



5 Planificación de las enseñanzas

5.1 Descripción general del plan de estudios.

a. Descripción general del plan de estudios.

Preámbulo

Los estudios de Máster buscan una sólida formación especializada en ámbitos que permitan a nuestros estudiantes la capacitación académica, profesional o investigadora. El Título de Máster en Física se enmarca en esta última línea de carácter investigador. Este título **tiene su origen** en la adaptación al R.D. 861/2010 del título de "Máster en Instrumentación en Física", presentado y aprobado por la ANECA en noviembre de 2005, de acuerdo con el entonces vigente R.D. 56/2005 y adaptado posteriormente al R.D. 1393/2007. Este Título de Máster se originó en 2005 como adaptación del Programa de Doctorado de Física de la Universidad de Valladolid que ostentaba en esos momentos la mención de calidad (MCD-2005 00270). La filosofía, contenidos y profesorado prácticamente no se modificaron en su momento. Este doctorado fue renovando su mención de calidad en todas las convocatorias posteriores, hasta que éstas desaparecieron en 2010.

El título que se presenta ahora hereda la misma filosofía de plantear una vía de marcado carácter de investigación fundamentalmente a los alumnos graduados en Física o en el doble grado en Física y Matemáticas, facilitándoles el acceso al Programa de Doctorado en Física. **Por lo tanto creemos que esta actualización ofrece una mejora considerable y un avance muy importante para los alumnos graduados, aumentando considerablemente la oferta de contenidos, ofreciendo además la posibilidad de cursar asignaturas elegidas a su libre albedrío o de seguir uno de los tres bloques de especialización que sirven de orientación al alumno en diversas orientaciones laborales.**

La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Educación Superior ya está necesitando investigadores y profesionales flexibles que puedan adaptarse con rapidez a los cambios que continuamente se están produciendo en el mercado de trabajo. El Programa de Doctorado en Física que se imparte actualmente en la Universidad de Valladolid y al cual da paso directo éste, ha demostrado históricamente con creces que no sólo es capaz de afrontar este tipo de retos, sino que puede superarlos brillantemente.

Objetivos Formativos y perfil de competencias

Se propone un Máster de especialización diversificada que desarrolla **tres** ramas de la Física actual, poniendo especial énfasis en aquellas que actualmente desarrollan los diferentes grupos de investigación que apoyan este título: i) Física experimental, ii) Física Teórica y iii) Física computacional. Esta última se incluye en los módulos de especialización ya que las técnicas de simulación por computador ocupan una parcela relevante en este contexto y permiten en algunos casos una visión amplia de los fenómenos físicos con un coste muy inferior al necesario para llevar a cabo experiencias reales en un laboratorio. Se desarrollan las técnicas de caracterización de materiales, con especial hincapié en los relacionados con el mundo de la nanociencia y nanotecnología. Y se profundiza en diversos aspectos de la Física Matemática, relacionados con aspectos clásicos, cuánticos, relativistas y cosmológicos. La inserción del módulo de Atmósfera y Clima supone abarcar una línea de investigación que actualmente representa un reto para el conocimiento de nuestro planeta y sobre el que existe una gran necesidad de conocimiento para la adopción de medidas a nivel global planetario.

En este Máster se mantiene la filosofía que inspiró en su día la estructura del correspondiente Programa de Doctorado en Física: cursos de especialización impartidos por investigadores de diferentes áreas de conocimiento y que son de utilidad para los alumnos que los cursan con independencia del grupo de investigación en el que se integran. El Título de Máster en Física se ha concebido para que los alumnos que lo cursen puedan situarse en la vanguardia de alguno de los principales retos del conocimiento, que deberá afrontar nuestra sociedad como consecuencia del efecto globalizador de la ciencia y la tecnología. La propuesta que se presenta persigue los siguientes objetivos básicos:

- Presentar una estructura coherente que abarque el mayor ámbito posible de las líneas más actuales de la Física, a través de un módulo obligatorio que establezca unas bases mínimas de estudio y a través de tres módulos de especialización i) Física de la Atmósfera y Clima, ii) Física de Materiales y iii) Física Matemática, en los que se desarrollan las líneas de investigación de frontera del conocimiento actual. Nótese que las tres líneas de especialización no son excluyentes para el alumno, de forma que hay diversos itinerarios posibles donde el alumno puede encontrar respuesta a sus expectativas cursando las asignaturas de los módulos de forma entremezclada. Únicamente se impone la condición de cursar un número mínimo de asignaturas de un solo módulo en el caso en que el alumno desee recibir mención de especialidad.
- Ofrecer un Título cuyos contenidos permitan, por una parte, que los alumnos que se incorporan a los



diferentes Departamentos con intención de iniciar su carrera académica/investigadora reciban una sólida formación independientemente del tópico específico de su trabajo doctoral, y, por otra, atraer alumnos procedentes de otros ámbitos diferentes al estrictamente académico, y en particular del ámbito tecnológico e industrial.

- Conseguir que los alumnos alcancen una sólida formación en Física, como extensión y profundización de los conocimientos adquiridos en el Grado y puedan aplicarlos en alguna de las tres líneas de especialización diferentes: i) el estudio de la atmósfera y el clima así como las técnicas de medida de sus componentes, lo cual significa un reto actual en el estudio de las condiciones de habitabilidad de nuestro planeta, ii) el estudio de materiales, que se encuentra tan ligado a la tecnología actual, y iii) la profundización en diversas ramas de la Física Matemática y sus aplicaciones en el estudio tanto de problemas ya clásicos como de otros situados en la vanguardia del conocimiento. Las tres especialidades mencionadas son de gran actualidad e importancia si se tiene en cuenta que los laboratorios de universidades, de centros tecnológicos y de empresas necesitan cada vez más de especialistas en estos tres ámbitos.
- Ofrecer Cursos que puedan resultar de interés para alumnos de otros Programas de carácter científico-técnico impartidos en ésta u otras universidades.

Estructura de los estudios y organización de las enseñanzas

a) Estructura de Contenidos

El Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, establece en su introducción que las universidades pueden contemplar en el diseño de sus títulos especialidades (en el caso de los títulos de máster), alusivos a una concreta intensificación curricular. El caso de título que se presenta se contempla 3 especialidades compuesta por asignaturas optativas, pero dejando claro que el alumno en ningún momento estará obligado a elegir una especialidad, ya que puede diseñar a su gusto la elección de las optativas.

La estructura del Máster está esquematizada en dos niveles: Módulos y Asignaturas; no parece procedente considerar el nivel de Materias debido a la transversalidad del programa de contenidos con la que se ha diseñado el Máster; sin embargo sí parece adecuado introducir el nivel de Módulo para orientar así los posibles itinerarios de especialización accesibles a los alumnos.

La propuesta de Máster en Física contiene 5 módulos, dos obligatorios y tres optativos, que son los siguientes:

- Módulo común:** que deben cursar todos los alumnos del Máster, formado por tres asignaturas de carácter obligatorio que establece las bases mínimas necesarias para los tres módulos de especialización.
- Especialización en **Física de la Atmósfera y Clima:** módulo basado en el desarrollo de la física de la atmósfera y las técnicas de medida, tanto desde tierra como desde satélite, de sus componentes; todo ello con el objetivo de presentar las últimas investigaciones en el estudio del cambio climático.
- Especialización en **Física de Materiales:** módulo basado en el desarrollo de asignaturas cuyo contenido está relacionado con el estudio y caracterización física de los materiales.
- Especialización en Física Matemática: módulo de especialización basado en la profundización en técnicas matemáticas específicas aplicadas a problemas de la física teórica.
- Trabajo Fin de Máster: obligatorio para todos los alumnos.

Las competencias adquiridas en toda la titulación están sustentadas por las competencias básicas del Título:

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

A continuación desglosamos las asignaturas de cada módulo, con su peso en créditos ECTS:

Asignaturas del Módulo común:

Computación en Física	3 ECTS
Metodología científica y transferencia del conocimiento	3 ECTS
Análisis de datos y técnicas <i>Big Data</i> en Física	3 ECTS



En estas asignaturas se considera 1 ECTS=25 horas de dedicación, por parte del alumno. La asignatura "Metodología científica y transferencia del conocimiento" es puramente teórica, pero las otras dos tienen una parte práctica en laboratorio de informática, como se explicará más adelante.

Este módulo tiene el objetivo de establecer los conceptos básicos transversales necesarios por las asignaturas de los tres bloques de especialización que siguen. Por un lado se desarrollarán técnicas de computación generales usadas en la Física en un nivel más avanzado que lo que se imparte en el Grado en Física, Por otro lado, mediante una combinación equilibrada de teoría y práctica, los estudiantes aprenderán a aplicar los más modernos métodos estadísticos y computacionales, identificando patrones y extrayendo conocimiento valioso de conjuntos de datos complejos. También serán capaces de realizar proyectos y soluciones Big Data recolectando grandes volúmenes de datos, almacenándolos y procesándolos. También se dará una introducción al método científico y todo lo que comporta, así como a los rudimentos de transferencia de tecnología, incidiendo en las herramientas de apoyo y legislación al respecto.

Por lo que se refiere a la adquisición de competencias por parte de los alumnos, este módulo incluye todas las competencias generales, definidas en el apartado 3 de esta memoria y la mayor parte de las competencias específicas, haciendo especial hincapié en:

- Comprensión de las bases científicas de la computación.
- Capacidad de diseño e integración de sistemas de instrumentación en el ámbito científico y tecnológico.
- Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso.
- Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados.
- Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples.
- Capacidad para optimizar recursos.
- Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia.
- Conocimiento de los enfoques de interpretación de resultados físicos de sistemas complejos.
- Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.
- Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.

Todas estas competencias fueron definidas como específicas al tratarse de competencias vinculadas al desarrollo de aspectos avanzados en el estudio de la Física y una vez que los alumnos provienen de un grado con una formación más generalista.

Asignaturas del Módulo de especialización en "Física de la Atmósfera y Clima":

Termodinámica de la atmósfera	3 ECTS
Dinámica de la atmósfera	3 ECTS
Caracterización de Aerosoles y sus interacciones	3 ECTS
Transferencia radiativa	3 ECTS
Instrumentación y medida de parámetros atmosféricos.	6 ECTS
Teledetección atmosférica	6 ECTS
Óptica instrumental y radiometría	3 ECTS
Modelización climática	3 ECTS
Indicadores de cambio climático y directrices del IPCC	3 ECTS

En estas asignaturas se considera 1 ECTS=25 horas de dedicación, por parte del alumno. Todas estas asignaturas tienen carácter experimental y contienen prácticas de laboratorio, por lo que necesitan la supervisión en el laboratorio por parte del profesor, lo que las confiere el carácter de presenciales.

Este módulo consta de tres partes que corresponden a los tres semestres en que se imparten (véase la ficha del módulo correspondiente). Primeramente se imparten al alumno los conceptos físicos básicos y avanzados de la física atmosférica, termodinámica, dinámica, componentes atmosféricos y transferencia radiativa lo que es indispensable para la investigación de los procesos del clima y la interacción de factores. Posteriormente se imparten conocimientos avanzados de instrumentación en la obtención de parámetros atmosféricos, tanto ubicados en tierra como sensores por satélite. Finalmente, se imparten los conocimientos más actuales de modelización climática.

Otras competencias específicas adquiridas por los alumnos que siguen la especialización de "Física de la Atmósfera y clima":

- Comprensión de las bases científicas de funcionamiento de los equipos de medida y control.
- Conocimiento preciso análisis de series de datos.
- Interpretación de medidas y resultados procedentes de sistemas hardware.
- Conocimiento de la interacción de factores climáticos a escala planetaria.



- Capacidad de comprender las estrategias de instituciones científicas y de participar en la toma de decisiones científicas a nivel internacional.

Asignaturas del Módulo de especialización en “Física de Materiales”:

Termodinámica de materiales	3 ECTS
Caracterización estructural estática y dinámica de materiales: difracción y espectroscopía vibracional	3 ECTS
Materiales semiconductores para optoelectrónica y circuitos integrados	3 ECTS
Polímeros	3 ECTS
Nanociencia y confinamiento cuántico en nanomateriales	3 ECTS
Materiales magnéticos	3 ECTS
Materiales porosos selectivos	3 ECTS
Biomateriales	3 ECTS
Materiales multifásicos y materiales celulares	3 ECTS
Técnicas experimentales de caracterización de semiconductores y aislantes	3 ECTS
Experimentación en biomateriales	3 ECTS
Modelado computacional de semiconductores y procesos tecnológicos	3 ECTS
Simulaciones cuánticas de nanomateriales	3 ECTS
Propiedades y modelado computacional de metamateriales	3 ECTS

En estas asignaturas se considera 1 ECTS=25 horas de dedicación, por parte del alumno. Casi todas estas asignaturas tienen carácter experimental y contienen prácticas de laboratorio, por lo que parte de los créditos serán impartidos con 15 horas presenciales por crédito, por la necesidad de supervisión en el laboratorio por parte del profesor.

Este módulo consiste en una especialización en Física de Materiales, una temática muy demandada actualmente en el mundo laboral al que acceden los titulados de Física, Ingeniería, Biotecnología y Química. Se profundiza en la caracterización a niveles eléctrico, óptico y mecánico de los materiales así como la profundización en diversos dispositivos electrónicos, nanomateriales, biomateriales y materiales celulares y porosos selectivos. Como puede apreciarse se trata de un módulo muy ponderado por la Electrónica, Electromagnetismo, Física Cuántica, Química y la Física del Estado Sólido, que presentan sus técnicas para la caracterización de materiales; este módulo también incluye asignaturas de simulación computacional específicas para modelizar esta parte de la Física.

Conviene señalar que esta especialización aportará al alumno algunas competencias específicas no incluidas en el apartado 3 que pueden resumirse en:

- Conocimiento de nuevos materiales usados en tecnología
- Comprensión de las propiedades físicas conducentes a la caracterización de materiales
- Interpretación de las técnicas de computación específicas en la modelización de estructuras y propiedades de materiales de distinta naturaleza
- Capacidad para poder para poder participar en actividades científicas internacionales y en la toma de decisiones científicas a nivel internacional.

Asignaturas del Módulo de especialización en “Física Matemática”:

Geometría diferencial en Física	3 ECTS
Grupos y álgebras de Lie en Física	3 ECTS
Análisis funcional en Mecánica Cuántica	3 ECTS
Ecuaciones diferenciales avanzadas en Física	3 ECTS
Sistemas dinámicos y caos	3 ECTS
Teoría cuántica de campos	3 ECTS
Física no lineal	3 ECTS
Modelos integrables clásicos y cuánticos	3 ECTS
Topología y Física	3 ECTS
Información y computación cuánticas	3 ECTS
Teoría cuántica de campos avanzada	3 ECTS
Geometría del espacio-tiempo	3 ECTS
Física de partículas	3 ECTS
Temas de actualidad en Física Matemática	3 ECTS
Estancia de investigación en otro centro	3 ECTS
Seminarios del Grupo de investigación “Física Matemática”	3 ECTS
Prácticas en empresa	3 ECTS

En estas asignaturas se considera 1 ECTS=25 horas de dedicación, por parte del alumno. Ninguna de ellas tiene carácter experimental, por lo que serán impartidas con un 32% de presencialidad (8 horas por cada ECTS).



Máster Universitario en Física

Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias

Universidad de Valladolid

Este módulo cubre algunos de los aspectos más avanzados de la Física Matemática. Las asignaturas se centran en sistemas de comportamiento no lineal que no han sido vistos en el Grado en Física, el desarrollo de la Teoría de Campos (clásica y sobre todo cuántica) y otros temas clásicos de la Física Matemática, como son la teoría de grupos, la geometría diferencial moderna o los sistemas integrables clásicos y cuánticos. De esta forma se presenta un módulo más cercano a la Física Teórica y se desarrollan las técnicas fundamentales de la Física Matemática. Además de estar dirigido a los graduados en Física, este módulo puede ser especialmente atractivo para las personas que hayan cursado un doble grado en Física+Matemáticas, que actualmente se imparte ya en muchas universidades españolas con gran éxito.

Otras competencias específicas adquiridas por los alumnos que siguen la especialización de Física Matemática:

- Manejo preciso de la capacidad abstractiva matemática.
- Conocimiento de sistemas físicos avanzados, tanto clásicos como cuánticos, basados en la no linealidad.
- Interpretación de las bases fundamentales de la Física Teórica.
- Capacidad para poder participar en actividades científicas internacionales y en la toma de decisiones científicas a nivel internacional.

Módulo TFM: Trabajo fin de Máster (Obligatorio)

18 ECTS

El alumno realizará un trabajo de iniciación a la investigación relacionado con alguno de los tópicos incluidos en las materias del Máster o con las líneas de investigación que desarrollan los grupos participantes.

Todo este plan de estudios supone una oferta total de 9 ECTS obligatorios, del módulo obligatorio, más 123 ECTS optativos (distribuidos como 33, 42 y 48 de las tres especialidades, respectivamente), de los que el alumno deberá cursar 33, más 18 ECTS del TFM, cuyo carácter es obligatorio.

c) Adecuación de la propuesta:

La estructura propuesta para este Máster Universitario en Física va a permitir a los estudiantes alcanzar los objetivos planteados y desarrollar las competencias descritas. Se proporciona a continuación una tabla en donde se especifica cómo contribuye cada módulo del Máster a las competencias de la titulación.

Módulos	Competencias Generales					Competencias Específicas										
	G1	G2	G3	G4	G5	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
Común	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Especialización en Física de la Atmósfera y Clima	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X				
Especialización en Física de Materiales	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X		X	X
Especialización en Física Matemática	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X
Trabajo Fin de Máster	X	X	X	X				X	X	X	X	X				

d) Secuencia Temporal

El desarrollo temporal del Título se articula en semestres, de forma que los conocimientos básicos y necesarios para el esto del curso se impartan al principio, para posteriormente ir disminuyendo la carga docente del alumno y que éste pueda dedicar más tiempo a su trabajo de Fin de Máster.

En el primer semestre se impartirán las asignaturas de carácter fundamental y las comunes para todos los alumnos durante las 15 semanas lectivas, además de las asignaturas de cada uno de los módulos de especialización según se indica en las fichas de temporalización. Estas asignaturas han sido seleccionadas de acuerdo a sus contenidos.

En el segundo semestre se simultanearán las restantes asignaturas de cada uno de los bloques de especialización con el TFM.

Organización temporal: semestral, trimestral o semanal, etc., así como del carácter de las materias.

Módulo	Asignatura	ECTS	Carácter	Temporal
Módulo Común	Computación en física	3	OB	S1-1
	Metodología científica y transferencia del conocimiento	3	OB	S1-1
	Análisis de datos y técnicas Big Data en Física	3	OB	S1-2



Máster Universitario en Física

Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias

Universidad de Valladolid

Módulo de especialización: Física de la Atmósfera y Clima	Termodinámica de la atmósfera	3		OP	S1-1
	Dinámica de la atmósfera	3		OP	S1-1
	Caracterización de Aerosoles y sus interacciones	3		OP	S1-1
	Transferencia radiativa	3		OP	S1-1
	Instrumentación y medida de parámetros atmosféricos.	6		OP	S1-2
	Teledetección atmosférica	6		OP	S1-2
	Óptica instrumental y radiometría	3		OP	S1-2
	Modelización climática	3		OP	S2-1
	Indicadores de cambio climático y directrices del IPCC	3		OP	S2-1
Módulo de especialización: Física de Materiales	Termodinámica de materiales	3		OP	S1-1
	Caracterización estructural estática y dinámica de materiales: difracción y espectroscopía vibracional	3		OP	S1-1
	Materiales semiconductores para optoelectrónica y circuitos integrados	3		OP	S1-1
	Polímeros	3		OP	S1-1
	Nanociencia y confinamiento cuántico en nanomateriales	3		OP	S1-2
	Materiales magnéticos	3		OP	S1-2
	Materiales porosos selectivos	3		OP	S1-2
	Biomateriales	3		OP	S1-2
	Materiales multifásicos y materiales celulares	3		OP	S1-2
	Técnicas experimentales de caracterización de semiconductores y aislantes	3		OP	S2-1
	Experimentación en biomateriales	3		OP	S2-1
	Modelado computacional de semiconductores y procesos tecnológicos	3		OP	S2-1
	Simulaciones cuánticas de nanomateriales	3		OP	S2-1
	Propiedades y modelado computacional de metamateriales	3		OP	S2-1
	Módulo de especialización: Física Matemática	Geometría diferencial en Física	3		OP
Grupos y álgebras de Lie en Física		3		OP	S1-1
Análisis funcional en Mecánica Cuántica		3		OP	S1-1
Ecuaciones diferenciales avanzadas en Física		3		OP	S1-1
Sistemas dinámicos y caos		3		OP	S1-1
Teoría cuántica de campos		3		OP	S1-1
Física no lineal		3		OP	S1-2
Modelos integrables clásicos y cuánticos		3		OP	S1-2
Topología y física		3		OP	S1-2
Información y computación cuánticas		3		OP	S1-2
Teoría cuántica de campos avanzada		3		OP	S1-2
Geometría del espacio-tiempo		3		OP	S1-2
Física de partículas		3		OP	S2-1
Temas de actualidad en Física Matemática		3		OP	S2-1
Estancia de investigación en otro centro		3		OP	S2
Seminarios del Grupo de investigación <i>Física Matemática</i>	3		OP	S2	
Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	18	OB		S1-2 y S2

S1-1: Semestre 1, primer trimestre; S1-2: Semestre 1, segundo trimestre; S2-1: Semestre 2, primer trimestre

Las asignaturas del Módulo Común y las asignaturas optativas de cada módulo que se impartan en el primer semestre serán distribuidas en la primera parte y segunda parte, según corresponda a los contenidos, alumnos matriculados y disposición del profesorado. Así ha sido seleccionada su distribución.

e) Requisitos de especialización

Tal y como ya se ha expuesto, el alumno cursará **al menos 33 ECTS** opcionales **de entre los 123** que se ofertan distribuidos en tres módulos de especialización. En caso de cursar asignaturas **variadas** de **diversos** módulos el alumno obtendrá la titulación del Máster en Física sin mención de especialización.

En caso de optar **a una de las menciones** de especialización, el alumno deberá cursar el módulo obligatorio, la realización del TFM y **al menos 33 ECTS** del bloque de especialización que elija:

- Caso de elegir especialización en "Física de la Atmósfera y Clima", **deberá cursar todas las asignaturas** ofertadas en este bloque.
- Caso de elegir especialización en "Física de Materiales", deberá cursar **11 de las 14** asignaturas ofertadas en este bloque.
- Caso de elegir especialización en "Física Matemática", deberá cursar **11 de las 16** asignaturas ofertadas en este bloque.



f) Esquema resumido de las asignaturas del Máster

El esquema resumido de los contenidos del Máster, distribuido en asignaturas, así como el factor de peso en créditos ECTS, se puede consultar en las tablas adjuntas.

MÓDULOS DEL MÁSTER	
OBLIGATORIO	9 ECTS
FÍSICA DE LA ATMÓSFERA Y CLIMA	33 ECTS
FÍSICA DE MATERIALES	42 ECTS
FÍSICA MATEMÁTICA	48 ECTS
TFM	18 ECTS

MÓDULOS DE ESPECIALIZACIÓN		
FÍSICA DE LA ATMÓSFERA Y CLIMA	FÍSICA DE MATERIALES	FÍSICA MATEMÁTICA
Termodinámica de la atmósfera	Termodinámica de materiales	Geometría diferencial en Física
Dinámica de la atmósfera	Caracterización estructural estática y dinámica de materiales: difracción y espectroscopía vibracional	Grupos y álgebras de Lie en Física
Caracterización de Aerosoles y sus interacciones	Materiales semiconductores para optoelectrónica y circuitos integrados	Análisis funcional en Mecánica Cuántica
Transferencia radiativa	Polímeros	Ecuaciones diferenciales avanzadas en Física
Instrumentación y medida de parámetros atmosféricos.	Nanociencia y confinamiento cuántico en nanomateriales	Sistemas dinámicos y caos
Teledetección atmosférica	Materiales magnéticos	Teoría cuántica de campos
Óptica instrumental y radiometría	Materiales porosos selectivos	Física no lineal
Modelización climática	Biomateriales	Modelos integrables clásicos y cuánticos
Indicadores de cambio climático y directrices del IPCC	Materiales multifásicos y materiales celulares	Topología y Física
	Técnicas experimentales de caracterización de semiconductores y aislantes	Información y computación cuánticas
	Experimentación en biomateriales	Teoría cuántica de campos avanzada
	Modelado computacional de semiconductores y procesos tecnológicos	Geometría del espacio-tiempo
	Simulaciones cuánticas de nanomateriales	Física de partículas
	Propiedades y modelado computacional de metamateriales	Temas de actualidad en Física Matemática
		Estancia de investigación en otro centro
		Seminarios del Grupo de investigación "Física Matemática"

b. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida.

a. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida.

La Universidad de Valladolid, y específicamente en esta titulación, tiene establecida como acción prioritaria la movilidad de sus estudiantes y profesores. Para ello la UVa tiene firmados convenios ERASMUS y convenios con instituciones de otros países del mundo.

Existen dos modalidades de movilidad de estudiantes: Movilidad para realizar estudios reconocidos por un periodo generalmente de 9 meses (depende de cada titulación) y movilidad para realizar prácticas en empresas en el extranjero.

La UVa dispone de una *Normativa de la Universidad de Valladolid sobre Movilidad de Estudiantes* que regula esta actividad y establece el uso del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos: Contrato de Estudios, Expediente y Guía ECTS, etc., con el fin de asegurar el reconocimiento académico de los estudios realizados en las universidades de acogida. El Centro o la Titulación dispone de un Coordinador para estos intercambios y todos los convenios tienen un responsable académico encargado de establecer las equivalencias de asignaturas y cursos, ofrecer información

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
CSV: 282460639123506348654142



actualizada de la oferta académica a los estudiantes participantes e informar al responsable académico de la universidad de acogida de la llegada de nuestros estudiantes. El Centro dispone igualmente de un becario de apoyo para todas las actividades relacionadas con esta actividad.

Se realiza una sesión informativa en el Centro donde se explican las condiciones y requisitos para acceder a estos intercambios, las ayudas financieras disponibles, cómo solicitar las becas, cursos de lenguas extranjeras, otras ayudas complementarias, reconocimiento académico y toda la oferta disponible en esta titulación.

El Vicerrectorado de Internacionalización y Extensión Universitaria, desde su Servicio de Relaciones Internacionales, realiza la convocatoria de todas las becas ofertadas para esta titulación, junto con todas las de las demás titulaciones de todos los centros y campus de la UVa. Los estudiantes solicitan la beca on-line y los responsables académicos de la titulación realizan una preselección atendiendo a los méritos académicos, siendo requisito necesario el conocimiento del idioma correspondiente.

Los estudios realizados en la universidad de acogida en el marco de estos programas son plenamente reconocidos en la UVa, según lo establecido en la Normativa, e incorporados en el expediente del estudiante indicando que se han realizado en el extranjero en el marco de estos programas.

Existe igualmente la posibilidad de disfrutar de una beca ERASMUS para realizar prácticas reconocidas en una empresa en otro país de Europa. Para ello, esta titulación dispone de un tutor de prácticas encargado de la supervisión de la misma.

Durante el curso académico 2011/2012 se enviaron y recibieron el número de estudiantes descrito procedentes de universidades de los países descritos en la lista de convenios.

La titulación dispone igualmente de becas ERASMUS para el profesorado tanto para impartir docencia como formación.

a.1) Acciones de acogida y orientación

PROGRAMA MENTOR

La Universidad de Valladolid estableció el Programa Mentor en septiembre de 2007. Los estudiantes extranjeros que vengan a Valladolid tendrán ayuda y orientación antes de su llegada y durante los primeros meses de estancia en la ciudad. Nuestros estudiantes mentores contactarán con aquellos estudiantes extranjeros que estén interesados y les ayudarán en la búsqueda de alojamiento, les recibirán a su llegada a Valladolid, les darán informaciones básicas sobre temas académicos (planes de estudios, contenido de las asignaturas, matrícula, exámenes, tutorías, etc.) y sobre los distintos servicios universitarios (Relaciones Internacionales, bibliotecas, salas de ordenadores, Centro de Idiomas, instalaciones deportivas, comedores universitarios, etc).

Igualmente, el Servicio de Relaciones Internacionales realiza Sesiones Informativas dirigidas a los estudiantes de acogida, una en septiembre y otra en febrero, en las que se informa a los estudiantes extranjeros de todos los trámites a seguir para su regularización en nuestro país, matrícula, utilización del seguro médico y servicios universitarios a su disposición. Se les informa de las actividades sociales, bolsa de empleo, programa de intercambio de conversación TANDEM, organizados desde el Servicio de Relaciones Internacionales y se realiza una presentación de la asociación de estudiantes ESN, quienes colaboran estrechamente con este Servicio en la organización de actividades para su integración.

El Servicio de Relaciones Internacionales gestiona la movilidad, asegurando en todo momento el respeto a los principios de no discriminación y garantizando la coordinación con el resto de servicios de la UVa involucrados, al tiempo que es el interlocutor ante las agencias de gestión de los programas externos y efectúa la gestión económica de becas y ayudas.

La UVa impulsa de manera decidida la movilidad como fórmula para materializar su voluntad de internacionalización, permitiendo que los estudiantes extiendan su formación más allá de su universidad. En este sentido, la estancia de un estudiante en otra universidad tiene valor en sí misma por el hecho de conocer otras formas de hacer y de vivir, tanto desde el punto de vista académico como desde el punto de vista personal; pero también proporciona un valor añadido al estudiante para estar mejor posicionado en el mercado laboral.

b. Sistema de reconocimiento y acumulación de créditos ECTS.

La movilidad de estudiantes está regulada por convenios que se fundamentan en el reconocimiento recíproco de las asignaturas cursadas en otras universidades o centros de enseñanza superior en el extranjero. La UVa dispone de una Normativa de la Universidad de Valladolid sobre Movilidad de Estudiantes que regula esta actividad y establece el uso del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos: Contrato de Estudios, Expediente y Guía ECTS, ... con el fin de asegurar el reconocimiento académico de los estudios realizados en las universidades de acogida. El Centro o la Titulación dispone de un Coordinador para estos intercambios y todos los convenios tienen un responsable académico encargado de establecer las equivalencias de asignaturas y cursos, ofrecer información actualizada de la oferta académica a los estudiantes participantes e informar al responsable académico de la universidad de acogida de la



llegada de nuestros estudiantes. El Centro dispone igualmente de un becario de apoyo para todas las actividades relacionadas con esta actividad.

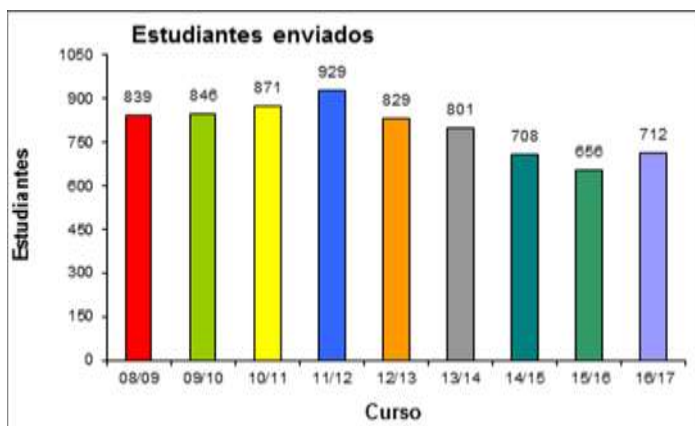
Para seleccionar las asignaturas que cursarán durante el periodo de movilidad, los estudiantes de intercambio, tanto internacionales como los de la UVa, son informados de la normativa y asesorados por el profesor coordinador de movilidad de cada uno de los estudios. Son luego las secretarías de las respectivas facultades, a partir de un "acuerdo académico" (learning agreement) definido conforme a la normativa, las que finalmente incorporan en el expediente del estudiante los créditos cursados en las universidades de destino. En particular, esta normativa permite el reconocimiento y establece las equivalencias entre asignaturas. Se considera oportuno establecer un cierto paralelismo entre los procesos de convalidación y de adaptación de asignaturas de los estudios actuales y el reconocimiento de créditos en los estudios de grado, siempre y cuando estos créditos tengan correspondencia con materias o asignaturas de contenido similar cursadas en un programa de intercambio. Este paralelismo se extiende también al órgano competente en resolver las solicitudes: el decano o el director del centro o estudio.

Corresponde al profesor responsable o al coordinador del programa de intercambio o Erasmus adaptar la calificación lograda en las asignaturas del plan de estudios cursadas por los estudiantes según el sistema establecido en la Universidad de Valladolid, y de acuerdo con la documentación y los informes que haya obtenido de la universidad o del centro de enseñanza superior de destino.

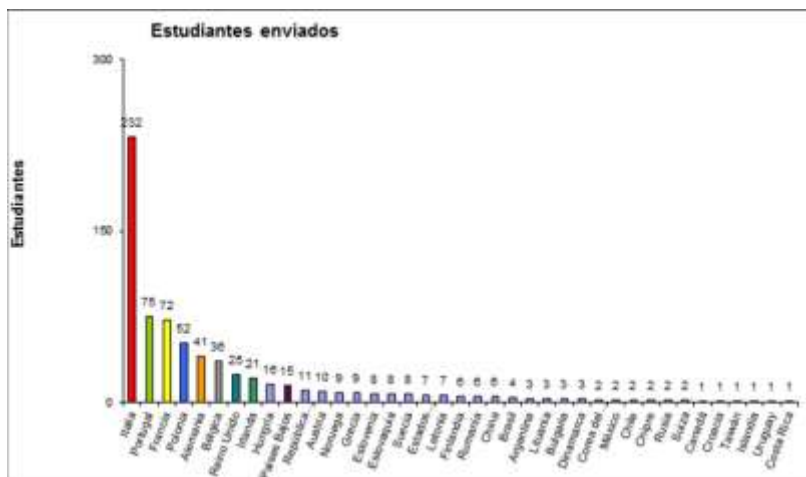
Los ejes de actuación reflejados en la normativa actual serán la base de la normativa y procedimientos por los que se regirán los nuevos planes de estudio de grado con la voluntad de facilitar la movilidad de los estudiantes propios y ajenos.

c Convenios de colaboración y experiencia del centro en movilidad de estudiantes propios y de acogida

Los datos sobre movilidad de la Universidad de Valladolid en el área de referencia en los últimos años han sido:

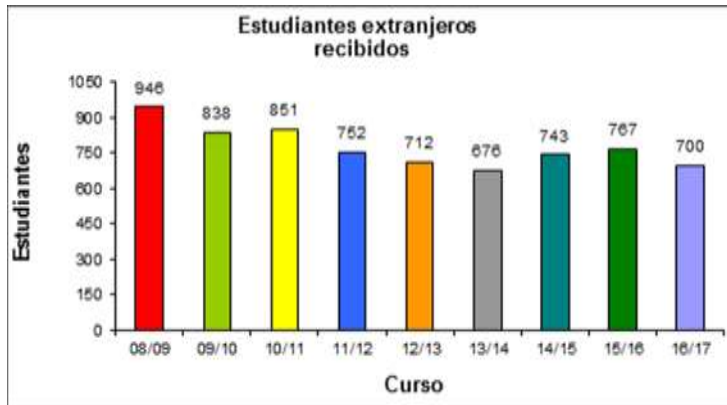


Los destinos de nuestros estudiantes en el curso 2016/17 fueron los siguientes:

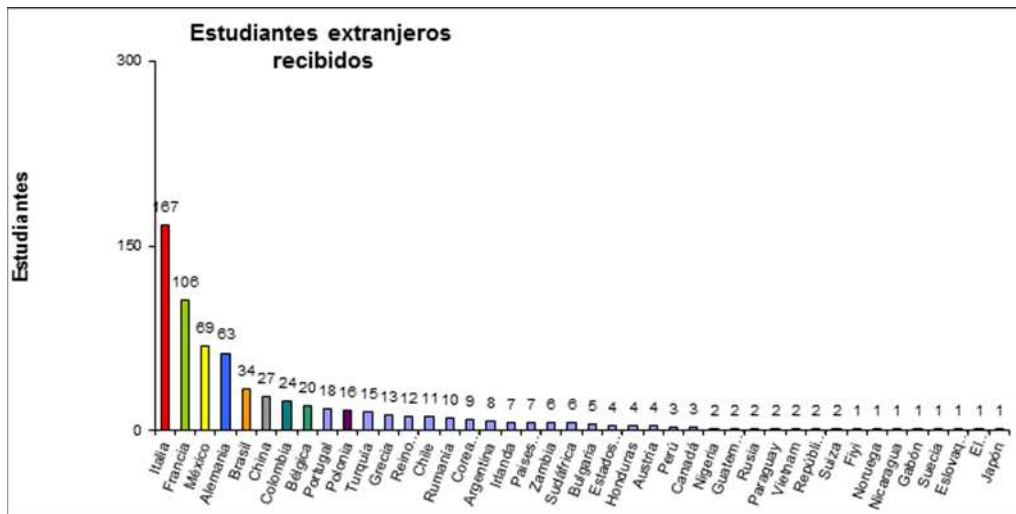


A su vez, nuestra Universidad recibió un número de estudiantes extranjeros ligeramente inferior al de estudiantes de Valladolid que salieron a otros países:

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
CSV: 282460639123506348654142



El número de estudiantes recibidos en el curso 2016/17 según el país de origen han sido:



Los datos de llegada de estudiantes a la UVA son

centro	Nº de Estudiantes
Escuela de Ingeniería Informática (Segovia)	1
Escuela de Ingeniería Informática (Valladolid)	8
Escuela de Ingenierías Industriales (Sede Francisco Mendizábal) (Valladolid)	1
Escuela de Ingenierías Industriales (Valladolid)	44
Escuela Técnica Superior de Arquitectura (Valladolid)	61
Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (Palencia)	11
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (Valladolid)	5
Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias (Soria)	2
Facultad de Ciencias (Valladolid)	5
Facultad de Ciencias del Trabajo (Palencia)	1
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (Valladolid)	78
Facultad de Ciencias Empresariales y del Trabajo (Soria)	4
Facultad de Ciencias Sociales, Jurídicas y de la Comunicación (Segovia)	16
Facultad de Comercio (Valladolid)	29
Facultad de Derecho (Valladolid)	36
Facultad de Educación (Palencia)	3
Facultad de Educación (Soria)	1
Facultad de Educación y Trabajo Social (Valladolid)	21
Facultad de Enfermería (Valladolid)	8
Facultad de Filosofía y Letras (Valladolid)	226
Facultad de Medicina (Valladolid)	38
Facultad de Traducción e Interpretación (Soria)	31
Servicio de Relaciones Internacionales (Valladolid)	2
Total	632

Sus nacionalidades de origen y el tipo de programas de ayudas implicado fue:



Máster Universitario en Física

Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias

Pais	Nº de Estudiantes	Beca	Nº de Estudiantes
Alemania	66		
Argentina	5		
Austria	4		
Bélgica	6		
Bélice	3		
Brasil	18		
Chile	9		
China	13		
Colombia	12		
Corea del Sur	2		
Ecuador	3		
Egipto	4		
Eslovaquia	3		
Estados Unidos	5		
Finlandia	3		
Fiyi	1		
Francia	90		
Grecia	7		
Hungría	1		
Irlanda	10		
Italia	229		
Lituania	1		
México	42		
Nicaragua	1	Convenio	97
Noruega	1	Convenio DD	8
Países Bajos	1	Convenio MC	1
Papúa Nueva Guinea	2		
Perú	7		
Polonia	24	Erasmus	472
Portugal	7		
Reino Unido	21	Erasmus KA107	22
República Checa	2		
Rumanía	6	Erasmus SF	4
Sudáfrica	8	Santander UVA	2
Suiza	1		
Túnez	1	Visitante no UE	19
Turquía	8		
Venezuela	1	Visitante UE	7
Vietnam	4		
	632		632

En cuanto los de estudiantes de la UVA que han efectuado estancias en universidades extranjeras son:

Centro	Nº de Estudiantes
Escuela de Ingeniería Informática(Valladolid)	6
Escuela de Ingenierías Industriales(Valladolid)	89
Escuela Técnica Superior de Arquitectura(Valladolid)	48
Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias(Palencia)	18
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación(Valladolid)	11
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola INEA(Valladolid)	3
Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias(Soria)	10
Facultad de Ciencias del Trabajo(Palencia)	6
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales(Valladolid)	65
Facultad de Ciencias Empresariales y del Trabajo(Soria)	3
Facultad de Ciencias Sociales, Jurídicas y de la Comunicación(Segovia)	57
Facultad de Ciencias(Valladolid)	32
Facultad de Comercio(Valladolid)	65
Facultad de Derecho(Valladolid)	49
Facultad de Educación y Trabajo Social(Valladolid)	38
Facultad de Educación(Palencia)	11
Facultad de Educación(Segovia)	8
Facultad de Educación(Soria)	11
Facultad de Enfermería(Soria)	9
Facultad de Enfermería(Valladolid)	11
Facultad de Filosofía y Letras(Valladolid)	117
Facultad de Fisioterapia(Soria)	4
Facultad de Medicina(Valladolid)	32
Facultad de Traducción e Interpretación(Soria)	56
	759

Sus destinos y las ayudas correspondientes fueron



Máster Universitario en Física

Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias

Universidad de Valladolid

País	Nº de Estudiantes		
Alemania	60		
Argentina	4		
Austria	11		
Bélgica	33		
Brasil	5		
Bulgaria	6		
Chile	7		
China	6		
Chipre	2		
Colombia	1		
Corea del Sur	2		
Costa Rica	1		
Dinamarca	5		
Eslovaquia	7		
Eslovenia	3		
Estados Unidos	5		
Estonia	1		
Finlandia	7		
Francia	80		
Grecia	10		
Hungría	16		
Irlanda	20		
Islandia	1		
Italia	223		
Lituania	6		
Malta	2		
México	2		
Noruega	10		
Países Bajos	22		
Polonia	56		
Portugal	81		
Reino Unido	27		
República Checa	13		
Rumanía	7		
Rusia	2		
Suecia	6		
Suiza	5		
Taiwán	3		
Uruguay	1		
	759		
		TipoBeca	Nº de Estudiantes
		Erasmus	627
		Erasmus Condicionada	74
		Erasmus INEA	2
		Erasmus INEA Condicionada	1
		Movilidad Sin Financiación	5
		Movilidad Sin Financiación	3
		Suiza	5
		Universidad	34
		Universidad Condicionada	8
			759

b.3 Convenios de colaboración y experiencia del centro en movilidad de estudiantes propios y de acogida.

La Universidad de Valladolid desarrolla una intensa actividad de intercambio de estudiantes tanto en el marco de los programas comunitarios y nacionales por medio de programas propios que amplían las perspectivas geográficas de la movilidad estudiantil y coordina una extensa oferta tanto para estudiantes propios como para los de acogida.

La Financiación que facilita estas acciones de movilidad, bien establecida, en su gran mayoría a través de los programas Erasmus, convenios bilaterales fuera del Espacio Europeo de Educación Superior o Sicue en su caso, ya sea movilidad nacional e internacional, financiación proveniente a través de programas competitivos, de la Comisión Europea o del Gobierno de España a través del Ministerio correspondiente. En el caso de movilidad Erasmus o Internacional (convenios bilaterales), la Universidad de Valladolid cofinancia estas becas.

La movilidad, en la Universidad de Valladolid, se gestiona de forma centralizada desde los Servicios de Relaciones Internacionales y Alumnos, dependiendo de los programas, utilizando herramientas web para la gestión. Esta gestión es común para todos los campus y centros de nuestra Universidad.

Cada centro cuenta con un responsable de relaciones internacionales que coordina el elevado número de intercambios y atiende las situaciones derivadas de la movilidad de estudiantes con el marco de referencia de la Normativa de Relaciones Internacionales, teniendo como Coordinador de Relaciones Internacionales y Responsable de Intercambio Bilateral, cuyas tareas son las asignadas por la normativa de la Universidad de Valladolid (Junta de Gobierno de 19 de junio de 2000).

Previo a la movilidad de estudiantes se realizan los correspondientes acuerdos con las Universidades implicadas, dentro de los diferentes Programas de Movilidad de Estudiantes. El procedimiento en el centro, en el caso de Intercambio de estudiantes de la Titulación que van a otras universidades extranjeras, es el siguiente:

- Reunión informativa sobre los diferentes programas de movilidad
- Convocatoria, con el número de plazas ofertadas, perfil de los estudiantes a los que va dirigida la oferta de la movilidad, plazos de presentación, requisitos y normativa general.

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
CSV: 282460639123506348654142



- Realización de las pruebas de idiomas requeridos a los estudiantes según su universidad de destino.
- Preselección de los becarios en los Centros y Selección final por la Comisión de Relaciones Institucionales y Extensión Universitaria.
- Sesiones informativas a todos los seleccionados en los campus de Valladolid, Soria, Segovia y Palencia.
- Tramitación del pago de las becas.
- Seguimiento de la movilidad de los estudiantes. En este sentido el Centro en el que se imparte la titulación cuenta con un reglamento marco para dicho seguimiento y que contempla:
- Entrega de toda la documentación necesaria para su movilidad (Guía de Trámites): acreditación, certificado de inicio de la estancia (Arrival Certificate) y final de estancia (Departure Certificate), Preacuerdo académico (Learning Agreement).
- Información y asesoramiento general.
- Seguimiento y asesoramiento sobre las incidencias que puedan surgir durante la estancia.
- Finalización de la estancia y propuesta, a la entrega del Certificado de final de estancia (Departure Certificate) del reconocimiento de estudio, acta de calificaciones (Transcript of Records). Reconocimiento de estudios e incorporación en el expediente académico del estudiante.

De manera general, por lo que respecta a los estudiantes de otras universidades que cursan algún curso o semestre en nuestra Titulación, estos reciben puntual atención por parte del Servicio de Relaciones Internacionales de Relaciones Internacionales de la Universidad de Valladolid y de los Responsables de Intercambio Bilateral correspondientes. **Pero de forma más concreta, como ya se ha mencionado anteriormente, el Vicerrectorado de Internacionalización de la UVa y su Servicio de Relaciones Internacionales se ha comprometido con el Máster en Física a desarrollar una experiencia pionera sumamente interesante: a los alumnos extranjeros que deseen cursar al menos un semestre en este Máster se les ofrecerá un "producto" totalmente novedoso y muy atractivo, consistente en la posibilidad de que por el precio de la matrícula (o incluida en la beca que el alumno pueda conseguir bien de su país, bien de los programas que ofrece la Unión Europea) el alumno tenga además, de forma totalmente gratuita sufragada por la Universidad de Valladolid, un curso intensivo especializado de Español para Extranjeros, impartido durante los meses de junio y julio en el Centro de Idiomas de la UVa. Así los alumnos no hispanohablantes tendrán la posibilidad de llevarse, además de un título de Máster en Física de alto nivel, el dominio de una lengua como es el Español, cada día más demandada en todo el mundo.**

En cuanto a las acciones de movilidad específicas en este Máster para posibilitar que sus alumnos realicen estancias en otros centros de investigación nacionales o extranjeros, la idea realizar actuaciones de movilidad de manera semejante a las que ya funcionan en los estudios de doctorado, de modo que puede llevarse a cabo de acuerdo (a) en otras instituciones españolas (universidades o centros de investigación) con las cuales los grupos de investigación que participan en este máster mantienen colaboraciones activas, y (b) en centros extranjeros al amparo de los convenios que actualmente están en vigor y que para la Sección de Física son los siguientes:

FRANCIA (6 convenios)

- UNIVERSITÉ BORDEAUX I
- UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON I
- UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE- U.B.O.
- UNIVERSITÉ DE LORRAINE
- UNIVERSITÉ DE NANTES
- UNIVERSITÉ PAUL SABATIER - TOULOUSE III

ITALIA (6)

- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA TRE
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FEDERICO II DI NAPOLI

MALTA (1)

- UNIVERSITY OF MALTA

POLONIA(1)

- POLITECHNIKA WARSZAWSKA

PORTUGAL (4)

- UNIVERSIDADE DE AVEIRO
- UNIVERSIDADE DO MINHO
- UNIVERSIDADE DO PORTO
- UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

REPUBLICA CHECA (1)



- CZECH TECHNICAL UNIVERSITY

TURQUÍA (3)

- ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
- ANKARA UNIVERSITY
- TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

Pueden consultarse otros detalles en el siguiente enlace, atendiendo, de forma especial, a aquéllos destinos gestionados por el Área de Física:

<http://www.relint.uva.es/relint/erasmus/convenios/coordinadores/UniversidadesDestino.asp?centro=47005668&movilidad=ins&idioma=es>

c. Procedimientos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios

Para regular los procedimientos de coordinación del título se toma como punto de partida el Reglamento sobre los Órganos del Sistema de Garantía de la Calidad de la Universidad de Valladolid. Los estudios del Máster en Física contarán con dos órganos colegiados para su puesta en funcionamiento, coordinación y seguimiento. Se trata de la Junta de Sección de Física y el Comité Académico del Título.

Junta de Sección de Física:

El Máster en Física, que como ya se ha indicado depende de la Escuela de Doctorado de la Universidad de Valladolid, será impartido en la Facultad de Ciencias, con quien la Escuela de Doctorado tiene firmado un convenio al respecto. El Reglamento de la Facultad de Ciencias atribuye a las Juntas de Sección, elegidas y organizadas a la manera de una Junta de Centro, las competencias académicas que la normativa de la Universidad establece como propias de la Junta de Centro. En ese sentido, las Juntas de Sección funcionan como una Comisión Delegada de la Junta de Facultad para los asuntos académicos y de organización que competen a cada uno de los títulos.

La Junta de Sección de Física actuará como órgano consultivo del Comité Académico.

Escuela de Doctorado:

La Junta de Sección de Física La Escuela de Doctorado será el órgano supremo de gestión, organización y coordinación del Título en el sentido en que la normativa de la Universidad fija para la Junta de Centro, y tendrá las siguientes funciones: (1) el seguimiento y planificación de la enseñanza, (2) elevar al Comité Académico del Título propuestas de modificación de programas de las asignaturas, profesores o Departamentos asignados que permitan mejorar la calidad de la docencia, (3) recoger las reclamaciones o sugerencias de alumnos y profesores para proponer mejoras al Comité Académico del Título.

~~La Junta de la Facultad de Ciencias se reserva como "comisión de garantías" para la Junta de Sección de Física y para resolver asuntos que puedan generar conflictos con otros estudios.~~

Comité Académico:

El Comité Académico, o Comité de Título, es el órgano con responsabilidades de coordinación y de garantía de calidad conforme a lo establecido por la Universidad de Valladolid en el Reglamento sobre los Órganos del Sistema de Garantía de la Calidad de la Universidad de Valladolid (BOCYL 7/8/2012), capítulo IV.

El Comité Académico será nombrado por la Escuela de Doctorado, a propuesta de la Junta de Sección de Física en la forma que establece su reglamento. Estará formado por:

1. El Presidente, que será un PDI doctor, funcionario o contratado laboral permanente, con dedicación a tiempo completo, que imparta o haya impartido docencia en la titulación, el cual actuará como coordinador del título en el Centro y como tutor de la titulación.
2. Un estudiante matriculado en al menos el 50% de los créditos del título.
3. Un egresado vinculado al título, que actuará con voz pero sin voto como asesor técnico externo. Cuando sea posible, el egresado será el alumno miembro del Comité el curso inmediatamente anterior. Por otra parte este representante de la Comisión estará desierto durante el primer año, hasta que exista algún egresado.
4. El tutor de la titulación, figura recogida en el Reglamento de Ordenación Académica de la Universidad de Valladolid; cargo que será desempeñado por el propio coordinador del Título y tras ser designado como tal por la Junta de Centro, como especifica el ROA.
5. ~~Los profesores por cada una de las especialidades.~~ Un profesor de cada una de las áreas de conocimiento que imparten docencia en el Máster, que deberán pertenecer a la Sección de Física e impartir docencia en los estudios del Máster.

Sus miembros serán renovados por la Escuela de Doctorado, a propuesta de la Junta de Sección cuando ésta se renueve, de acuerdo con la normativa. Para sustituir las bajas también se estará a lo dispuesto por la normativa vigente.



Máster Universitario en Física

Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias

Son competencias del Comité Académico, además de las establecidas por la normativa de la Universidad de Valladolid, las que siguen:

1. Elaborar anualmente una propuesta de asignación docente de las asignaturas a las Áreas de Conocimiento y Departamentos, que deberá ser ratificada por la Junta de Sección.
2. Cuando sea necesario para garantizar la calidad de los estudios, proponer modificaciones concretas en la asignación docente de las asignaturas. Dicha propuesta deberá ser ratificada por los Departamentos implicados.
3. Establecer, en cada curso académico, la lista de propuestas de Tutores y Trabajos de Fin de Máster a fin de garantizar que todos los alumnos matriculados puedan elegir uno de ellos, de acuerdo con la normativa vigente establecida a tal efecto.

El Comité Académico funcionará como una comisión delegada de la Junta de Sección en lo que respecta a las funciones de gestión, organización y coordinación del Título. El Comité deberá informar al pleno de la Junta **de Sección y a la Escuela de Doctorado** de todas sus decisiones.



5.2 Estructura del Plan de Estudios
Descripción de los módulos o materias de enseñanza- aprendizaje que constituye la estructura del plan.

Denominación del Módulo: (Codificación o numeración y nombre)															
Módulo COMÚN															
1	Créditos ECTS:	Carácter:	FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto												
	9	OB													
2	Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios (Unidad temporal y sus correspondientes ECTS)														
	<p>El módulo contiene tres asignaturas obligatorias, de 3 ECTS cada una:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computación en Física (S1-1). 3 ECTS: consta de 45 h que se imparten íntegramente en el Laboratorio de Informática. • Metodología científica y transferencia del conocimiento (S1-1). 3 ECTS: consta de 24 h teóricas en aula. • Análisis de datos y técnicas Big Data (S1-2). 3 ECTS: consta de 12 h teóricas en aula y 12 h en el Laboratorio de Informática. <p style="text-align: center;">S1-1: Semestre 1, primer trimestre. S1-2: Semestre 1, segundo trimestre</p>														
3	Lenguas en las que se imparte:														
	Español. y/o Inglés														
4	Competencias: (indicar las competencias que se desarrollan, de las descritas en el punto 3.2.)														
	<p>G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos. G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis. G3. Capacidad de comunicación. G4. Capacidad de aprendizaje autónomo. G5. Capacidad de trabajo en equipo. C1. Comprensión de las bases científicas de la computación. C2. Capacidad de diseño e integración de sistemas de instrumentación en el ámbito científico y tecnológico. C3. Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso. C4. Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados. C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples. C6. Capacidad para optimizar recursos. C7. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones. C8. Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia. C9. Conocimiento de los enfoques de interpretación de resultados físicos de sistemas complejos. C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física. C11. Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.</p>														
5	Actividades formativas (en horas y porcentaje de presencialidad) y metodologías docentes														
	<p>Este módulo tiene un carácter transversal y fundamental para la especialización posterior de los tres módulos que siguen. La asignatura de 3 ECTS, Computación en Física, se impartirá totalmente en laboratorio (aula de informática) con un 60% de presencialidad. La asignatura Análisis de datos y técnicas Big Data también tendrá clases prácticas en el aula de informática. En la tabla adjunta se indica la duración de las actividades formativas.</p> <p>Horas de trabajo del alumno:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">S1-1*</th> <th style="text-align: center;">S1-2*</th> <th style="text-align: center;">Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Presencial</td> <td style="text-align: center;">69</td> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">93</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Autónomo</td> <td style="text-align: center;">81</td> <td style="text-align: center;">51</td> <td style="text-align: center;">132</td> </tr> </tbody> </table>				S1-1*	S1-2*	Total	Presencial	69	24	93	Autónomo	81	51	132
	S1-1*	S1-2*	Total												
Presencial	69	24	93												
Autónomo	81	51	132												

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
 CSV: 282460639123506348654142



TOTAL	150	75	225
--------------	------------	-----------	------------

5.1 Resultados de aprendizaje: (Específicos de la materia o resumen de los esperados para las asignaturas)

Cursando las asignaturas del Módulo Común, el alumno desarrollará los modelos de cálculo y computación en Física en forma de especialización diversificada y aplicables a otras ramas de especialización, como extensión a lo ya cursado en el Grado en Física.

En el ámbito computacional, se familiarizará con técnicas avanzadas de programación en lenguajes de alto nivel, con el análisis estadístico de datos, con diversas formas de representación gráfica, con las modernas técnicas de Big Data y con las múltiples aplicaciones de todo esto en las diferentes ramas de la Física. También recibirá una formación básica sobre metodología científica y conocimientos iniciales referidos a procesos de innovación y mecanismos de transferencia de conocimiento y de tecnología, proporcionándole unas herramientas de apoyo y rudimentos de legislación al respecto.

6 Sistemas de evaluación: (Genéricos de la titulación, específicos de la materia o resumen de las asignaturas)

En cumplimiento de la normativa de la Universidad de Valladolid, “los profesores responsables de las asignaturas serán quienes determinen en el proyecto de cada asignatura, de acuerdo con los criterios enunciados en el proyecto docente de la misma, las características, tipo de examen que se va a realizar y criterios de evaluación”

Teniendo esto presente, se indican a continuación los pesos orientativos de los distintos procedimientos de evaluación aplicados. La información precisa de estos aspectos, referida a cada una de las asignaturas, se publicará en la correspondiente guía docente, en la página web del Máster y se explicitará a los alumnos antes del comienzo de las clases.

Asignaturas con prácticas de Laboratorio		
Tipo de evaluación	Actividad evaluable	Intervalo de valoración [mín-máx] orientativo
Examen	Examen	[10%-40 %]
Evaluación continua	Actividad en el laboratorio	[10%-40 %]
	Trabajos, informes.	[50%-80 %]

Asignatura teórica		
Tipo de evaluación	Actividad evaluable	Intervalo de valoración [mín-máx] orientativo
Examen	Examen	[30%-60 %]
Evaluación continua	Seguimiento en clase	[20%-40 %]
	Trabajos, informes.	[20%-40 %]

7 Contenidos del módulo: (Breve descripción del módulo)

Asignatura: Computación en Física.

- Cálculo simbólico.
- Métodos numéricos.
- Técnicas de simulación.
- Interfaces de obtención de datos

Asignatura: Metodología científica y transferencia del conocimiento.

- El método científico: tipología, etapas y leyes científicas.
- Innovación y transferencia de conocimiento.
- Mecanismos de transferencia de conocimiento.
- Transferencia de tecnología: herramientas de apoyo y legislación.

Asignatura: Análisis de datos y técnicas *Big Data* en Física.

- Métodos estadísticos aplicados a la Física.
- Análisis de series temporales.
- Big Data aplicado a la Física.

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
CSV: 282460639123506348654142



Máster Universitario en Física

Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias

8	Comentarios adicionales: (Cualquier aspecto, no descrito en los apartados anteriores, tales como requisitos previos, aclaraciones, etc.)						
	Módulo obligatorio que el alumno deberá cursar íntegramente.						
9	Descripción de las asignaturas:						
	FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto						
	Computación en Física	3		OB			
	Metodología científica y transferencia del conocimiento	3		OB			
	Análisis de datos y técnicas <i>Big Data</i> en Física	3		OB			



Denominación del Módulo: (Codificación o numeración y nombre)					
Módulo ESPECIALIZACIÓN EN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA Y CLIMA					
1	Créditos ECTS:	Carácter:	FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto		
	33		OP		
2	Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios (Unidad temporal y sus correspondientes ECTS)				
<p>El módulo se imparte en ambos semestres. Todas las asignaturas tienen una carga de 3 ó 6 ECTS. Todas las asignaturas de éste módulo tienen prácticas de laboratorio distinguiendo dos tipos: laboratorio informático de computación y laboratorio instrumental de manejo de aparatos de medida. En adelante nos referiremos a laboratorio de informática como "Lab. Informática" y al laboratorio de técnicas instrumentales de medida como "Lab. Instrumental". El contenido teórico será mencionado como "Teórica". La organización temporal de las asignaturas es la siguiente:</p> <p>En la primera mitad del primer semestre, se ubican:</p> <ul style="list-style-type: none"> Termodinámica de la atmósfera (S1-1). 3 ECTS: consta de 12 h teóricas en aula, 10 h en el Laboratorio de Informática y 10 en el Laboratorio Instrumental. Dinámica de la atmósfera (S1-1). 3 ECTS: consta de 12 h teóricas en aula y 20 h en el Laboratorio de Informática. Caracterización de Aerosoles y sus interacciones (S1-1). 3 ECTS: consta de 12 h teóricas en aula, 10 h en el Laboratorio de Informática y 10 en el Laboratorio Instrumental. Transferencia radiativa (S1-1). 3 ECTS: consta de 12 h teóricas en aula y 20 h en el Laboratorio de Informática. <p>En la segunda mitad del primer semestre, se ubican:</p> <ul style="list-style-type: none"> Instrumentación y medida de parámetros atmosféricos (S1-2). 6 ECTS: consta de 20 h teóricas en aula, 20 h en el Laboratorio de Informática y 20 en el Laboratorio Instrumental. Teledetección atmosférica (S1-2). 6 ECTS: consta de 24 h teóricas en aula y 40 h en el Laboratorio de Informática. Óptica instrumental y radiometría (S1-2). 3 ECTS: consta de 6 h teóricas en aula, 10 h en el Laboratorio de Informática y 20 en el Laboratorio Instrumental. <p>En la primera mitad del segundo semestre, se ubica el resto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelización climática (S2-1). 3 ECTS: consta de 5 h teóricas en aula y 25 h en el Laboratorio de Informática. Indicadores de cambio climático y directrices del IPCC (S2-1). 3 ECTS: consta de 15 h teóricas en aula y 15 h en el Laboratorio de Informática. <p>S1-1: Semestre 1, primer trimestre. S1-2: Semestre 1, segundo trimestre. S2-1: Semestre 2, primer trimestre.</p>					
3	Lenguas en las que se imparte:				
	Español. aunque habrá sesiones específicas impartidas en inglés por profesores invitados				
4	Competencias: (indicar las competencias que se desarrollan, de las descritas en el punto 3.2.)				
<p>G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos. G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis. G3. Capacidad de Comunicación. G4. Capacidad de aprendizaje autónomo. G5. Capacidad de trabajo en equipo. C1. Comprensión de las bases científicas de la computación. C2. Capacidad de diseño e integración de sistemas de instrumentación en el ámbito científico y tecnológico. C3. Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso. C4. Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados. C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples. C6. Capacidad para optimizar recursos. C7. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones. C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.</p>					



5 **Actividades formativas** (en horas y porcentaje de presencialidad) y metodologías docentes

Este módulo tiene un carácter de especialización; la mayor parte de las asignaturas que componen este módulo tienen carácter experimental. Se las asignará un peso en el intervalo entre 0.5 y 1.5 ECTS de carácter experimental, a cuya parte asignará un 60% de presencialidad, a diferencia del 32% asignado a la parte restante. En la tabla adjunta se indica, en horas totales la duración de las actividades formativas. Las clases de teoría y de seminario se han fusionado en el apartado Teoría y se impartirán en aula o aula de Informática, según convenga. Las clases de Laboratorio se llevarán a cabo en aula de informática o los laboratorios propios de las áreas de conocimiento que intervienen en la docencia, según sea el caso de los contenidos a desarrollar.

Horas de trabajo del alumno:

	S1-1	S1-2	S2-1	Total
Presencial	128	160	60	348
Autónomo	172	215	90	477
TOTAL	300	375	150	825

S1-1: Semestre 1, primer trimestre. S1-2: Semestre 1, segundo trimestre. S2-1: Semestre 2, primer trimestre.

5.1 **Resultados de aprendizaje:** (Específicos de la materia o resumen de los esperados para las asignaturas)

El alumno adquirirá una formación especializada en todas las temáticas relacionadas con la física de la atmósfera, la instrumentación para adquisición de datos y una formación actualizada de las técnicas más innovadoras en el estudio del cambio climático.

Para ello, recibirá los conceptos fundamentales de termodinámica y dinámica atmosféricas, así como el estudio de los componentes básicos que caracterizan el forzamiento radiativo como son los aerosoles en su interacción con las nubes. El alumno tendrá la oportunidad de conocer las técnicas de computación más avanzadas en la modelización de la transferencia radiativa a través del Grupo de Óptica Atmosférica (GOA) de la UVa y dos laboratorios punteros internacionales como son el Laboratorio de óptica atmosférica de la Universidad de Lille (Francia) y el Centro de técnica aeroespacial alemán (DLR).

Cabe destacar la adquisición de conocimiento en las técnicas más avanzadas de medida en el seguimiento y análisis de aerosoles atmosféricos a través de fotómetros y la obtención de datos a través de satélite en las técnicas de observación espacial.

Finalmente, y a través de la colaboración existente entre el GOA y la Agencia Española de Meteorología, el alumno podrá introducirse en las técnicas de investigación en la lucha contra el cambio climático y conocerá las directrices del Panel Internacional de Cambio Climático.

6 **Sistemas de evaluación:** (Genéricos de la titulación, específicos de la materia o resumen de las asignaturas)

En cumplimiento de la normativa de la Universidad de Valladolid, "los profesores responsables de las asignaturas serán quienes determinen en el proyecto de cada asignatura, de acuerdo con los criterios enunciados en el proyecto docente de la misma, las características, tipo de examen que se va a realizar y criterios de evaluación".

Teniendo esto presente, se indican a continuación los pesos orientativos de los distintos procedimientos de evaluación aplicados al tipo de contenido correspondientes a este módulo: contenido teórico (todas las asignaturas lo tienen), asignaturas con prácticas de laboratorio (todas las asignaturas lo tienen, sea laboratorio Informática o laboratorio Instrumental, según se detalla en el punto 2 de esta ficha. El peso del contenido teórico y de laboratorio en la evaluación está ponderado proporcionalmente al tiempo de impartición presencial de dichos contenidos en cada asignatura. La información precisa de estos aspectos, referida a cada una de las asignaturas, se publicará en la correspondiente guía docente, en la página web del Máster y se explicará a los alumnos antes del comienzo de las clases.

Asignaturas con prácticas de Laboratorio (Informática e Instrumental)		
Tipo de evaluación	Actividad evaluable	Intervalo de valoración [mín-máx] orientativo
Examen	Examen	[10%-40 %]
Evaluación continua	Actividad en el laboratorio	[10%-40 %]
	Trabajos, informes.	[50%-80 %]

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
CSV: 282460639123506348654142



Si ha lugar, se valorarán especialmente los resultados de mediciones llevadas a cabo en el laboratorios.

7 **Contenidos del módulo:** (Breve descripción del módulo)

Asignatura: Termodinámica de la atmósfera.

- Conceptos básicos de termodinámica atmosférica.
- El aire seco y ecuaciones barométricas.
- El aire húmedo y condiciones de estabilidad.
- El aire saturado y física de nubes.
- Fenómenos de condensación y precipitación.

Asignatura: Dinámica de la atmósfera.

- Leyes del movimiento atmosférico
- La circulación general de la atmósfera a nivel planetario.
- Vorticidad y circulación.
- Meteorología sinóptica.

Asignatura: Caracterización de aerosoles y sus interacciones.

- Aerosol troposférico.
- Interacciones aerosol-nubes y aerosol-clima.
- Propiedades radiativas de los aerosoles.

Asignatura: Transferencia radiativa.

- Fundamentos de radiación para aplicaciones atmosféricas.
- Absorción y dispersión de la radiación solar.
- Transferencia radiativa atmosférica en el infrarrojo.
- Principios de transferencia radiativa en atmósferas planetarias.

Asignatura: Instrumentación y medida de parámetros atmosféricos.

- Medida de la radiación de onda corta y larga.
- Técnicas e instrumentos para la medida de partículas y para la medida de gases.

Asignatura: Teledetección atmosférica.

- Principios de mecánica orbital de satélites de observación de la tierra.
- Aplicación de los principios de transferencia radiativa a la Teledetección por satélite.
- Análisis de indicadores geodinámicos, obtenidos por satélite, aplicados al cambio climático.
- Plataformas y sensores: grandes programas de observación de la NASA y la ESA.

Asignatura: Óptica instrumental y radiometría.

- Magnitudes fundamentales de radiometría.
- Calibraciones radiométricas.

Asignatura: Modelización climática.

- Modelización numérica.
- Modelos internacionales de previsión.

Asignatura: Indicadores de cambio climático y directrices del IPCC.

- Bases científicas del cambio climático.
- Cambios en los constituyentes atmosféricos y forzamiento radiativo.
- Modelos climáticos y su evaluación.
- El Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

8 **Comentarios adicionales:** (Cualquier aspecto, no descrito en los apartados anteriores, tales como requisitos previos, aclaraciones, etc.)

El alumno podrá obtener la especialidad en **Física de la Atmósfera y Clima cursando todas las asignaturas optativas ofertadas en este módulo (33 ECTS).**

9 **Descripción de las asignaturas:**

FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto

Denominación	Crd. ECTS	Carácter			
Termodinámica de la atmósfera	3			OP	
Dinámica de la atmósfera	3			OP	
Caracterización de Aerosoles y sus interacciones	3			OP	



Máster Universitario en Física

Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias

Transferencia radiativa	3			OP			
Instrumentación y medida de parámetros atmosféricos.	6			OP			
Teledetección atmosférica	6			OP			
Óptica instrumental y radiometría	3			OP			
Modelización climática	3			OP			
Indicadores de cambio climático y directrices del IPCC	3			OP			



Denominación del Módulo: (Codificación o numeración y nombre)					
Módulo ESPECIALIZACIÓN EN FÍSICA DE MATERIALES					
1	Créditos ECTS:	Carácter:	FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto		
	42		OP		
2	Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios (Unidad temporal y sus correspondientes ECTS)				
	<p>El módulo de imparte en ambos semestres. Todas las asignaturas tienen 3 ECTS. La organización temporal de las asignaturas es la siguiente:</p> <p>En la primera mitad del primer semestre, se ubican:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termodinámica de materiales (S1-1). Consta de 15 h teóricas en aula y 15 h en el Laboratorio Instrumental. • Caracterización estructural estática y dinámica de materiales: difracción y espectroscopía vibracional (S1-1). Consta de 6 h teóricas en aula y 30 h en el Laboratorio Instrumental. • Materiales semiconductores para optoelectrónica y circuitos integrados (S1-1). Consta de 24 h teóricas en aula. • Polímeros (S1-1). Consta de 9 h teóricas en aula y 27 h en el Laboratorio Instrumental. <p>En la segunda mitad del primer semestre, se ubican:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nanociencia y confinamiento cuántico en nanomateriales (S1-2). Consta de 24 h teóricas en aula. • Materiales magnéticos (S1-2). Consta de 18 h teóricas en aula y 9 h en el Laboratorio Instrumental. • Materiales porosos selectivos (S1-2). Consta de 9 h teóricas en aula y 24 h en el Laboratorio Instrumental. • Biomateriales (S1-2). Consta de 24 h teóricas en aula. • Materiales multifásicos y materiales celulares (S1-2). Consta de 9 h teóricas en aula y 26 h en el Laboratorio Instrumental. <p>En la primera mitad del segundo semestre, se ubica el resto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas experimentales de caracterización de semiconductores y aislantes. (S2-1). Consta de 7 h teóricas en aula y 30 h en el Laboratorio Instrumental. • Experimentación en biomateriales (S2-1). Consta de 4 h teóricas en aula y 36 h en el Laboratorio Instrumental. • Modelado computacional de semiconductores y procesos tecnológicos. (S2-1). Consta de 8 h teóricas en aula y 30 h en el Laboratorio de Informática. • Simulaciones cuánticas de nanomateriales (S2-1). Consta de 8 h teóricas en aula y 30 h en el Laboratorio de Informática. • Propiedades y modelado computacional de metamateriales (S2-1). Consta de 11 h teóricas en aula y 24 h en el Laboratorio de Informática. <p>S1-1: Semestre 1, primer trimestre. S1-2: Semestre 1, segundo trimestre. S2-1: Semestre 2, primer trimestre.</p>				
3	Lenguas en las que se imparte:				
	Español. pero en función del alumnado se podrá impartir también en inglés.				
4	Competencias: (indicar las competencias que se desarrollan, de las descritas en el punto 3.2.)				
	<p>G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos. G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis. G3. Capacidad de Comunicación. G4. Capacidad de aprendizaje autónomo. G5. Capacidad de trabajo en equipo. C1. Comprensión de las bases científicas de la computación. C3. Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso. C4. Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados. C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples. C6. Capacidad para optimizar recursos. C8. Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia. C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física. C11. Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.</p>				



- Otras competencias específicas adquiridas por los alumnos que siguen esta especialización:
 - Conocimiento de nuevos materiales basados en tecnología
 - Comprensión de las propiedades físicas conducentes a la caracterización de materiales
 - Interpretación de las técnicas de computación específicas en la modelización de estructuras de materiales.
 - Capacidad para poder participar en actividades científicas internacionales y en la toma de decisiones científicas a nivel internacional.

5 **Actividades formativas** (en horas y porcentaje de presencialidad) y metodologías docentes

Este módulo tiene un carácter de especialización. A la parte experimental se le asignará un 60% de presencialidad, a diferencia del 30% de presencialidad asignado a la parte teórica. Los porcentajes de parte teórica y experimental dependen de cada asignatura.

En la tabla adjunta se indica, en horas totales y porcentaje de esas horas, la duración de las actividades formativas. Las clases de Teoría y de Seminario se han fusionado en el apartado Teoría y se impartirán en aula o aula de Informática, según convenga. Las clases de Laboratorio se llevarán a cabo en aula de informática o los laboratorios de investigación de los Departamentos, según sea el caso de los contenidos a desarrollar.

Horas de trabajo del alumno:

	S1-1*	S1-2*	S2-1*	Total
Presencial	126	143	188	457
Autónomo	174	232	187	593
TOTAL	300	375	375	1050

S1-1: Semestre 1, primer trimestre. S1-2: Semestre 1, segundo trimestre. S2-1: Semestre 2, primer trimestre.

5.1 **Resultados de aprendizaje:** (Específicos de la materia o resumen de los esperados para las asignaturas)

El alumno adquirirá una formación especializada en la caracterización de materiales desde el punto de vista mecánico, eléctrico y óptico. También recibirá unos conocimientos especializados de caracterización de diferentes tipos de materiales (semiconductores, biomateriales, nanomateriales). Aprenderá y desarrollará técnicas de simulación computacional específicas para el estudio de materiales. El alumno recibirá un aprendizaje adicional en técnicas de laboratorio relacionadas y desarrolladas en los laboratorios de investigación de los Departamentos.

6 **Sistemas de evaluación:** (Genéricos de la titulación, específicos de la materia o resumen de las asignaturas)

En cumplimiento de la normativa de la Universidad de Valladolid, "los profesores responsables de las asignaturas serán quienes determinen en el proyecto de cada asignatura, de acuerdo con los criterios enunciados en el proyecto docente de la misma, las características, tipo de examen que se va a realizar y criterios de evaluación".

Teniendo esto presente, se indican a continuación los pesos orientativos de los distintos procedimientos de evaluación aplicados al tipo de asignaturas correspondientes a este módulo: asignaturas teóricas, asignaturas con prácticas de laboratorio y asignaturas de computación. La información precisa de estos aspectos, referidos a cada una de las asignaturas, se publicará en la correspondiente guía docente, en la página web del Máster y se explicará a los alumnos antes del comienzo de las clases.

Asignaturas teóricas		
Tipo de evaluación	Actividad evaluable	Intervalo de valoración [mín-máx] orientativo
Examen	Examen	[30%-60 %]
Evaluación continua	Seguimiento en clase	[20%-40 %]
	Trabajos, informes.	[20%-40 %]

Asignaturas con prácticas de Laboratorio instrumental o de computación		
Tipo de evaluación	Actividad evaluable	Intervalo de valoración [mín-máx] orientativo
Examen	Examen	[10%-40 %]
Evaluación continua	Actividad en el laboratorio	[10%-40 %]
	Trabajos, informes.	[50%-80 %]



Cuando corresponda, se valorarán especialmente los resultados de mediciones efectuadas en los laboratorios.

7 Contenidos del módulo: (Breve descripción del módulo)

Asignatura: Termodinámica de materiales

- Equilibrios entre fases: fugacidades.
- Fases condensadas: funciones de exceso y modelos.
- Sistemas poliméricos.
- Espectroscopía térmica mediante DSC y determinación del equilibrio sólido-líquido.
- Caracterización dieléctrica de materiales en fase líquida.

Asignatura: Caracterización estructural estática y dinámica de materiales: difracción y espectroscopía vibracional

- Bases teóricas de las espectroscopías Raman e infrarroja.
- Modos de operación.
- Instrumentación.
- Estudio estructural de los principales materiales avanzados: semiconductores, polímeros y biopolímeros.
- Estudio de materiales relacionados con medio ambiente y patrimonio.

Asignatura: Materiales semiconductores para optoelectrónica y circuitos integrados

- Tecnologías y procesos de fabricación de materiales y dispositivos.
- Defectos en dispositivos.
- Materiales aislantes.
- Dispositivos de última generación.

Asignatura: Polímeros

- Síntesis de polímeros.
- Arquitectura molecular.
- Cristalización de polímeros.
- Caracterización micro-estructural y macroscópica de polímeros (propiedades térmicas y mecánicas).
- Polímeros avanzados.

Asignatura: Nanociencia y confinamiento cuántico en nanomateriales

- La naturaleza en la nanoescala.
- Configuración atómica y estructura electrónica de nanopartículas.
- Propiedades electrónicas, ópticas, magnéticas, etc.
- Nanoestructuras y nanopartículas de interés tecnológico.

Asignatura: Materiales magnéticos

- Comportamiento magnético de la materia.
- Anisotropía magnética. Procesos de imanación.
- Nanopartículas magnéticas. Superparamagnetismo.
- Caracterización magnética de materiales.
- Micromagnetismo. Espintrónica

Asignatura: Materiales porosos selectivos

- Modelización y fabricación de películas densas y porosas.
- Técnicas de caracterización de superficies y membranas micro y nanoporosas.
- Transporte a través de materiales densos y porosos.
- Diseño práctico del estudio estructural y funcional de un material poroso selectivo.

Asignatura: Biomateriales

- Diseño Molecular y síntesis de Biomateriales.
- Modificación superficial, adhesión celular y biocompatibilidad .
- Biomateriales con respuesta a un estímulo.
- Biomateriales e instrumentación médica.
- Aspectos regulatorios y de transferencia.

Asignatura: Materiales multifásicos y materiales celulares

- Técnicas de fabricación.
- Relación estructura propiedades.
- Materiales nanocelulares, materiales celulares basados en nanocompuestos.



- Materiales celulares en base bioplásticos.
- Materiales celulares metálicos.

Asignatura: Técnicas experimentales de caracterización de semiconductores y aislantes

- Técnicas de caracterización óptica y eléctrica.
- Técnicas de medida de impurezas, centros profundos y estados superficiales.
- Defectos en aislantes.
- Mecanismos de conmutación resistiva

Asignatura: Experimentación en Biomateriales

- Selección de biomateriales para ingeniería tisular.
- Diseño de nano y biomateriales: microfabricación, modificación y funcionalización.
- Biocompatibilidad de biomateriales: interacción célula-material.
- Evaluación de las interacciones célula/proteína-biomaterial.
- Nanotecnología y sistemas de liberación controlada de fármacos, proteínas y genes.
- Biomateriales para células, tejidos y órganos en dispositivos "lab-on-a-chip".
- Generación de nichos para células madre: tecnologías de alto rendimiento.
- Bioimpresoras 3D.

Asignatura: Modelado computacional de semiconductores y procesos tecnológicos

- Técnicas computacionales empíricas.
- Dopado de semiconductores: activación eléctrica y difusión de dopantes.
- Procesos de irradiación en semiconductores: generación y evolución de defectos.
- Caracterización estructural, energética y electrónica de defectos en semiconductores.

Asignatura: Simulaciones cuánticas de nanomateriales

- Formalismo de primeros principios: teoría del funcional de la densidad.
- Métodos semiempíricos.
- Códigos de simulación.
- Laboratorio de caracterización computacional de nanomateriales.

Asignatura: Propiedades y modelado computacional de metamateriales

- Electrodinámica de los medios "zurdos".
- Síntesis de metamateriales: tipos de celdas elementales.
- Fenómenos y aplicaciones.
- Modelado en términos de parámetros efectivos.
- Modelado en términos de la celda elemental.

8 **Comentarios adicionales:** (Cualquier aspecto, no descrito en los apartados anteriores, tales como requisitos previos, aclaraciones, etc.)

El alumno podrá obtener la especialidad en Física de Materiales cursando **11 de las 14** asignaturas optativas ofertadas en este módulo (**33 ECTS de 42** ECTS totales).

9 **Descripción de las asignaturas:** FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto

Denominación	ECTS	Carácter			
Termodinámica de materiales	3			OP	
Caracterización estructural estática y dinámica de materiales: difracción y espectroscopía vibracional	3			OP	
Materiales semiconductores para optoelectrónica y circuitos integrados	3			OP	
Polímeros	3			OP	
Nanociencia y confinamiento cuántico en nanomateriales	3			OP	
Materiales magnéticos	3			OP	
Materiales porosos selectivos	3			OP	
Biomateriales	3			OP	
Materiales multifásicos y materiales celulares	3			OP	
Técnicas experimentales de caracterización de semiconductores y aislantes	3			OP	
Experimentación en Biomateriales	3			OP	
Modelado computacional de semiconductores y procesos tecnológicos	3			OP	
Simulaciones cuánticas de nanomateriales	3			OP	
Propiedades y modelado computacional de metamateriales	3			OP	



Denominación del Módulo: (Codificación o numeración y nombre)	
Módulo ESPECIALIZACIÓN EN FÍSICA MATEMÁTICA	
1 Créditos ECTS:	Carácter: FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto
48	OP
2 Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios (Unidad temporal y sus correspondientes ECTS)	
<p>El módulo se imparte en ambos semestres, y todas las asignaturas tienen una carga de 3 ECTS y son de tipo teórico-práctico (ejercicios y problemas) en aula, sin prácticas de laboratorio ni de ordenador. Con la finalidad de compensar el tiempo de dedicación del alumno al TFM, doce de las asignaturas optativas de este módulo serán impartidas en el primer semestre, donde también está ubicado el Módulo Común. Durante el segundo semestre se podrán cursar cuatro optativas: tres se extienden a lo largo de todo él y una sólo en la primera mitad del mismo. La organización temporal de las asignaturas es la siguiente:</p> <p>En la primera mitad del primer semestre (S1-1) se impartirán (6 optativas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geometría en Física. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Grupos y álgebras de Lie en Física. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Análisis funcional en Mecánica Cuántica. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Ecuaciones diferenciales avanzadas en Física. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Sistemas dinámicos y caos. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Teoría cuántica de campos. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. <p>En la segunda mitad del primer semestre (S1-2) se impartirán (6 optativas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Física no lineal. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Modelos integrables clásicos y cuánticos. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Topología y Física. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Información y computación cuánticas. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Teoría cuántica de campos avanzada. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Geometría del espacio-tiempo. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. <p>En la primera mitad del segundo semestre (S2-1) se impartirá (2 optativas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Física de partículas. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. • Temas de actualidad en Física Matemática. Consta de 24 h teórico-prácticas en aula. <p>Durante todo el segundo semestre (S2) se podrán desarrollar (2 optativas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estancia de investigación en otro centro. No tiene horas lectivas asignadas, todo será trabajo del alumno con su tutor en el centro de destino. • Seminarios del Grupo de investigación "Física Matemática". Consta de 24 h de asistencia a conferencias. 	
3 Lenguas en las que se imparte:	
Español. pero en función del alumnado se podrá impartir también en inglés.	
4 Competencias: (indicar las competencias que se desarrollan, de las descritas en el punto 3.2.)	
<p>G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos. G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis. G3. Capacidad de Comunicación. G4. Capacidad de aprendizaje autónomo. C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples. C6. Capacidad para optimizar recursos. C7. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones. C8. Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia. C9. Conocimiento de los enfoques de interpretación de resultados físicos de sistemas complejos. C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física. C11. Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.</p> <p>Otras competencias específicas adquiridas por los alumnos que siguen la especialización "Física Matemática":</p>	

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
 CSV: 282460639123506348654142



- Manejo preciso de la capacidad abstractiva matemática.
- Conocimiento de sistemas físicos avanzados basados en la no linealidad.
- Interpretación de las bases fundamentales de la Física Teórica
- Capacidad para poder participar en actividades científicas internacionales y en la toma de decisiones científicas a nivel internacional.

5 Actividades formativas (en horas y porcentaje de presencialidad) y metodologías docentes

Este módulo tiene un carácter teórico por lo que las asignaturas de que se compone, con peso de 3 ECTS cada una, serán impartidas con un 32% de presencialidad, sobre el trabajo total del alumno (8 horas lectivas por cada ECTS).

En la tabla adjunta se indica, en horas totales y porcentaje de esas horas, la duración de las actividades formativas. Las clases de Teoría y de Seminario se han fusionado en el apartado "Presencial" y se impartirán en aula o aula de Informática, según convenga. Si las características de algunos de los alumnos matriculados así lo aconsejan (fundamentalmente si hay alguno que tenga su lugar de residencia habitual fuera de Valladolid), las asignaturas podrán impartirse en la sala de videoconferencia; así este módulo del máster, que es eminentemente teórico y no requiere prácticas de laboratorio, podrá ser especialmente atractivo para alumnos que no residan durante todo el curso académico en Valladolid, lo que podrá facilitar el acceso al mismo a un amplio espectro de alumnos que no provengan de la Universidad de Valladolid, al reducir costes; esto hecho diferencial puede hacer el módulo bastante atractivo para estudiantes de otros países.

Horas máximas de trabajo del alumno (recuérdese que todas las asignaturas son optativas, por lo que aquí se indica la carga de las 16 asignaturas, pero obviamente el alumno no está obligado a cursarlas todas):

	S1-1	S1-2	S2-1	S2-2	Total
Presencial	144	144	60	12	360
Autónomo	306	306	165	63	840
TOTAL	450	450	225	75	1200

S1-1: Semestre 1, primer trimestre. S1-2: Semestre 1, segundo trimestre.
S2-1: Semestre 2, primer trimestre. S2-2: Semestre 2, segundo trimestre.

5.1 Resultados de aprendizaje: (Específicos de la materia o resumen de los esperados para las asignaturas)

Este módulo cubre los aspectos más avanzados del Física Matemática. Las asignaturas se centran en primer lugar en proporcionar herramientas matemáticas más sofisticadas que son imprescindibles para el estudio de temas avanzados y que no han sido estudiados en el Grado en Física, y después en abordar temas tales como los sistemas de comportamiento no lineal, el desarrollo de la teoría de campos y otros temas actuales de la física matemática. De esta forma se presenta un módulo más cercano a la Física Teórica. Además se adquirirá una profundización en la modelización de los estados de la materia.

6 Sistemas de evaluación: (Genéricos de la titulación, específicos de la materia o resumen de las asignaturas)

En cumplimiento de la normativa de la Universidad de Valladolid, "los profesores responsables de las asignaturas serán quienes determinen en el proyecto de cada asignatura, de acuerdo con los criterios enunciados en el proyecto docente de la misma, las características, tipo de examen que se va a realizar y criterios de evaluación".

En todas las asignaturas de este módulo (salvo en las dos optativas del segundo semestre, que presentan unas características especiales que se comentarán más adelante) habrá una prueba escrita final (examen) y se propondrán en clase ejercicios que deberán resolverse de forma individual o en grupo y entregarse al profesor en los plazos establecidos; también se podrá proponer la realización de un trabajo más amplio, que deberá presentarse oralmente para ser debatido con los compañeros.

En la asignatura *Estancia de investigación en otro centro* la será decidida por el profesor responsable de la asignatura tras consultar con el tutor externo, siempre fundamentada en los informes y trabajos elaborados por el alumno en un proceso de evaluación continua.

Por lo que respecta a la asignatura *Seminarios del Grupo de investigación Física Matemática*, uno de los profesores que imparta docencia en este módulo actuará cada año como responsable de la organización de la misma (buscando los conferenciantes con antelación suficiente, preparando y difundiendo la programación,

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
CSV: 282460639123506348654142



etc.) y será el encargado de efectuar el proceso de evaluación de los alumnos matriculados, para lo cual éstos, además de asistir a las charlas, deberán realizar un informe/resumen de cada una de ellas.

Teniendo esto presente, se indican a continuación los pesos orientativos de los distintos procedimientos de evaluación aplicados al tipo de asignaturas teóricas correspondientes a este módulo (la información precisa de estos aspectos, referida a cada una de las asignaturas, se publicará en la correspondiente guía docente, en la página web del Máster y se explicará a los alumnos antes del comienzo de las clases):

Asignaturas teórico-prácticas, sin laboratorios		
Tipo de evaluación	Actividad evaluable	Intervalo de valoración [mín-máx] orientativo
Examen	Examen	[30%-60 %]
Evaluación continua	Seguimiento en clase	[20%-40 %]
	Trabajos, informes.	[20%-40 %]

Asignatura: Estancia de investigación en otro centro		
Tipo de evaluación	Actividad evaluable	Intervalo de valoración [mín-máx] orientativo
Evaluación continua por el profesor responsable tras consultar con el tutor externo	Trabajos, informes.	[100 %]

Asignatura: Seminarios del Grupo de investigación Física Matemática		
Tipo de evaluación	Actividad evaluable	Intervalo de valoración [mín-máx] orientativo
Evaluación continua	Seguimiento en los seminarios	[40%-60 %]
	Informe-resumen de todos los seminarios.	[40%-60 %]

7 **Contenidos del módulo:** (Breve descripción del módulo)

Asignatura: Geometría diferencial en Física

- Espacios topológicos, variedades diferenciales y formas diferenciales
- Aplicaciones entre variedades y acción de grupos sobre variedades
- Geometría de los grupos de Lie: conexiones, métricas e invariantes
- Teoría de fibrados: conexiones, curvatura, aplicaciones a teorías de campo gauge y fibrados espinoriales
- Geometría simpléctica: corchetes de Poisson, vectores de Killing y cuantización geométrica

Asignatura: Grupos y álgebras de Lie en Física

- Grupos discretos y representaciones.
- Grupos y álgebras de Lie.
- Los grupos de rotaciones SO(3) y SU(2).
- Los grupos euclídeo, Lorentz y Poincaré.
- Aplicaciones en Mecánica Cuántica.
- El grupo SU(3) y partículas elementales.
- Invariancia Gauge. Modelo Estándar.
- Aplicaciones en ecuaciones diferenciales.

Asignatura: Análisis funcional en Mecánica Cuántica

- Espacios de Hilbert.
- Teoría de Operadores en espacios de Hilbert.
- Aplicaciones a la Mecánica Cuántica: Hamiltonianos regulares y potenciales singulares

Asignatura: Ecuaciones diferenciales avanzadas en Física

- Funciones especiales de la Física Matemática
- Funciones elípticas
- Funciones de Green
- Métodos asintóticos

Asignatura: Sistemas dinámicos y caos

- Sistemas lineales y no lineales en una y dos dimensiones
- Estabilidad



- Funciones de Lyapunov. Ecuaciones de Lotka-Volterra, ciclos límite, teorema de Poincaré-Bendixon. Caos en ecuaciones diferenciales. Bifurcaciones
- Caos en sistemas discretos y continuos

Asignatura: Teoría cuántica de campos

- Repaso de la cuantización del campo libre: propagadores, segunda cuantización e integral de Feynman
- QED escalar 2/3+1. QED fermiónica 2/3+1
- Modelo de Higgs abeliano
- Regularización y renormalización: método de regularización dimensional, *cut-off* de energía y funciones zeta
- Introducción a las teorías gauge no-abelianas

Asignatura: Física no lineal

- Ecuaciones KdV, Schrödinger no lineal, sine-Gordon. Solitones.
- Scattering inverso
- Pares de Lax
- Transformación de Bäcklund
- Ecuaciones de Painlevé.

Asignatura: Modelos integrables clásicos y cuánticos

- Integrabilidad y superintegrabilidad de sistemas hamiltonianos.
- Sistemas de espines integrables
- Simetrías e integrabilidad. Grupos cuánticos

Asignatura: Topología y Física

- Teorías de campos clásicas y topología del espacio de soluciones: 1+1, 2+1 y 3+1
- Ruptura espontánea de simetría
- Repaso de la teoría de fibrados y clases características
- Caracterización topológica de las soluciones: kink, vórtice, monopolo y skyrmión
- Fluctuaciones cuánticas en torno a soluciones topológicas diferentes del vacío: cuantización del kink 1+1
- Correcciones cuánticas a la masa de los defectos topológicos en 1+1 y 2+1. Densidades de Seeley y expansiones asintóticas

Asignatura: Información y computación cuánticas

- Complementos de Mecánica Cuántica
- Espacios de Hilbert de dimensión finita. Qubits. Puertas cuánticas.
- Teleportación. Paralelismo Cuántico. Algoritmo de Deutsch-Jozsa. Complejidad
- Puertas cuánticas universales
- Transformación de Fourier cuántica
- Algoritmos cuánticos de búsqueda. Corrección de errores

Asignatura: Teoría cuántica de campos avanzada

- Teorías gauge no abelianas, simetría BRST y loops de Wilson
- Expansión de gran N
- Métodos de núcleo de calor y funciones espectrales: valores esperados de vacío y anomalías
- Campos cuánticos en *backgrounds* clásicos: introducción a la teoría cuántica de campos en espacio-tiempo arbitrario
- El efecto Casimir

Asignatura: Geometría del espacio-tiempo

- Grupos cinemáticos y espacios homogéneos
- Geometría de los espacios de De Sitter, anti-De Sitter y Minkowski
- Modelos proyectivos y geometría conforme
- Espacio-tiempo no conmutativo

Asignatura: Física de partículas

- Simetrías en el Modelo Standard. Teorema CPT
- Ruptura espontánea de simetría
- Teoría Electro débil: procesos leptónicos, semileptónicos y no leptónicos. Violación CP
- Modelo quark SU(3). Funciones de onda de sabor y transiciones radiativas entre hadrones
- Quarks en la teoría Electro débil. La matriz CKM
- Fenómenos perturbativos en Quantum Chromodynamics: *Deep inelastic scattering*



Máster Universitario en Física

Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias

- Introducción a la física de neutrinos

Asignatura: Temas de actualidad en Física Matemática

- Curso especializado impartido por alguno de los profesores visitantes que suelen realizar estancias de investigación para colaborar con sus colegas del grupo "Física Matemática" de la Universidad de Valladolid. La temática variará de un curso a otro en función del experto invitado, anunciándose con suficiente antelación.

Asignatura: Estancia de investigación en otro centro

- Colaboración en tareas de investigación con expertos en Física Matemática españoles o extranjeros

Asignatura: Seminarios del Grupo de investigación *Física Matemática*

- Asistencia al ciclo de conferencias que anualmente organiza el grupo de investigación "Física Matemática" de la Universidad de Valladolid, con presencia de reconocidos expertos nacionales y extranjeros.

8 **Comentarios adicionales:** (Cualquier aspecto, no descrito en los apartados anteriores, tales como requisitos previos, aclaraciones, etc.)

El alumno podrá obtener la especialidad en Física Matemática cursando, al menos, 11 de las 16 asignaturas optativas ofertadas en este módulo (33 ECTS de 48 ECTS totales).

9 **Descripción de las asignaturas:** FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto

Denominación	Crd. ECTS	Carácter			
Geometría diferencial en Física	3			OP	
Grupos y álgebras de Lie en Física	3			OP	
Análisis funcional en Mecánica Cuántica	3			OP	
Ecuaciones diferenciales avanzadas en Física	3			OP	
Sistemas dinámicos y caos	3			OP	
Teoría cuántica de campos	3			OP	
Física no lineal	3			OP	
Modelos integrables clásicos y cuánticos	3			OP	
Topología y Física	3			OP	
Información y computación cuánticas	3			OP	
Teoría cuántica de campos avanzada	3			OP	
Geometría del espacio-tiempo	3			OP	
Física de partículas	3			OP	
Temas de actualidad en Física Matemática	3			OP	
Estancia de investigación en otro centro	3			OP	
Seminarios del Grupo de investigación "Física Matemática"	3			OP	



Denominación del Módulo: (Codificación o numeración y nombre)

Trabajo Fin de Máster

1	Créditos ECTS:	Carácter:	FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto			
	18				TF	

2 Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios (Unidad temporal y sus correspondientes ECTS)

Este módulo se desarrollará en el segundo semestre. En total son 18 ECTS. Eventualmente y dependiendo de la temática de los TFM ofertados por las áreas de investigación, podrá iniciarse en la segunda mitad del primer semestre.

3 Lenguas en las que se imparte:

Español. ~~y/o Inglés.~~

4 Competencias: (indicar las competencias que se desarrollan, de las descritas en el punto 3.2.)

G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos.
 G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis.
 G3. Capacidad de Comunicación.
 G4. Capacidad de aprendizaje autónomo.
 C3. Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso.
 C4. Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados.
 C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples.
 C6. Capacidad para optimizar recursos.
 C7. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.

5 Actividades formativas (en horas y porcentaje de presencialidad) **y metodologías docentes**

Las actividades formativas incluirán un trabajo de investigación tutelado que será defendido públicamente de acuerdo con la normativa vigente.

5.1 Resultados de aprendizaje: (Específicos de la materia o resumen de los esperados para las asignaturas)

El Trabajo de Fin de Máster permitirá evaluar los conocimientos y capacidades adquiridos por el alumno dentro de las áreas de conocimiento del Máster, teniendo en cuenta el carácter especializado de éste y su orientación a la especialización académica o profesional y a la iniciación en tareas investigadoras.

6 Sistemas de evaluación: (Genéricos de la titulación, específicos de la materia o resumen de las asignaturas)

La evaluación del trabajo Fin de Máster y de su defensa pública se llevará a cabo de acuerdo con la normativa vigente. Resolución de 3 de febrero de 2012, del Rector de la Universidad de Valladolid, por la que se acuerda la publicación del Reglamento sobre la elaboración y evaluación del Trabajo de Fin de Máster.

7 Contenidos de la materia: (Breve descripción de la materia)

El Trabajo de Fin de Máster supone la realización por parte del alumno de un proyecto, memoria o estudio, en el que aplique y desarrolle los conocimientos adquiridos en el seno del Máster.

8 Comentarios adicionales: (Cualquier aspecto, no descrito en los apartados anteriores, tales como requisitos previos, aclaraciones, etc.)

Módulo obligatorio que podrá responder a contenidos coordinados entre diferentes áreas de conocimiento. La oferta de contenidos será supervisada por el Comité Académico cada curso.

9 Descripción de las asignaturas:	FB: Formación Básica; OB: Obligatoria; OP: Optativa; TF: Trabajo Fin de Carrera; PE: Practicas externas; MX: Mixto				
Denominación	Crd. ECTS	Carácter			
Trabajo Fin de Máster	18			TF	

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)
 CSV: 282460639123506348654142