras asignaturas del título. Esta propuesta, de gran interés por parte de los estudiantes, encuentra su encaje en el módulo de Física Teórica, aumentando la optatividad en esta especialidad. Se trata de una asignatura muy demandada por parte de la sociedad, al servir de introducción para el desarrollo de las modernas tecnologías cuánticas. Enlaza adecuadamente con la asignatura de «Introducción a la información y computación cuánticas», ya presente en el título.

Datos básicos

Denominación Fenómenos colectivos cuánticos

Carácter Optativa

ECTS 6

Unidad temporal Semestral (primer cuatrimestre)

Especialidades Física Teórica

Resultados de aprendizaje

- Analizar fenómenos colectivos cuánticos reales empleando las herramientas conceptuales apropiadas.
- Modelizar sistemas cuánticos complejos fuertemente correlacionados, empleando las herramientas matemáticas y numéricas adaptadas a cada situación.
- Comprender la discusión física y matemática en los artículos sobre física de fenómenos colectivos cuánticos.
- Discutir la viabilidad de las diversas propuestas de tecnologías cuánticas de forma rigurosa.

Contenidos

1. Conceptos de la física estadística de sistemas complejos, clásicos y cuánticos: propiedades emergentes, grupo de renormalización, transiciones de fase, etc.
2. Modelización de sistemas cuánticos de muchos cuerpos. Correlaciones y entrelazamiento. Transiciones de fase cuánticas.

3. Métodos matemáticos y numéricos: teoría de campos, Monte-Carlo, redes tensoriales, teoría de matrices aleatorias.
4. Aplicaciones en física de la materia condensada: magnetismo, sistemas desordenados, superconductividad y superfluidez, fases topológicas, efecto Casimir.
5. Aplicaciones en óptica cuántica: coherencia, láser, redes ópticas.
6. Aplicaciones en tecnologías cuánticas: simuladores cuánticos, computación, metrología y termodinámica cuántica.

Observaciones

- Es muy conveniente que los estudiantes hayan cursado al menos dos cuatrimestres de «Física cuántica» y uno de «Física estadística», ya sea en grado o en máster. En caso de no haberlo hecho se proporcionará material para ayudar a la nivelación.
- Es requisito imprescindible poder leer textos científicos en inglés, así como conocer algún lenguaje de programación (Fortran, C/C++, Python, Octave/Matlab...).

Competencias

- 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.
- CB6 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CB9 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CG7 Adquirir los conocimientos necesarios en Física Avanzada para incorporarse a un grupo de investigación o a empresas.
- CE5 Analizar una situación compleja extrayendo cuáles son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.
- CE8 Modelar y simular fenómenos físicos complejos por ordenador.
- CE9 Comprender y relacionar los diferentes tipos de descripción (microscópica, mesoscópica y macroscópica) de los fenómenos físicos.

- CE15 Adquirir una formación avanzada orientada a la especialización investigadora y académica que le permitirá acceder al doctorado.

Actividades formativas

- A01 Estudio del material básico y complementario. Ejercicios prácticos (80 horas).
- A02 Búsqueda autónoma y selección de bibliografía específica relacionada con los contenidos de la asignatura (20 horas).
- A03 Participación en foros y comunicaciones con equipo docente y otros estudiantes (10 horas).
- A04 Realización de tareas evaluables (40 horas).

Sistema de evaluación

- E01 Trabajos (50%).
- E05 Problemas (50%).

Mecánica de fluidos computacional

La asignatura «Mecánica de fluidos computacional» ha sido propuesta por dos profesores, uno de los cuales imparte docencia actualmente en otras asignaturas del título. Esta propuesta, dentro de la especialidad de Física de Fluidos, aumenta la optatividad del módulo y complementa a las asignaturas «Fenómenos de transporte: técnicas de simulación en fluidos» y «Métodos cuánticos en sistemas poliatómicos», al tratar desde un punto de vista computacional fenómenos que se estudian de forma teórica en otras asignaturas de la especialidad. La propuesta tiene un gran interés dentro de la comunidad de física de fluidos.

Datos básicos

Denominación Mecánica de fluidos computacional

Carácter Optativa

ECTS 6

Unidad temporal Semestral (primer cuatrimestre)

Especialidades Física de Fluidos

Resultados de aprendizaje

- Conocer las principales técnicas de la Mecánica de fluidos computacional.
- Saber simular flujos sencillos mediante programación.
- Saber simular flujos avanzados mediante el uso de software específico de CFD.
- Saber interpretar los resultados, y discriminar soluciones erróneas o insuficientemente convergidas.
- Comprender la física de los problemas planteados y de los resultados.
- Seleccionar críticamente las mejores herramientas para resolver un problema dado.

Contenidos

1. Introducción: Ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos y CFD.
2. Herramientas de la Mecánica de fluidos computacional.
3. Métodos habituales de discretización: niveles de aproximación, estabilidad y convergencia.
4. Volúmenes y elementos finitos.

5. Aplicaciones: Uso de paquetes de software de CFD validados.

Observaciones

- Se requiere haber cursado previamente asignaturas de «Mecánica de fluidos» y de «Física computacional» o de programación.

Competencias

- CG1 Comprender conceptos avanzados de física y demostrar, en un contexto de investigación científica altamente especializada, una relación detallada y fundamentada entre los aspectos teóricos y prácticos y la metodología empleada en este campo.
- CG2 Elaborar un trabajo escrito con datos bibliográficos, teóricos y/o experimentales, escribiendo un resumen o articulado en extenso (tal y como se realizan los artículos científicos), formulando hipótesis razonables, composiciones originales y conclusiones motivadas.
- CG3 Comunicar con claridad y rigor los resultados de un trabajo de investigación de forma tanto oral como escrita.
- CG4 Utilizar bibliografía y fuentes de información especializada, propias del ámbito de conocimiento de la física, manejando las principales bases de datos de recursos científicos.
- CG5 Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.
- CE3: Modelizar sistemas de alto grado de complejidad. Identificar variables y parámetros relevantes y realizar aproximaciones que simplifiquen el problema. Construir modelos físicos que describan y expliquen situaciones en ámbitos diversos.
- CE6: Resolver problemas algebraicos, de resolución de ecuaciones y de optimización mediante métodos numéricos.
- CE8: Modelar y simular fenómenos físicos complejos por ordenador.
- CE10: Comprender las propiedades cualitativas de las soluciones a las ecuaciones de la física (sus tipos, estabilidad, singularidades, etc.) y su dependencia de los parámetros que definen un sistema físico.
- CE12: Analizar críticamente resultados experimentales, analíticos y numéricos en el campo de la física avanzada.



Actividades formativas

- A01 Estudio del material básico y complementario. Ejercicios prácticos (40 horas).
- A03 Participación en foros y comunicaciones con equipo docente y otros estudiantes (10 horas).
- A04 Realización de tareas evaluables (50 horas).
- A06 Elaboración trabajo fin de curso (50 horas).

Sistema de evaluación

- E01 Trabajos (50%).
- E03 Trabajo de Investigación final (40%).
- E04 Test online (10%).