



## 2 Justificación

### 2.1 Justificación del título.

El título que se presenta se ha articulado cumpliendo las directrices establecidas por el Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, concretamente las que se refieren al Capítulo IV relativo a las enseñanzas universitarias oficiales de Máster.

Este título de Máster tiene su principal justificación en ofrecer estudios de continuación a alumnos que proceden, principalmente aunque no exclusivamente, de los actuales Grado en Física y Doble Grado en Física y Matemáticas, impartidos en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid. Tanto el Grado existente como el Máster que aquí se presenta estarán y coordinados desde la Sección de Física, lo que proporciona una mejor integración y coordinación tanto de contenidos impartidos como del profesorado involucrado. Por otra parte, el Máster en Física también proporcionará a los alumnos graduados el acceso directo al Programa de Doctorado en Física, cumpliendo así con el Artículo 6 del Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado.

#### a. Interés académico, científico o profesional del mismo.

La Física es, posiblemente, la ciencia más básica y más versátil de todas las que existen. Es, de hecho, el modelo patrón de lo que se considera una "Ciencia" en epistemología. Su continua evolución la sitúa en primera línea de la investigación, tanto teórica como aplicada. En la enseñanza universitaria, la Física ha dado origen en el pasado a la creación de otros estudios más especializados. Baste citar como ejemplos, muy recientes en la Universidad de Valladolid, las actuales titulaciones de Informática, Ingeniería Electrónica o el Grado en Óptica y Optometría, implementadas en su origen por profesores de la Licenciatura en Física de la Facultad de Ciencias y cuyas primeras plantillas de profesorado estaban formadas fundamentalmente por físicos de esa Facultad. En este sentido, los estudios de Física han sido, y seguirán siendo, la cantera fundamental de muchos estudios técnicos que gozan de gran aceptación en la actualidad. La Universidad de Valladolid tiene una larga tradición en formación científica y técnica que debe cuidar y mantener. En su oferta educativa aparece una multitud de estudios de ingeniería en los que la Física es la ciencia básica fundamental. Los profesores que, en la actualidad, imparten docencia en todos esos centros están conectados con los estudios de Física de la Facultad de Ciencias gracias a la estructura intercentro de los departamentos universitarios que se contempla en la legislación actual. Estos profesores mantienen su nivel de formación y actualizan sus conocimientos gracias a su participación en multitud de proyectos de investigación, en actividades de desarrollo tecnológico y en el Programa de Doctorado en Física.

Justificar la necesidad de que una Universidad con la tradición de la Universidad de Valladolid imparta cursos de postgrado es tanto como justificar la existencia de la propia Universidad. Está en la esencia propia de la Institución. Su labor de formación y en particular en la Titulación de Física es indisoluble de una actualización continua de conocimientos por parte de profesorado y alumnado que sólo es posible cuando se realiza tanto una investigación teórica como aplicada de alto nivel. Es por tanto labor nuestra la de elaborar una estructura académica que permita formar especialistas que puedan desarrollar tareas de investigación en Universidades, Centros de Investigación o Departamentos de I+D de empresas.

La filosofía de los estudios de Postgrado, que proviene de la progresiva adecuación de nuestro sistema de educación universitaria al marco de convergencia europea, propició hace unos años la creación de los títulos de Máster. Estos nuevos estudios buscaban una sólida formación especializada en ámbitos que permitan a nuestros estudiantes la capacitación académica, profesional o investigadora. De hecho, el Máster de Instrumentación en Física, que ha sido el precursor en esta propuesta se enmarcó principalmente en esta última línea de carácter investigador, y fue de los primeros estudios de Máster que tuvo el visto bueno de las agencias de evaluación y que se puso en funcionamiento en la Universidad de Valladolid, dentro del marco regulador del RD 56/2005. Por lo tanto, el Máster en Física que aquí se propone, que en su planteamiento tiene un perfil claramente dirigido hacia la formación de investigadores en el campo, pretende no modificar la filosofía generalista ni el profesorado sino ajustarse a la normativa vigente para proporcionar a los alumnos titulados una sólida formación investigadora que les permita bien optar por continuar con su tesis doctoral o bien incorporarse con garantías a un grupo de investigación tanto en el ámbito académico como en el industrial. Al mismo tiempo se trata de elaborar unos estudios que partiendo de una formación con orientación muy amplia y generalista, como es el caso de la Física, adapte su último ciclo formativo de forma que se incluyan algunas vías para preparar a los estudiantes en su incorporación inmediata al mundo laboral sin perder su carácter de formación básica y general, de modo que esta vía pueda ser aprovechada no sólo por los estudiantes que hayan cursado el Grado de Física o el doble Grado en Física y Matemáticas, sino por aquellos que, partiendo de un primer ciclo de formación técnica (ingenieros, químicos, biólogos, etc), deseen profundizar en aspectos más avanzados de la Física que les sirvan de puente para especializarse en el mundo de la atmósfera y el clima, la nanociencia, nanotecnología, materiales, o la física matemática. Y aquí debemos insistir de nuevo en que el objetivo fundamental de este Máster es la formación de investigadores, profesionales y especialistas en estas líneas de investigación punteras, planteamiento que se apoya en un



plantel de profesorado altamente especializado y perteneciente a diez Unidades de Investigación Consolidadas (UIC) altamente reconocidas, no sólo a nivel regional, sino internacional. Esta fuerte masa crítica de profesorado asegura, sin duda, una alta calidad en formación del alumnado en actividades de investigación.

El Máster en Física, en base a los contenidos que va a impartir, garantiza la continuidad en la calidad formativa de los grupos de investigación que actualmente trabajan en la Sección de Física. Esto es así, fundamentalmente, porque la Comisión encargada de su preparación ha incluido a los coordinadores de gran parte de dichos grupos de investigación. Ello permitirá cumplir con la obligación social que tiene encomendada la Universidad de aumentar y transmitir conocimientos, así como responder a la demanda de formación especializada de alto nivel que en estos momentos tienen planteadas las Universidades de Castilla y León.

Hoy, la experiencia adquirida ha permitido a la Sección de Física presentar un plan de estudios en este Máster que engloba la totalidad de las áreas de conocimiento de nuestra Sección y, por ende, lo mejor del profesorado en sus aspectos académico e investigador.

El objetivo de la presente memoria es la adaptación de estos recursos a la legislación del RD 861/2010, para proponer un Máster centrado en tres temáticas fundamentales en las que los grupos de investigación de la Sección de Física de la UVa tienen contribuciones relevantes a nivel nacional e internacional: i) el estudio de la atmósfera y el clima a través de las interacciones de sus componentes, ii) la nanotecnología y caracterización de materiales y iii) la Física Matemática como asiento básico sobre el que se apoya el estudio de otras ramas de la Física Teórica; todo ello haciendo especial énfasis en aquellas áreas que actualmente desarrollan los diferentes grupos de investigación que apoyan este Título. En este Máster se mantiene la filosofía que inspiró en su día la estructura del correspondiente Programa de Doctorado: cursos impartidos por profesores especialistas de diferentes Departamentos y áreas de conocimiento y que fueran de utilidad para los alumnos que los cursan con independencia del grupo de investigación en el que se integran. Así, el presente Título de Máster en Física se concibe como un Máster de especialización multidisciplinar, que posibilite a los que lo cursen estar en la vanguardia de alguno de los retos tecnológicos o del conocimiento que deberán afrontar las sociedades como consecuencia, entre otras muchas cosas, del efecto globalizador de las tecnologías de la información y las comunicaciones. El Título de Máster en Física se propone como el estudio de segundo ciclo que permita a los graduados el acceso al Doctorado mediante el Programa de Doctorado en Física, al cual se vincula.

La propuesta que se presenta persigue los siguientes objetivos básicos:

- Presentar una estructura coherente que abarque el mayor ámbito posible en los temas de los tres módulos que componen la oferta de especialización: atmósfera y clima, caracterización de materiales y física matemática.
- 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 investigadora reciban una formación que pueda resultarles de interés independientemente del tema específico de su trabajo doctoral, y, por otra, atraer alumnos procedentes de otros ámbitos diferentes al estrictamente académico, y en particular del ámbito industrial, que estén interesados en desarrollar un máster de investigación como este.
- Conseguir que nuestros alumnos alcancen una sólida formación teórica y práctica como extensión a los conocimientos de Física que ya han iniciado en sus estudios de Grado. así se les proporcionará las herramientas en las técnicas de medida que hoy en día se emplean en laboratorios tanto de investigación como industriales. Se les formará tanto en los aspectos fundamentales de diversas técnicas de medida como en sus correspondientes aplicaciones y se les ofrecerá la posibilidad de que adquieran los fundamentos necesarios para profundizar en otras ramas teóricas centradas en la investigación básica; todo ello sin menoscabo de adentrarse en aspectos científicos de la nanotecnología, modelización y computación, temas, todos ellos, 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 ámbitos.
- Ofrecer Cursos que puedan resultar de interés para alumnos de otros estudios de carácter científico-técnico impartidos en ésta u otras Universidades.

Con relación a las competencias que deben alcanzar los alumnos, los Descriptores de Dublín enuncian genéricamente las expectativas típicas respecto a los logros y habilidades relacionados con las cualificaciones que representan el fin de cada ciclo de Bolonia. Así al término del Máster, los alumnos podrán y deberán demostrar que:

- Poseen y comprenden conocimientos que se basan en los típicamente asociados al primer ciclo y los amplían y mejoran, lo que les aporta una base o posibilidad para ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación;
- Saben aplicar los conocimientos adquiridos y tienen capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinarios) relacionados con su área de estudio;



- Son 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;
- Saben 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;
- Poseen las habilidades de aprendizaje que les permitirán continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

El perfil de competencias específicas incluye las siguientes:

- Comprensión de los fenómenos que involucran la interpretación de leyes de la Física.
- Capacidad para analizar sistemas complejos.
- Capacidad de desarrollar el formalismo teórico de la Física.
- Capacidad para simular sistemas físicos.
- Comprensión de las bases científicas de funcionamiento de los equipos de medida y control.
- 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 transmitir sus conocimientos dentro y fuera del ámbito académico.

Por lo que se refiere a las especialidades que incluye la titulación, hay que destacar que existen tres que fusionan dos características esenciales en el contexto académico de los cursos de posgrado: en primer lugar el interés profesional de dichas especialidades y en segundo lugar las capacidades del personal investigador de la Sección de Física. Así, la especialidad de "Física de Materiales" presenta los avances y conocimientos más avanzados en la línea tecnológica de los materiales y para mostrar su idoneidad basta con repasar las menciones de los premios Nobel de los últimos años. La especialidad de "Física de la Atmósfera y Clima" presenta los contenidos más actuales e innovadores en el manejo de la instrumentación de determinación de componentes atmosféricos y sus interacciones para su aplicación en el estudio del clima. Finalmente, la especialidad de "Física Matemática" tiene un enfoque teórico idóneo para iniciar líneas robustas de investigación en las ramas de estudio de la Física en la frontera del conocimiento.

Por otra parte, la justificación de incluir tres especialidades en el título que se presenta, se basa tanto en las preferencias manifestadas por el alumnado como por la iniciativa demostrada por los grupos de investigación en Física de la UVa, ya que, como se ha mencionado previamente, se trata de un máster muy enfocado a la formación de personal investigador altamente cualificado en alguna de las tres especialidades que conforman los módulos de especialización (Atmósfera y Clima, Materiales y Física Matemática). Hemos considerado que la formación generalista en Física que proporciona el actual Grado en Física sirve de soporte de conocimiento básico, pero que la complementación con un Máster específico aporta la formación al alumno encaminada a dos vías fundamentales derivadas de los estudios de Física: i) la preparación para la inclusión efectiva en el mundo laboral y ii) la orientación específica hacia una determinada línea de investigación, que será continuada con el posterior Programa de Doctorado.

#### b. Referentes externos a la Universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta.

Como es evidente, el título que se presenta no es una idea nueva ni innovadora, sino que se justifica en la experiencia adquirida y observada, propia y ajena, de la evolución de otros planes de estudios en nuestra Universidad y en otras del entorno nacional. En este sentido aporta como ventajas la perspectiva global adquirida una vez que son conocidos los resultados de varias promociones de la titulación de Graduado en Física cuyos primeros alumnos terminaron este ciclo en el curso académico 2013-14. Ello ha permitido adecuar, mejorar y extender el actual Máster en Física en un marco de contexto de otros planes de estudio de otras universidades (aprobados por la ANECA), para ofertar la presente propuesta modificada de Máster en Física.

La filosofía de un Máster de especialización, es la más adecuada para el desarrollo profesional en un campo determinado de la Física, tal y como establece el R.D. 43/2015 que modifica el RD 1393/2007; en el caso de nuestra Universidad esa oferta debe estar muy bien justificada; así, la Sección de Física optó en su momento por la especialización al involucrarse en los dos Másteres interuniversitarios vigentes (Nanotecnología y Tecnología de Láseres), pero la oferta de un Máster no interuniversitario, que conlleva el tratamiento de mayor amplitud de temas de la física, tendrá mayor eficiencia con un esquema que contempla especializaciones. El referente de otras grandes Universidades ha sido tenido en cuenta para la elaboración de contenidos a impartir y selección de los módulos de especialización, como a continuación detallamos.

Los referentes externos de nuestra propia Comunidad de Castilla y León son importantes. Así la Universidad de Burgos no oferta ningún Máster con contenidos centrados en Física; de hecho el Máster de la rama de conocimiento de Ciencias más cercano a la Física y la Tecnología, ofertado por esta universidad, es el Máster



## 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

Universitario en Electroquímica, Ciencia y Tecnología, un Máster interuniversitario con contenidos de electroquímica, sensores, instrumentación de energía, etc. Por otra parte, la Universidad de León oferta tres Másteres oficiales en la rama de Ciencias, centrados en la Biología, riesgos naturales y estudios de flora y fauna; en la rama de Ingeniería y Arquitectura oferta tres Másteres en las temáticas de energías renovables, cibernética y acústica.

La Universidad de Salamanca es la Universidad de nuestra región con mayor parecido a la Universidad de Valladolid en lo que a estudios de Física se refiere y tiene un esquema paralelo en cuanto a ofertas de Másteres especializados interuniversitarios y Máster interno. Salamanca oferta tres Másteres relacionados con la Física, de los cuales dos son interuniversitarios; i) Máster Universitario en Física y tecnología de los láseres por la U. de Salamanca y la U. de Valladolid (se trata de un máster de especialización en el que intervienen las dos universidades mencionadas y, concretamente, profesorado de la Sección de Física de la UVa) y ii) Física Nuclear. Por lo que se refiere a Máster en Física no interuniversitario de la USal, oferta un Máster generalista con contenidos muy diversos desarrollados en asignaturas obligatorias y optativas que cubren gran parte de las líneas de estudio de la Física. En este sentido, la Sección de Física de la UVa oferta un esquema parecido, con dos Másteres interuniversitarios basados en Nanotecnología y Tecnología de Láseres (compartido con Salamanca) y un Máster en Física. Este último título que ahora se propone modificar extiende mucho más sus contenidos para diversificar la oferta en tres módulos de especialización y adaptarse mejor a las preferencias de los estudiantes y a la iniciativa de los grupos de investigación.

La Universidad Complutense de Madrid también ha sido un referente para establecer los contenidos presentados. Sin embargo desde nuestro punto de vista no presenta la estructura más adecuada, toda vez que el número de alumnos del Grado en Física en la dicha Universidad es mucho más elevado, lo que la capacita para ofertar una gran variedad de Másteres de especialización en una sola rama. Su oferta en el curso académico 2014-2015, y en lo que se refiere a Másteres coordinados desde la Facultad de Física, incluye Máster en i) Astrofísica, ii) Energía, iii) Física biomédica, iv) Física Nuclear, v) Física Teórica y vi) Meteorología y Geofísica. Hay que destacar que en los contenidos presentados en el título que se propone se han incluido descriptores de casi todos los que componen la oferta de la Complutense. En todo caso, este referente ha sido utilizado para distribuir los contenidos propuestos en ramas de especialización.

Finalmente, y como referente intermedio entre las pequeñas universidades de Castilla y León y las grandes universidades de Madrid, ha sido considerado el caso de la Universidad de Valencia, para mostrar una representatividad en todos los ámbitos. La Universidad de Valencia oferta un Máster generalista, Máster universitario en Física Avanzada, con un elenco de contenidos diverso. Su diferencia fundamental es que, a diferencia del título propuesto, todas sus asignaturas son optativas, a excepción del Trabajo Fin de Máster, lo que proporciona al alumno la posibilidad de auto-especializarse-. Por supuesto también presenta diferencia en cuanto a la temática de los contenidos, pero debe entenderse que este aspecto está supeditado a la especialización y líneas de trabajo en las cuales el profesorado tiene aportaciones relevantes en el mundo científico. Entendemos que ése es uno de los principales condicionantes a la hora de elaborar los contenidos a impartir.

De forma más resumida mencionar el caso de otras Universidades como Sevilla, que oferta dos Másteres interuniversitarios en i) Física nuclear y ii) Microelectrónica, o la Universidad de Cantabria tiene un esquema intermedio entre especialización y Máster generalista de forma que oferta un i) Máster Universitario en Física, Instrumentación y Medio Ambiente, y ii) Máster universitario en nuevos materiales. Notar que el título que se presenta engloba la funcionalidad de ambos Másteres dado que incluye estas temáticas en los módulos de especialización. La siguiente tabla resumen muestra los aspectos más relevantes de los referentes externos mencionados.

UNIVERSIDAD	TIPO DE MÁSTER	REFERENTE ADOPTADO
Burgos	Ingeniería	Adoptar contenidos de fundamentos físicos de instrumentación en laboratorios y empresas
León	Ingeniería	Adoptar contenidos de fundamentos físicos de instrumentación en laboratorios y empresas.
Salamanca	Física generalista	Ofertar diversificación de líneas de estudio en Física
Complutense	Física especialización	Ofertar líneas de estudio en Física agrupadas en módulos de especialización
Valencia	Física generalista	Ofertar diversificación de líneas de estudio en Física en que el profesorado tiene aportaciones relevantes
Sevilla	Sólo interuniversitarios	Ofertar líneas de estudio en Física agrupadas en ramas de especialización
Cantabria	Generalista y Especialización	Ofertar líneas de estudio en Física agrupadas en módulos de especialización

Podemos también mencionar multitud de referentes internacionales, de universidades y centros de investigación en los que se desarrollan estudios de máster con muchas semejanzas al que aquí se presenta, como por ejemplo:

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)  
CSV: 282471891657359192265192





- Artic University (Noruega): [https://uit.no/utdanning/program?p\\_document\\_id=276202](https://uit.no/utdanning/program?p_document_id=276202)
- Estocolmo (Suecia): <https://www.kth.se/en/studies/master/engmaterials/course-overview-1.412867>
- Gothenburg (Suecia): [https://utbildning.gu.se/education/courses-and-programmes/program\\_detail?programid=N2ACE](https://utbildning.gu.se/education/courses-and-programmes/program_detail?programid=N2ACE)
- Swiss Federal Institute of Technology (Suiza): [https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/iac/iac-dam/documents/edu/prospective\\_students/msc-atmospheric-climate.pdf](https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/iac/iac-dam/documents/edu/prospective_students/msc-atmospheric-climate.pdf)
- Sorbonne (Francia): <http://www.master.physique.upmc.fr/fr/m2/oacos.html>
- Rennes (Francia): <http://etudes.univ-rennes1.fr/master-nanosciences>
- Bourgogne (Francia): <http://kitanine.perso.math.cnrs.fr/ma2/ma2.html>
- Hamburgo (Alemania): <https://www.math.uni-hamburg.de/master/mphys/>
- Tubinga (Alemania): <https://www.math.uni-tuebingen.de/mmp>
- Munich (Alemania): <http://www.theorie.physik.uni-muenchen.de/TMP/index.html>
- Amsterdam (Holanda): <http://gss.uva.nl/content/masters/mathematical-physics/mathematical-physics.html>
- Oxford (Reino Unido): <https://www.ox.ac.uk/admissions/graduate/courses/msc-mathematical-and-theoretical-physics?wssl=1>
- Edimburgo (Reino Unido): <http://www.drps.ed.ac.uk/17-18/dpt/ptmscmaph1f.htm>

Como puede verse, estos másteres altamente especializados se ofrecen en prestigiosas universidades con un potencial de alumnos mucho mayor que en Valladolid, motivo por el cual aquí hemos optado por plantear un único máster con especializaciones que tengan viabilidad.

## 2.2 Procedimientos de consulta internos y externos.

### a. Procedimientos de consulta internos

La Universidad de Valladolid, a través de la Comisión responsable de esta titulación, estableció unos procedimientos de consulta interna que permitieran la participación de todos los agentes implicados desde una perspectiva interna a la institución. Los públicos con los que se ha contado así como el medio de participación de los mismos en la elaboración de la titulación, los resumimos en el siguiente cuadro y se desarrollan posteriormente.

Público objetivo	Medio de participación
Profesorado del Centro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participación en la Comisión de elaboración del Plan.</li> <li>▪ Grupos de trabajo y consultas.</li> <li>▪ Recepción de consultas y opiniones en el proceso de información sobre la titulación.</li> <li>▪ Proceso de información y aprobación a través de las Juntas de Sección y de Centro.</li> </ul>
Personal de administración y servicios del Centro.	
Órganos de Dirección del Centro.	
Alumnos de la titulación.	<p>Aparte de los procesos anteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Información y consultas específicas a grupos de alumnos sobre la nueva situación por parte de sus representantes.</li> <li>▪ Realización de encuestas acerca de las preferencias de los alumnos actualmente matriculados en el Grado en Física</li> <li>▪ Proceso de información sobre grupos de investigación reconocidos de la Universidad de Valladolid que compondrá el profesorado del Máster en Física.</li> </ul>
Responsables académicos de la Universidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reuniones y consultas para la elaboración del Plan.</li> <li>▪ Proceso de información y aprobación a través del Consejo de Gobierno.</li> </ul>
Servicios técnicos de apoyo a la Verificación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proceso de consultoría y apoyo de los servicios técnicos de la Universidad de Valladolid para la elaboración del Plan.</li> </ul>
Resto del profesorado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proceso exposición pública para dar a conocer e informar sobre el plan a la comunidad universitaria, así como para recoger alegaciones al mismo.</li> <li>▪ Proceso de exposición pública a los Departamentos de la Sección de Física</li> </ul>
Resto del Personal de administración y servicios.	
Resto de alumnos.	

La Universidad de Valladolid establece en sus Estatutos la posibilidad de articular las Facultades en Secciones. Así ocurre en la Facultad de Ciencias y, de acuerdo con su Reglamento, corresponde a la Sección de Físicas, entre otras actuaciones, la de redactar y proponer a la Junta de la Facultad su Plan de Estudios. Durante el año 2014 la Junta de Sección de Físicas nombró una Comisión con el mandato de elaborar un borrador de propuesta de título de Máster en Física, que ha dado lugar a esta propuesta. Dicha Comisión está formada (hablamos en tiempo presente toda vez que la Comisión sigue actualmente vigente) por profesores pertenecientes a todos los Departamentos que integran la Sección de Física de forma que al mismo tiempo están representadas todas las Áreas de Conocimiento específicas de la misma. La Comisión se reúne periódicamente recogiendo sus acuerdos en actas que fueron puntualmente aprobadas. La labor de diseño y



redacción del Plan de Estudios se beneficia en todo momento de las numerosas consultas elevadas por sus miembros a los respectivos Departamentos y resto del profesorado de las Áreas de Conocimiento, de las iniciativas y sugerencias aportadas por los mismos. Uno de los miembros de esa Comisión fue el representante de la Universidad de Valladolid en la Comisión ANECA encargada de la redacción del Libro Blanco del Título de Grado en Física. Asimismo, el Presidente de la Comisión es representante actual de la Conferencia de Decanos de Física, con lo que la fluidez de intercambio de información está siendo notable. Por otra parte, en la misma Comisión de preparación se han incluido los dos coordinadores de los Másteres que han sido impartidos en nuestra Sección de Física: Máster de Instrumentación en Física (actualmente inoperativo) y Máster Universitario en Física de los Sistemas de Diagnóstico, Tratamiento y Protección en Ciencias de la Salud (actualmente inoperativo).

Por su parte, los delegados de los alumnos, incluido el que participaba en la Comisión, formaron grupos de alumnos para debate y recepción de propuestas que eran transmitidas a la Comisión y a la Junta de Sección a través de sus representantes. Cabe destacar, a este respecto, que en el inicio del período de preparación del Máster y previo a la aprobación de su esquema, tuvo lugar un debate específico acerca de la idoneidad de proponer un Máster de especialización diversificada en Física en lugar de uno de especialización única. Uno de los argumentos tomados en cuenta fueron los resultados de las encuestas realizadas por todos los alumnos del Grado en Física acerca de sus preferencias. Estos resultados han sido para la Comisión de referente especial a la hora de pensar, fundamentalmente, en ofrecer una oferta adecuada a los actuales alumnos que cursan el Grado en la Universidad de Valladolid. Por supuesto entendemos que este interés puede ser extrapolable a otros alumnos de otras universidades de nuestra Región, que como antes se ha mostrado, no disponen en su Universidad de una oferta en posgrado en Física.

Un paso previo de gran importancia es que la Comisión encargada de la modificación del Máster elevó a la Junta de Sección de Física un borrador previo para aprobar la decisión de continuar con un Máster de especialización diversificada, compuesto por tres ramas de especialización, tal y como aquí se presenta. Dicha aprobación permitió la continuación del trabajo en la preparación precisa de contenido de los módulos.

Como resultado de esta labor, la Comisión elevó a la Junta de la Sección de Física una propuesta para su debate y aprobación. La Junta abrió un periodo para la presentación de enmiendas que fueron debatidas y finalmente la Junta de la Sección de Física aprobó la propuesta de modificación del Título de Máster en Física. Tras ello, fue sometida a la Junta de la Facultad de Ciencias y a la Escuela de Doctorado para su aprobación y tramitación posterior.

Una vez aprobado el borrador del plan, la Universidad de Valladolid estableció unos procedimientos de consulta internos que han permitido la participación de todos los agentes implicados en un foro interno de la propia Universidad. Esto incluye a todos los profesores de todas las titulaciones de la Universidad y al personal de administración y servicios, que tiene acceso a la intranet, y a los alumnos, con idéntico acceso. Estas consultas fueron abiertas tras una revisión técnica por parte de los especialistas del Gabinete de Estudios y Evaluación de la propia Universidad, que aportó sugerencias sobre organización, redacción y presentación de las distintas secciones de este documento. Las alegaciones y sugerencias fueron atendidas por la misma Comisión que elaboró el borrador. La documentación que aquí se presenta, ha sido aprobada por el pleno de la Junta de Sección de Física y la Junta de Facultad de Ciencias. También cuenta con la aprobación de la Escuela de Doctorado de la Universidad de Valladolid, que es el Centro del cual dependerá este título.

**b. Procedimientos de consulta externos**

La mayor parte de los procedimientos de consulta externos que se detallan a continuación son los que tuvieron lugar en la implantación del actual Máster en Física y que ahora se modifica en sus tres módulos de especialización.

La Universidad de Valladolid, a través de la Comisión responsable de esta titulación, estableció unos procedimientos de consulta externos que permitieran la participación de todos los agentes externos a la institución universitaria, pero que participan de una u otra manera de los resultados de este Plan. Los públicos con los que se ha contado así como el medio de participación de los mismos en la elaboración de la titulación, los resumimos en el siguiente cuadro.

Público objetivo	Medio de participación
Conferencia de Decanos	▪ A través de un proceso de información y consulta para la evaluación y revisión de el presente plan y de todos los planes de Física de España.
Empresas e instituciones relacionadas con los ámbitos profesionales de la titulación	▪ A través de un proceso de información y consulta para la evaluación y revisión del Plan. ▪ A través de la consulta de opinión a las empresas e instituciones que habitualmente ofrecen prácticas a nuestros estudiantes y titulados. ▪ A través de sondeos de opinión de las necesidades de recursos humanos realizados a las empresas de los sectores relacionados.

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)  
CSV: 282471891657359192265192



Profesionales de prestigio	▪ A través de un proceso de información y consulta para la evaluación y revisión del Plan.
Asociaciones profesionales	▪ A través de un proceso de información y consulta para la evaluación y revisión del Plan.
Titulados Universitarios	▪ A través del seguimiento de titulados universitarios para la evaluación de la satisfacción con la titulación.

Como referentes externos hemos tenido también en cuenta los resultados extraídos de estudios realizados a nivel internacional y nacional como son:

- Proyecto "Tuning Educational Structure in Europe" Informe Final. Fase Uno, 2003. Este estudio fue realizado por más de 100 Universidades europeas y coordinado por la Universidad de Deusto (España) y la Universidad de Groningen (Países Bajos) y apoyado por la Comisión Europea. Cabe resaltar que de entre las siete Áreas Temáticas seleccionadas una de ellas correspondía a la de Física, por lo que ésta ha sido un referente en el Proceso de Convergencia Europea de la Educación Superior.
- Libro Blanco del Título de Grado en Física (ANECA, 2004). En este importante estudio de la situación de la enseñanza de la Física en España en relación con Europa participaron miembros de todas las Universidades Españolas con dicha titulación, y, en particular, por tanto, la Universidad de Valladolid. También hay que reseñar la participación mediante informes de las siguientes organizaciones:
  - o Colegio Oficial de Físicos
  - o Real Sociedad Española de Física
  - o Conferencia de Decanos de Física
  - o Societat Catalana de Física
  - o Sociedad Española de Óptica
  - o Red Académica de Astronomía y Astrofísica
  - o Sociedad Española de Astronomía
- "Subject Benchmark Statement for Physics, Astronomy and Astrophysics" publicado por The Quality Assurance Agency for Higher Education, 2008. Esta es la versión actualizada de la edición de 2002 que ha sido redactada por un grupo de profesores universitarios convocados por el Institute of Physics a requerimiento de la Agencia de Calidad universitaria británica (QAA). Proporciona una recopilación de las habilidades y destrezas que un graduado en Física debe poseer al finalizar sus estudios.
- Acuerdo de la Conferencia de Decanos de Física sobre los contenidos mínimos que deben figurar en todo Plan de estudios de Grado de Física, acuerdo que se ha tenido en cuenta y respetado en la elaboración de este documento.
- Consulta de los Planes de estudio de otras universidades españolas como se ha descrito en el apartado de referentes externos.

### 2.3 Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad.

Por lo que respecta a la diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad, la guía de apoyo para la elaboración de la Memoria de Verificación de títulos oficiales universitarios (Grado y Máster) editada por la ANECA establece que "en el caso de los títulos de Máster este criterio se debe aplicar de modo que las competencias y contenidos entre los títulos en cuestión se diferencien en aproximadamente en un 40%. Se debe además incluir un epígrafe con las diferencias en el perfil de los distintos egresados y las divergencias en los contenidos y en su profundización y tratamiento, entre uno y otro. En todo caso, el nombre de ambos títulos no podrá ser el mismo".

La Sección de Física de la Universidad de Valladolid oferta actualmente tres Másteres relacionados con la Física: dos de ellos son másteres interuniversitarios de especialización. El primero se denomina Nanociencia y Nanotecnología Molecular y se imparte con una duración de dos cursos académicos. El segundo es Física y Tecnología de los Láseres, máster interuniversitario impartido conjuntamente con la Universidad de Salamanca. En el caso de ambos existe una importante diferenciación con el título que se presenta y las intersecciones son mínimas.

En el caso del Máster actualmente vigente, Máster en Física, parte de sus contenidos han sido heredados en, al menos, uno de los módulos de especialización presentados (materiales); sin embargo, tal y como se ha venido mencionando ambos másteres no deberían ser ofertados simultáneamente por la Universidad de Valladolid, de forma que el título que se presenta debe considerarse como una extensión de contenidos y una adaptación, dado que incorpora todas las áreas de conocimiento de la Sección de Física.

Por lo tanto, el Título que se propone es de carácter investigador y con contenidos de todas las ramas de la Física, siendo por tanto el camino apropiado para el acceso al Programa de Doctorado en Física. En la Universidad de Valladolid no hay en estos momentos ningún otro Título que se asemeje al propuesto que pudiera ofertarse simultáneamente.



### 3 Competencias

#### 3.1 Competencias.

##### Competencias Básicas del Título.

De acuerdo al Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (Ministerio de Educación y Ciencia, BOE núm. 260, de 30 de octubre de 2007, Referencia: BOE-A-2007-18770) y recogida la última modificación de: 3 de febrero de 2015, La impartición del presente Título, garantizará las siguientes competencias básicas:

- 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.

##### Competencias Generales del Título.

###### G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos:

Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos amplios y multidisciplinares relacionados con la Física.

###### G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis:

Capacidad de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad, de formular juicios a partir de una información incompleta o limitada.

###### G3. Capacidad de Comunicación:

Capacidad para comunicar conclusiones y conocimientos a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

###### G4. Capacidad de aprendizaje autónomo:

Capacidad para continuar la formación de un modo autónomo, seleccionando de manera crítica las fuentes de información más pertinentes.

###### G5. Capacidad de trabajo en equipo:

Capacidad para el desarrollo de una actividad dentro de un equipo, bajo supervisión o de forma autónoma, pero al servicio de un proyecto común.

##### Competencias Específicas del Título

Las competencias que se detallan a continuación serán adquiridas, como en los dos apartados anteriores, por todos los alumnos que cursan el Título. Son consideradas específicas porque no se encuentran presentes en todas las asignaturas aunque sí están asociadas al módulo obligatorio. Algunas de ellas muestran aspectos muy específicos relacionados con sistemas y modelos avanzados de la Física, pero son necesarias para el concurso de los tres módulos de especialización posteriores.

###### C1. Comprensión de las bases científicas de la computación.

Capacidad para el manejo de algoritmos avanzados y especializados de simulación y computación, necesarios para modelizar determinados fenómenos físicos en la frontera del conocimiento. De este modo, podrá aplicar técnicas computacionales y simular experimentos físicos e interpretar sus resultados. ~~Se trata de una competencia específica propia del título presente en el módulo obligatorio que cursan todos los alumnos.~~

###### C2. Capacidad de diseño e integración de sistemas de instrumentación en el ámbito científico y tecnológico.

Capacidad para implementar y modificar sistemas de medida formados por múltiples instrumentos, tanto desde el punto de vista de hardware como de software, para adecuarlos a nuevas situaciones. Asimismo deberá ser capaz de combinar instrumentos individuales para formar sistemas más complicados o específicos para una aplicación concreta. ~~A pesar de que esta competencia está más ligada al módulo de~~





instrumentación, será adquirida por todos los alumnos como complemento a las técnicas de computación y simulación.

**C3. Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso.**

**Capacidad para** poder estimar los valores previstos de las magnitudes a estudiar y/o medir, de las que intervienen internamente en el proceso de medida y de las perturbaciones que el instrumento causa en el sistema con el fin de elegir la configuración más adecuada del equipo de medida. Al terminar los estudios, el alumno será capaz de descartar estrategias ineficaces y de proponer procedimientos alternativos en los casos en los que la magnitud a medir quede fuera de los intervalos de confianza de los equipos.

**C4. Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados.**

**Capacidad para** elegir los procedimientos estadísticos pertinentes que le permitan analizar grandes volúmenes de datos y obtener información relevante a partir de ellos. Esta competencia es también de una gran utilidad en muchos ámbitos (por ejemplo "minería de datos").

**C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples.**

**Capacidad para** elaborar las secuencias de operaciones y sus ramificaciones condicionales que permitan completar con éxito un proceso de medida o simulación. El alumno aprenderá también a trasladar estas secuencias a un lenguaje de programación. El alumno estará capacitado para elaborar manuales de instrucciones que permitan a otras personas no especializadas manejar eficientemente los instrumentos de medida o el software desarrollado.

**C6. Capacidad para optimizar recursos.**

**Capacidad para** elegir estrategias viables, aunque no óptimas, en situaciones de recursos limitados. Ello incluye la utilización de equipos y modelos de simulación para tareas para las que no fueron específicamente diseñados, permitiendo su uso en condiciones diferentes.

**C7. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.**

**Capacidad para conocer** el "estado del arte" de los sistemas de instrumentación y las vías de actualización que le capaciten para mantenerse informado en el futuro.

**C8. Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia.**

**Capacidad para** adquirir unas bases físicas más avanzadas de diversos estados de la materia, fundamentales en las diferentes aplicaciones de la Física.

**C9. Conocimiento de los enfoques de interpretación de resultados físicos de sistemas complejos.**

**Capacidad para** interpretar los resultados que pueden obtenerse de forma teórica o experimental, al estudiar sistemas físicos fuera del equilibrio, interfaces, sistemas no lineales, etc.

**C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.**

**Capacidad para profundizar** en los métodos matemáticos más sofisticados en los que se basa el desarrollo teórico actual de la física, adquiriendo la capacidad de análisis de los sistemas fundamentales en todas las dimensiones.

**C11. Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.**

**Capacidad para analizar** sistemas estudiados por la Física en condiciones límites de la frontera del conocimiento, que no han sido abordados en programas de estudio estándar, como la no linealidad, condiciones de no equilibrio, etc.



## Alegaciones al Informe de evaluación de fecha 13/12/2017

Máster Universitario en Física por la Universidad de Valladolid

Expediente: 9906/2017

Fecha alegaciones: 17/01/2018

Atendiendo a los aspectos que son necesarios modificar así como a las recomendaciones planteadas, en la propuesta de informe de evaluación para la verificación de título oficial, se realizan los cambios descritos en la nueva versión de la memoria, según los criterios y aspectos detallados.

### ASPECTOS QUE NECESARIAMENTE DEBEN MODIFICARSE:

#### Criterio 1 Descripción del título

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se debe justificar el planteamiento de tres especialidades con únicamente 3 ECTS comunes a las mismas. Se debe valorar la posibilidad de incorporar un tronco común más amplio que garantice un perfil de egreso más homogéneo, por ejemplo, introduciendo la posibilidad de cursar algunos créditos ECTS de las otras especialidades del máster.	<p>Se ha tenido en cuenta esta indicación y se ha ampliado a 3 asignaturas obligatorias de 3 ECTS cada una el módulo común. Estas asignaturas son: "Metodología científica y transferencia del conocimiento" y " Análisis de datos y técnicas Big Data en Física", y vienen a cubrir aspectos muy interesantes para cualquier alumno interesado en seguir este Máster.</p> <p>En relación con esta modificación, en el apartado 5 (Planificación de las Enseñanzas), en concreto en su apartado 5.2 (Descripción de los módulos), en la ficha del módulo común, se han modificado los resultados de aprendizaje, que quedan redactados de la siguiente manera, para recoger la introducción de las dos asignaturas mencionadas:</p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p>



Aspecto	Justificación/ Modificación
Se debe incluir el inglés como idioma de impartición del título, dado que existen asignaturas obligatorias en la que se utiliza dicho idioma. En consecuencia, se ha de indicar en los requisitos de acceso, el nivel mínimo de inglés requerido a los estudiantes y se debe dar evidencias de que se dispone del personal adecuado para impartir docencia en inglés.	Tras analizar muy cuidadosamente todas las implicaciones de esta puntualización y consultar con los responsables académicos de la UVa, por el momento se ha decidido renunciar a la impartición de este máster en inglés, motivo por el cual se suprime cualquier referencia a la posibilidad de impartir asignaturas en lengua inglesa. Por este motivo se ha acordado con el Vicerrectorado de Internacionalización que este máster servirá como experiencia piloto para desarrollar una oferta de cursos gratuitos avanzados de español para aquellos estudiantes no hispanohablantes que deseen realizar estudios de máster en la UVa.

**Criterio 2 Justificación del título**

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se debe incluir referentes externos internacionales que avalen la adecuación de la propuesta para títulos de similares características académicas.	<p>Se han incluido referencias detalladas a las siguientes universidades extranjeras que desarrollan programas de máster con semejanzas a éste:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Artic University (Noruega)</li> <li>▪ Gothenburg (Suecia)</li> <li>▪ Estocolmo (Suecia)</li> <li>▪ Swiss Federal Institute of Technology (Suiza)</li> <li>▪ Sorbonne (Francia)</li> <li>▪ Rennes (Francia)</li> <li>▪ Bourgogne (Francia)</li> <li>▪ Edimburgo (UK)</li> <li>▪ Oxford (UK)</li> <li>▪ Hamburgo (Alemania)</li> <li>▪ Tubinga (Alemania)</li> <li>▪ Munich (Alemania)</li> <li>▪ Amsterdam (Holanda)</li> </ul> <p>Como puede verse en las correspondientes páginas web, estos másteres altamente especializados se ofrecen en prestigiosas universidades con un potencial de alumnos mucho mayor que en Valladolid, motivo por el cual aquí hemos optado por plantear un único máster con especializaciones que tengan viabilidad.</p>

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se debe explicitar la orientación del máster.	<p>Aunque en nuestra opinión esto ya constaba en la versión inicial (por ejemplo en el apartado 5.1.a Estructura de los contenidos, al hablar del Trabajo Fin de Máster se decía literalmente: "El alumno realizará un trabajo de iniciación a la investigación relacionado con alguno de los tópicos incluidos en las materias del Máster), es cierto que quizá no estaba suficientemente explícito, motivo por el cual se ha reforzado en varios párrafos de la sección 2.1 (Justificación del Título) el hecho de que se trata de un máster de investigación, lo cual no es óbice para que también capacite para desarrollar otras salidas profesionales que no sean exclusivamente los estudios de doctorado. En concreto se ha añadido lo siguiente:</p> <p>* En medio del párrafo tercero del apartado 2.1.a:  <i>Por lo tanto, el Máster en Física que aquí se propone, que en su planteamiento tiene un perfil claramente dirigido hacia la formación de investigadores en el campo, ...</i></p> <p>* Al final de este mismo párrafo:  <i>Y aquí debemos insistir de nuevo en que el objetivo fundamental de este Máster es la formación de investigadores, profesionales y especialistas en estas líneas de investigación punteras, planteamiento que se</i></p>

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)  
CSV: 282471891657359192265192



*apoya en un plantel de profesorado altamente especializado y perteneciente a diez Unidades de Investigación Consolidadas (UIC) altamente reconocidas, no sólo a nivel regional, sino internacional. Esta fuerte masa crítica de profesorado asegura, sin duda, una alta calidad en formación del alumnado en actividades de investigación.*

\* El segundo punto del párrafo séptimo queda redactado como sigue:

- *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 investigadora reciban una formación que pueda resultarles de interés independientemente del tema específico de su trabajo doctoral, y, por otra, atraer alumnos procedentes de otros ámbitos diferentes al estrictamente académico, y en particular del ámbito industrial, que estén interesados en desarrollar un máster de investigación como este.*

\* Y el último párrafo del apartado 2.1.a quedaría redactado como sigue:

*Por otra parte, la justificación de incluir tres especialidades en el título que se presenta, se basa tanto en las preferencias manifestadas por el alumnado como por la iniciativa demostrada por los grupos de investigación en Física de la UVa, ya que, como se ha mencionado previamente, se trata de un máster muy enfocado a la formación de personal investigador altamente cualificado en alguna de las tres especialidades que conforman los módulos de especialización (Atmósfera y Clima, Materiales y Física Matemática). Hemos considerado que la formación generalista en Física que proporciona el actual Grado en Física sirve de soporte de conocimiento básico, pero que la complementación con un Máster específico aporta la formación al alumno encaminada a dos vías fundamentales derivadas de los estudios de Física: i) la preparación para la inclusión efectiva en el mundo laboral y ii) la orientación específica hacia una determinada línea de investigación, que será continuada con el posterior Programa de Doctorado.*

Por último, se han incorporado en el apartado 6.1. Personal académico las Unidades de Investigación Consolidadas (UIC) a las que pertenece el profesorado asignado a la docencia del máster y que refuerza el contenido investigador del mismo. Asimismo, se han corregido en este apartado ciertas erratas detectadas.





**Criterio 3 Competencias**

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se deben reformular las competencias CE1 y CE10 para garantizar que tenga nivel de máster	Se ha tenido en cuenta esta observación y se han redactado estas competencias como sigue: <b>C1. Comprensión de las bases científicas de la computación.</b> Capacidad para el manejo de algoritmos avanzados y especializados de simulación y computación, necesarios para modelizar determinados fenómenos físicos en la frontera del conocimiento. De este modo, podrá aplicar técnicas computacionales y simular experimentos físicos e interpretar sus resultados. <b>C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.</b> Capacidad para profundizar en los métodos matemáticos más sofisticados en los que se basa el desarrollo teórico actual de la física, adquiriendo la capacidad de análisis de los sistemas fundamentales en todas las dimensiones.

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se deben reformular las CE8 y CE9 ya que hace referencia a las "asignaturas del módulo obligatorio", cuando sólo hay 1 única asignatura	Como ya se han incluido otras dos asignaturas en el módulo obligatorio, esta observación quedaría ya atendida.

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se deben reformular las competencias en términos de capacidades	Atendemos esta indicación y hemos aprovechado para redactar mejor las competencias, cuya redacción queda así: <b>C1. Comprensión de las bases científicas de la computación.</b> Capacidad para el manejo de algoritmos avanzados y especializados de simulación y computación, necesarios para modelizar determinados fenómenos físicos en la frontera del conocimiento. De este modo, podrá aplicar técnicas computacionales y simular experimentos físicos e interpretar sus resultados. <b>C2. Capacidad de diseño e integración de sistemas de instrumentación en el ámbito científico y tecnológico.</b> Capacidad para implementar y modificar sistemas de medida formados por múltiples instrumentos, tanto desde el punto de vista de hardware como de software, para adecuarlos a nuevas situaciones. Asimismo, deberá ser capaz de combinar instrumentos individuales para formar sistemas más complicados o específicos para una aplicación concreta. <b>C3. Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso.</b> Capacidad para poder estimar los valores previstos de las magnitudes a estudiar y/o medir, de las que intervienen internamente en el proceso de medida y de las perturbaciones que el instrumento causa en el sistema con el fin de elegir la configuración más adecuada del equipo de medida. Al terminar los estudios, el alumno será capaz de descartar estrategias ineficaces y de proponer procedimientos alternativos en los casos en los que la magnitud a medir quede fuera de los intervalos de confianza de los equipos. <b>C4. Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados.</b> Capacidad para elegir los procedimientos estadísticos pertinentes que le permitan analizar grandes volúmenes de datos y obtener información relevante a partir de ellos. Esta competencia es también de una gran utilidad en muchos ámbitos (por ejemplo "minería de datos").

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)  
CSV: 282471891657359192265192



**C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples.** Capacidad para elaborar las secuencias de operaciones y sus ramificaciones condicionales que permitan completar con éxito un proceso de medida o simulación. El alumno aprenderá también a trasladar estas secuencias a un lenguaje de programación. El alumno estará capacitado para elaborar manuales de instrucciones que permitan a otras personas no especializadas manejar eficientemente los instrumentos de medida o el software desarrollado.

**C6. Capacidad para optimizar recursos.** Capacidad para elegir estrategias viables, aunque no óptimas, en situaciones de recursos limitados. Ello incluye la utilización de equipos y modelos de simulación para tareas para las que no fueron específicamente diseñados, permitiendo su uso en condiciones diferentes.

**C7. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.** Capacidad para conocer el "estado del arte" de los sistemas de instrumentación y las vías de actualización que le capaciten para mantenerse informado en el futuro.

**C8. Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia.** Capacidad para adquirir unas bases físicas más avanzadas de diversos estados de la materia, fundamentales en las diferentes aplicaciones de la Física.

**C9. Conocimiento de los enfoques de interpretación de resultados físicos de sistemas complejos.** Capacidad para interpretar los resultados que pueden obtenerse de forma teórica o experimental, al estudiar sistemas físicos fuera del equilibrio, interfaces, sistemas no lineales, etc.

**C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.** Capacidad para profundizar en los métodos matemáticos más sofisticados en los que se basa el desarrollo teórico actual de la física, adquiriendo la capacidad de análisis de los sistemas fundamentales en todas las dimensiones.

**C11. Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.** Capacidad para analizar sistemas estudiados por la Física en condiciones límites de la frontera del conocimiento, que no han sido abordados en programas de estudio estándar, como la no linealidad, condiciones de no equilibrio, etc.

**Criterio 4 Acceso y admisión de estudiantes**

**Aspecto**

Se debe considerar la incorporación de complementos formativos, dada la amplitud de perfiles de entrada o, en su caso, revisar las titulaciones de acceso al máster.

**Justificación/ Modificación**

Este asunto se ha analizado con sumo detalle y finalmente se ha optado por mantener las titulaciones que permiten acceder al máster, pero incorporando complementos formativos. Así, cuando un alumno esté interesado en matricularse en el Máster en Física y no haya cursado un Grado en Física o un doble Grado en Física y Matemáticas, el Comité Académico del Máster, en función de los estudios de grado que documentalente justifique el candidato y de las asignaturas que esté interesado en cursar, determinará cuáles de entre las siguientes asignaturas de Complementos Formativos (CF), de 3 ECTS cada una de ellas, deberá superar, con anterioridad al comienzo de las clases de las asignaturas del Máster:

**CF1: Aspectos fundamentales de Física clásica**

- Fundamentos Termodinámica
- Fundamentos de Física de Fluidos
- Fundamentos Óptica

**CF2: Aspectos fundamentales de Mecánica Clásica y Relativista**

- Fundamentos de la mecánica clásica
- Formalismos lagrangiano y hamiltoniano
- Teoría clásica de campos

Verificable en <https://sede.educación.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administración.gob.es>)  
CSV: 282471891657359192265192



- Relatividad especial
- CF3: Aspectos fundamentales de Física Cuántica**
- Efectos cuánticos, órdenes de magnitud y unidades
  - Formalismo matemático y postulados de la Mecánica Cuántica
  - Sistemas cuánticos
- CF4: Aspectos fundamentales de Ciencia de Materiales**
- Estructura cristalina de sólidos y teorema de Bloch
  - Tipos de materiales y propiedades
  - Procesos de obtención de materiales

No obstante, el Comité Académico, teniendo en cuenta el plan de estudios cursado por el estudiante que solicita el acceso al máster, podrá determinar un número mayor de complementos formativos.

En este mismo criterio 4, se ha incluido alguna mención a un reciente acuerdo entre la Coordinación del Máster y el Vicerrectorado de Internacionalización y Política Lingüística de la UVA, para facilitar la atracción de estudiantes extranjeros. Además de reforzar los aspectos publicitarios (cartelería, etc), se ofrecerá a los alumnos no hispanohablantes a los que se matriculen en el máster un curso intensivo de español gratuito, de dos meses de duración. La redacción del apartado 4.1.a.1 es el siguiente:

*Además de las acciones de difusión procedentes de iniciativas institucionales, existen otras acciones de difusión propias de la Escuela de Doctorado y de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid para divulgar los contenidos y la pertinencia del Máster que se presenta. Así, dichas acciones corren a cargo de la Sección de Física, que dispone de los siguientes medios:*

1. *Página web, ubicada en <http://masterfisica.blogs.uva.es/en/home/> donde se alojan todos los contenidos académicos del Máster en Física, tanto en español como en inglés (con el fin de atraer estudiantes extranjeros).*
2. *Desde hace varios años, se vienen celebrando sesiones informativas públicas a los alumnos del Grado en Física, en las que el coordinador del Máster en Física y diversos miembros del Comité Académico dan cuenta detallada de los contenidos del plan de estudios, orientan sobre los módulos de especialización, detallan los trámites administrativos más importantes e informan de las salidas al mundo laboral tras la finalización del Máster.*
3. *La UVA ha seleccionado este Máster para realizar una experiencia piloto que consistirá en desarrollar un logotipo institucional para el Máster, diseñar banners, carteles, roll-up y material para dar publicidad a los estudios en diversos eventos como ferias, conferencias, visitas a centros educativos, etc.*
4. *Se va a dar una amplia difusión del Máster en otras Universidades, para captar alumnos que estén interesados en el planteamiento y los contenidos generales del Máster y en las tres especialidades que se ofertan. Esto se realizará con una adecuada política de marketing institucional, que incluirá cartelería, la página web (que se ha diseñado profesionalmente, dinámica y atractiva), que está posicionándose adecuadamente en los buscadores, y enviando emails a potenciales alumnos.*
5. *También debe efectuarse una difusión amplia en el ámbito de Latinoamérica, a través de los contactos científicos que allí tienen los investigadores que*

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)  
CSV: 282471891657359192265192



colaboran en este Máster.

Mención especial merece la publicidad que el Servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad de Valladolid va a hacer del Máster en Física en universidades de muy diversos países no hispanohablantes con las que la Universidad de Valladolid mantiene especiales vínculos. El Vicerrectorado de Internacionalización de la UVa ha acordado con el coordinador del Máster desarrollar con estas universidades otra experiencia piloto muy interesante: a estas instituciones se les ofrecerá un "producto" totalmente novedoso y muy interesante, consistente en la posibilidad de que envíen alumnos bien formados para cursar el Máster en Física y 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) los alumnos que vengan a cursar el Máster tengan además, de forma totalmente gratuita (sufragada por la propia Universidad de Valladolid) un curso intensivo de Español para Extranjeros de muy alta calidad, impartido durante los meses de junio y julio en el Centro de Idiomas de la UVa. De esta manera los alumnos no hispanohablantes tienen 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.

**Criterio 5 Planificación de las enseñanzas**

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se debe aportar más información sobre la gestión de las prácticas externas que se pueden realizar en el máster así como los centros en los que se vayan a realizar.	Esta observación se ha discutido ampliamente y se ha decidido suprimir esta asignatura de la oferta de optativas, puesto que sólo estaba presente en uno de los módulos, quizá en el que es menos probable que los alumnos la elijan.

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se debe efectuar una revisión del criterio 5 ya que existen numerosas erratas en cuanto a ubicación temporal, competencias asignadas, horas formativas detectadas y créditos asignados.	<p>En efecto, la redacción del apartado "Planificación de las enseñanzas" presentaba numerosos errores. Se ha efectuado una profunda revisión de todo el apartado 5, para, entre otros aspectos, dejar claros los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• que no es obligatorio realizar un módulo de especialización,</li> <li>• que se refuerza a 9 ECTS el módulo común obligatorio (con una nueva asignatura de Metodología científica e incorporando una de las antiguas optativas de la especialidad de Atmósfera y Clima dedicada a Big Data),</li> <li>• que se ha reducido de 6 a 3 ECTS la asignatura Termodinámica de la atmósfera de la especialidad de Atmósfera y Clima,</li> <li>• que se suprimen las Prácticas en Empresa de la especialidad de Física Matemática,</li> <li>• que ahora este plan de estudios supone una oferta total de 9 ECTS del módulo obligatorio, 123 ECTS optativos (distribuidos como 33, 42 y 48 de las tres especialidades), de los que el alumno deberá cursar 33, más 18 ECTS obligatorios del TFM,</li> <li>• que se han revisado cuidadosamente las competencias para evitar inconsistencias en el documento,</li> <li>• que se han corregido los múltiples errores que existían en cuanto a la asignación temporal en trimestres de varias asignaturas,</li> <li>• que, por coherencia, el papel de centro de referencia pasa a ser siempre la Escuela de Doctorado y no la Facultad de Ciencias, como antes aparecía en ocasiones,</li> </ul>

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)  
CSV: 282471891657359192265192





- que en las fichas de los módulos, para cada una de las asignaturas se especifica en el apartado 2, además del trimestre de impartición, el número de horas teóricas, de informática y de laboratorio instrumental, y es la suma de estas horas la que luego se refleja en el correspondiente apartado 5 como horas de dedicación del alumno,
- que también en estas fichas se precisa mejor el sistema de evaluación dependiendo del tipo de asignatura de que se trate (sólo teórica, con parte experimental, estancia en otro centro, sólo seminarios),
- que sólo se impartirán clases en español, eliminando toda referencia al inglés.

**Aspecto**

Se debe proporcionar más información en todos los módulos sobre sistemas de evaluación, ya que la información que se proporciona es muy escasa y poco específica.

**Justificación/ Modificación**

Se ha subsanado este defecto proporcionando una información que consideramos ahora está suficientemente detallada, distinguiendo entre asignaturas sólo teóricas, con parte práctica, seminarios de investigación o estancia en otro centro.

**Aspecto**

Se debe corregir la información que figura en los comentarios adicionales del Módulo de Atmósfera y Clima, en relación a los ECTS de dicho módulo. Además, se debe corregir esta información en todos los apartados donde se haga referencia a los ECTS de este módulo.

**Justificación/ Modificación**

Se ha corregido meticulosamente este error: caso de elegir la especialización en "Física de la Atmósfera y Clima", el alumno deberá cursar las nueve asignaturas ofertadas en este bloque (que suponen en total 33 ECTS).

**Aspecto**

Dado que la planificación se plantea en módulos, no se tiene información del carácter teórico-práctico de las asignaturas que conforman cada módulo y por tanto si el sistema de evaluación ha de considerar prácticas de laboratorios o no. Se debe corregir este aspecto e indicar claramente si se contemplan prácticas en laboratorio o no.

**Justificación/ Modificación**

Se ha corregido este defecto. Ahora en la ficha de cada módulo se especifica con todo detalle, para cada una de las asignaturas que lo componen, el número concreto de horas que hay de cada tipo: teóricas, laboratorio de informática o laboratorio instrumental.

**Aspecto**

El módulo de especialización de Física Matemática incluye una asignatura "Estancia de investigación en otro centro" y otra "Prácticas en Empresa" con un sistema de evaluación que se verifica para todo el módulo y no para cada asignatura. Por tanto, en este caso no queda claro cómo se van a evaluar estas asignaturas, donde el seguimiento en clase tiene una valoración mínima del 20% y el examen una valoración mínima del 30%. Se debe revisar el sistema de evaluación de este módulo.

**Justificación/ Modificación**

Se han subsanado estas deficiencias. En primer lugar, como ya se ha comentado anteriormente, se ha suprimido la asignatura de "Prácticas en Empresa". Por lo que respecta a la "Estancia de investigación en otro centro", se indica el modo en que va a ser evaluada: la calificación 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, 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.

**Aspecto**

**Justificación/ Modificación**

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en <https://sede.administracion.gob.es>  
CSV: 282471891657359192265192



## 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

Se debe garantizar que el presidente de la comisión académica sea un PDI funcionario o permanente y con el Título de Doctor.

Se ha modificado la redacción para atender este comentario, siendo ahora como sigue:

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.

### Criterio 7 Recursos materiales

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se deben especificar los recursos materiales con los que cuenta el título, así como la dedicación específica al mismo ya que no se ha incorporado a la Memoria la tabla mencionada al final del apartado 7.1.	Aunque la tabla mencionada sí existía, involuntariamente no se incorporó en la documentación remitida originalmente. Ahora se subsana este error y se incorpora la tabla.

### Criterio 10 Criterios de extinción

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se debe detallar la información relativa al procedimiento de adaptación y en su caso la tabla de equivalencias relativa a la extinción del título previo.	El título previo que se extingue nunca llegó a tener alumnos, motivo por el cual la información solicitada no es necesaria.



**RECOMENDACIONES:**

**Criterio 5 Planificación de las Enseñanzas**

Aspecto	Justificación/ Modificación
Se recomienda proporcionar información específica sobre la movilidad de estudiantes para un título de estas características, desagregando la información que compete a este título de la correspondiente a toda la universidad en cuanto a acciones de movilidad se refiere, para evitar confusiones.	<p><i>Se ha atendido esta recomendación y se ha desglosado diferenciando las acciones para atraer alumnos extranjeros de las acciones para facilitar la movilidad hacia otros centros (nacionales o extranjeros) de los alumnos del máster. En concreto, la parte relevante al respecto queda redactada como sigue (copia literal):</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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: (Y aquí se enumeran las universidades extranjeras con convenio.)</i></p>

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)  
CSV: 282471891657359192265192