

# 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

## 1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECÍFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Máster	Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas por la Universidad de Zaragoza	No		Anexo 1.
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>				
<b>RAMA</b>		<b>ISCED 1</b>	<b>ISCED 2</b>	
CIENCIAS		4	44	
<b>NO HABILITA O ESTÁ VINCULADO CON PROFESIÓN REGULADA ALGUNA</b>				
<b>AGENCIA EVALUADORA</b>				
Agencia de Calidad y Prospectiva Universitaria de Aragón - ACPUA				
<b>UNIVERSIDAD SOLICITANTE</b>				
Universidad de Zaragoza				
<b>LISTADO DE UNIVERSIDADES</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIVERSIDAD</b>			
021	Universidad de Zaragoza			
<b>LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS (en el caso de títulos conjuntos internacionales)</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIVERSIDAD</b>			

## 1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS
90		12
CRÉDITOS OPTATIVOS	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/ MÁSTER
48	12	18
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
ESPECIALIDAD	CRÉDITOS OPTATIVOS	

## 1.3. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

### 1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

<b>LISTADO DE CENTROS</b>	
CÓDIGO	CENTRO
50008848	Facultad de Ciencias

#### 1.3.2.1. Datos asociados al centro

<b>TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO</b>		
PRESENCIAL	SEMPRESENCIAL	VIRTUAL
Sí	No	No
<b>PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS</b>		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
40	40	

	<b>TIEMPO COMPLETO</b>	
	<b>ECTS MATRÍCULA MÍNIMA</b>	<b>ECTS MATRÍCULA MÁXIMA</b>
<b>PRIMER AÑO</b>	30	60
<b>RESTO DE AÑOS</b>	30	60
	<b>TIEMPO PARCIAL</b>	
	<b>ECTS MATRÍCULA MÍNIMA</b>	<b>ECTS MATRÍCULA MÁXIMA</b>
<b>PRIMER AÑO</b>	18	30
<b>RESTO DE AÑOS</b>	18	30
<b>NORMAS DE PERMANENCIA</b>		
<a href="https://academico.unizar.es/sites/academico.unizar.es/files/archivos/ofiplan/Normativa/normapermanencia.pdf">https://academico.unizar.es/sites/academico.unizar.es/files/archivos/ofiplan/Normativa/normapermanencia.pdf</a>		
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Sí	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Sí
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	

## 2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

### 2.1. JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO PROPUESTO, ARGUMENTANDO EL INTERÉS ACADÉMICO, CIENTÍFICO O PROFESIONAL DEL MISMO

De reciente creación en la Universidad de Zaragoza, el Centro de Astropartículas y Física de Altas Energías (CAPA) tiene por objeto la investigación y especialización en los ámbitos de la Física de Altas Energías y de Astropartículas, áreas de gran importancia e impacto en la actualidad y en el futuro cercano. En este marco nace la propuesta del Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas por la Universidad de Zaragoza.

En el contexto académico nacional existen 6 o 7 títulos de máster que ofrecen créditos en asignaturas de Física de Partículas, Cosmología, Astrofísica y Astronomía, con orientación experimental o teórica. Sin embargo, no existe un máster donde de forma específica se estudie una especialización en Astropartículas (materia oscura, multimensajeros, neutrinos...) dentro del entorno de un laboratorio subterráneo, ni másteres en los que haya la posibilidad de entrelazar estudios en Física de Partículas, Cosmología, Astrofísica, Astronomía y Astropartículas en su vertiente teórica y experimental, con acceso a dos infraestructuras científicas y técnicas singulares (ICTS) complementarias.

Tampoco en el contexto internacional se pueden encontrar estudios de máster con esta orientación; generalmente, se trata de asignaturas dentro de másteres de Física de Partículas, Física Teórica o Astronomía. Así, se han recibido apoyos explícitos desde grupos de investigación que trabajan en centros como el Institut de Recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (IRFU) en Francia, Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) y Gran Sasso Science Institute (GSSI) en Italia, la Universidad de Shanghai Jiao Tong (China) y el China Jinping Underground Laboratory (CJPL), el Centro Atómico de Bariloche (Argentina) y el Laboratorio Subterráneo de los Andes.

El siglo XX fue el siglo de la física de partículas, y el descubrimiento del Bosón de Higgs en 2012 supuso su culmen, completando el Modelo Estándar de partículas fundamentales y sus interacciones. La comprensión en profundidad de esta teoría, así como de las numerosas pistas de una física más allá de este Modelo (materia oscura, energía oscura, oscilaciones de neutrinos) son los retos del siglo XXI. Entre los dos siglos se encuentra el nacimiento y desarrollo de la Física de Astropartículas, que busca respuesta a estas preguntas en la intersección de la Física de Partículas, la Cosmología y la Astrofísica. El año 2017 ha supuesto un hito en la Física de Astropartículas, al obtenerse la primera detección conjunta de ondas gravitacionales y rayos gamma, dos "mensajeros" provenientes del mismo suceso astrofísico, augurando un brillante futuro para el desarrollo de la llamada "astrofísica multimensajera".

El progreso en estas disciplinas ha acrecentado sus profundas interconexiones y sugiere la sinergia entre especialistas y el estímulo de perfiles investigadores transversales que permitan abordar los retos mencionados. Aragón cuenta con investigadores líderes, grupos científicos de excelencia e instalaciones singulares en el campo de la Cosmología, Astrofísica, Astronomía, Astropartículas y Física de Partículas, conocidos internacionalmente. El Centro de Astropartículas y Física de Altas Energías (CAPA) es un marco común para este tipo de investigación y formación especializada. Este Centro y otros centros e instituciones asentados en Aragón, como el Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual (CCBPP), el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC), y el Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA), conforman un particular mapa con el potencial de consolidar Aragón como referente internacional de este dominio de la física. En este entorno se encuadra la propuesta del Máster.

El CAPA cuenta con una larga y reconocida trayectoria en líneas de investigación como detección directa de materia oscura, modelización de materia oscura en galaxias, física de axiones (teoría y detección), física de neutrinos (desintegración doble beta), radiactividad y técnicas de bajo fondo, desarrollo de nuevos detectores de partículas, teorías gauge en el retículo, aplicaciones de la teoría de campos en información cuántica y materiales topológicos, fenomenología del Modelo Estándar de Física de Partículas y nueva física más allá del Modelo Estándar, o teoría y fenomenología de gravedad cuántica.

En la ICTS del Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA) se trabaja en temas centrados en Cosmología y Evolución de Galaxias, con un fuerte liderazgo y participación en los proyectos J-PLUS y J-PAS, llevados a cabo en el Observatorio Astronómico de Javalambre (OAJ). Sus investigadores participarán en actividades de formación y el centro será clave para la realización de prácticas, estancias de investigación y la dirección de trabajos fin de máster.

Un tercer pilar es otra ICTS: el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC). Su programa científico se basa fundamentalmente en la Física de Astropartículas, la búsqueda de la materia oscura del Universo y la física de neutrinos, aunque también aborda la geodinámica, la biología y las ciencias medioambientales, y desarrolla un programa de caracterización radiológica ambiental del propio laboratorio. El centro participará de forma activa en formación práctica, estancias de investigación y trabajos fin de máster.

Finalmente, existirá una estrecha relación con el Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual, instalación del sistema científico español dedicada a la organización de encuentros científicos internacionales de alto nivel en Benasque. El CCBPP puede impartir actividades de formación (dentro del Taller de Altas Energías, por ejemplo) o servir como centro de estancias científicas.

Finalmente, el Máster viene avalado por 3 Grupos de Investigación de Excelencia del Gobierno de Aragón, todos ellos relacionados profundamente con las líneas docentes del Título:

- Grupo de física nuclear y astropartículas (E27\_17R)
- Grupo teórico de física de altas energías (E21\_17R)
- Astrofísica con grandes cartografiados (E16-17R)

Así, estos estudios de Máster reúnen todo el conocimiento y experiencia existente en este campo de investigación dentro de la comunidad autónoma de Aragón, entretejiendo una red entre tres centros singulares, únicos en el panorama nacional e internacional, y el Centro de Astropartículas y Física de Altas Energías de la Universidad de Zaragoza. Este desarrollo científico beneficiará tanto a estudiantes como a investigadores, fortaleciendo las colaboraciones. Aragón podría consolidarse como un polo científico en Cosmología, Astrofísica, Astropartículas y Física de Partículas.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSULTA INTERNOS Y EXTERNOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

### Procedimientos de consulta internos

La elaboración de la memoria y el plan de estudios ha recaído fundamentalmente en la Comisión nombrada en acuerdo de Consejo de Gobierno del 14 de mayo de 2019. Esta comisión está formada por 7 miembros, 6 de los cuales son profesores del Departamento de Física Teórica de la Universidad de Zaragoza (DFTUZ), pertenecientes a las dos áreas del departamento más implicadas en la docencia del Título; el séptimo participa como Vocal Externo y es miembro del Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA).

Función	Categoría	Miembro	Departamento/Centro
<b>Presidente</b>	PDI	Gloria Luzón Marco	Dpto. Física Teórica (Área de Física Atómica, Molecular y Nuclear)
<b>Vocal</b>	PDI	José M. Carmona Martínez	Dpto. Física Teórica (Área de Física Atómica, Molecular y Nuclear)
<b>Vocal</b>	PDI	Igor García Irastorza	Dpto. Física Teórica (Área de Física Atómica, Molecular y Nuclear)
<b>Vocal</b>	PDI	Siannah Peñaranda Rivas	Dpto. Física Teórica (Área de Física Teórica)
<b>Vocal</b>	PDI	Miguel Ángel Pérez Torres	Dpto. Física Teórica (Área de Astronomía y Astrofísica)
<b>Vocal</b>	Vocal Externo	Javier Cenarro Lagunas	Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA)
<b>Secretario</b>	PDI	Eduardo Follana Adín	Dpto. Física Teórica (Área de Física Teórica)

La propuesta de los miembros de la Comisión es un reflejo de las líneas de investigación del Título en Cosmología, Astropartículas y Física de Partículas. Esta comisión se ha reunido con una periodicidad de 2-3 semanas en el proceso de elaboración de la memoria y ha mantenido una actividad continua utilizando herramientas de Google para trabajo colaborativo.

Además, se ha contado con la colaboración activa de profesores e investigadores del DFTUZ y del CEFCA:

- Javier Redondo Martín, profesor del Área de Física Teórica.
- Manuel Membrado Ibáñez, profesor del Área de Astronomía y Astrofísica.
- Cristina Margalejo Blasco, estudiante egresada del M.U. en Física y Tecnologías Físicas.
- Carlos Hernández Monteagudo, investigador del Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA).
- Carlos López San Juan, investigador del Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA).

La comisión también ha consultado a dos expertas en metodologías educativas, principalmente sobre metodologías de educación a distancia y la posibilidad de una enseñanza semipresencial o virtual:

- María Pilar Rivero Gracia, Coordinadora desde 2016 del Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas.
- María Luisa Seín-Echaluze Lacleta, Directora del Campus Virtual de la Universidad de Zaragoza.

Tras consultar con ambas, la Comisión ha decidido presentar una memoria para una enseñanza presencial (herramientas TIC podrán ser utilizadas para apoyar este tipo de enseñanza) y plantearse para el futuro asignaturas virtuales. Tanto para los estudios aquí presentados, como para una enseñanza futura virtual, los profesores implicados en el Máster realizarán un curso específico sobre metodologías virtuales auspiciado por el Vicerrector de Tecnologías de la Información y de la Comunicación de la Universidad de Zaragoza.

En la gestión de convenios de aprendizaje para la asignatura *Prácticas externas*, ha sido inestimable la ayuda de Marta Rincón Pérez, del Área Internacional de UNIVERSA, y para consultas sobre convenios Erasmus, la de Jesús Cervero Muñoz, de la Oficina de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias.

También se concertaron entrevistas con el Vicerrector de Política Académica de la Universidad de Zaragoza, Gerardo Sanz Saiz, para discutir el encaje de los estudios aquí propuestos en el mapa de titulaciones de UNIZAR, y con el Vicerrector de Internacionalización y Cooperación, Francisco Beltrán Lloris, para tratar temas de internacionalización y convenios de estos estudios. En este sentido, la

realización de actividades de aprendizaje en inglés puede atraer a estudiantes extranjeros y facilita la cooperación educativa. Este Vicerrectorado ha preparado un plan de formación como apoyo a la impartición de docencia en inglés en el que participará el profesorado del Máster.

Se ha dado acceso al repositorio de trabajo en Google Drive a los directores del DFTUZ, LSC, CEFCA y CCBPP, así como a los Investigadores Principales de los 3 Grupos de Investigación de Excelencia del Gobierno de Aragón que avalan el Título. Finalmente, se ha presentado la memoria a todos los miembros del CAPA en una reunión.

Una breve encuesta telemática ha permitido conocer la opinión de los estudiantes. Se eligió como muestra a los estudiantes del Grado en Física de UNIZAR y se obtuvieron 103 respuestas repartidas entre los 4 cursos del grado. Esta ha sido su opinión respecto a algunos puntos:

1. Interés inicial por estudios de máster: un 86,8 % tienen pensando cursar estudios de máster.
2. Interés de la propuesta del “Máster en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas”: el 35,8% lo considerarían como una opción preferida, el 42,5% lo tendría entre sus opciones, un 11,3% no están interesados y un 10,4% no han pensado todavía en estudios de máster.
3. Uso del inglés como lengua de trabajo de todas o parte de las asignaturas del máster: el 54,7% da una valoración positiva, un 42,4% piensan que es importante, pero lo ven como una dificultad, y un 2,8% tiene una valoración negativa.
4. Semipresencialidad en varias o todas las asignaturas del máster y uso de herramientas TIC: es un punto atractivo para el 64,2% de las respuestas, al 22,6% les resulta indiferente, y un 13,2% prefiere una enseñanza totalmente presencial.

### **Procedimientos de consulta externos**

Para la elaboración de la memoria se contactó en primer lugar con técnicos e investigadores de las dos ICTS que forman parte de la propuesta del Título: el Laboratorio Subterráneo de Canfranc y el Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón. Los directores de ambos centros, Carlos Peña Garay (LSC) y Javier Cenarro Lagunas (CEFCA), así como el director-gerente del Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual, Manuel Asorey Carballeira, han participado en discusiones y han sido informados del desarrollo del trabajo. El director del CEFCA forma parte de la Comisión para la elaboración de la memoria de Máster.

Además, se ha contactado con profesionales e investigadores o profesores universitarios que trabajan en ámbitos cercanos a las líneas de estudio del Máster: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas, tanto en su aproximación teórica-fenomenológica, como en otra más experimental o instrumental. En todo momento se han obtenido muestras de apoyo. Podemos destacar conversaciones con investigadores del CIEMAT, profesores de la U. Complutense de Madrid o del Instituto de Ciencias del Cosmos (ICC) de la Universidad de Barcelona, investigadores del ICMA, expertos en instrumentación de empresas como CAEN, Hamamatsu, ATI systems o Camberra, investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía, etc.

La propuesta de estos estudios también ha sido comentada en cuantas reuniones científicas han contado con presencia de personas implicadas en la elaboración de esta memoria: reuniones de colaboración de experimentos, conferencias, estancias en centros extranjeros, simposios, etc. Han sido oportunidades para recibir comentarios e iniciar la difusión de los estudios.

En todos los casos se ha destacado la novedad de los estudios, la posibilidad de entrelazar conocimientos teóricos y experimentales, y la oportunidad única de contar con dos instalaciones científicas singulares como el LSC y el CEFCA, junto con investigadores de reconocido prestigio en la temática del Máster.

### **Procedimiento de aprobación de la memoria**

Los estudios de Máster aquí presentados resultaron seleccionados en una primera fase de la convocatoria de Másteres de Referencia de la Universidad de Zaragoza (convocatoria del 31/05/2018).

La memoria de verificación completa será sometida a consideración de la Junta de Facultad, que emitirá informe favorable o desfavorable. Previa a su aprobación, la Junta de Facultad podrá introducir modificaciones en la memoria, basándose en el informe previo y en las alegaciones presentadas.

Una vez obtenido el informe favorable de la Facultad, la memoria debe ser sometida a una segunda fase de la convocatoria de Másteres de Referencia para su evaluación por la Comisión Técnica de Valoración, responsable de analizar las propuestas y de trasladar al Consejo de Dirección la valoración de las mismas. En el caso de que la propuesta sea evaluada positivamente, la aprobación de la memoria seguirá los procedimientos previstos en el *Reglamento de oferta, modificación y supresión de másteres universitarios de la Universidad de Zaragoza*.

Según se indica en el artículo 12 de dicho reglamento, la memoria de verificación se someterá al dictamen de la Comisión de Estudios de Postgrado de la Universidad, que comprobará la adecuación de la memoria presentada a los criterios aprobados por la Universidad y

a las exigencias del proceso de verificación, e informará razonadamente las propuestas.

Según el artículo 13 del mismo reglamento, *Aprobación por Consejo de Gobierno y remisión a los órganos competentes*:

1. Corresponde al Consejo de Gobierno aprobar la propuesta definitiva de memoria de verificación, debiendo ser informado, para su conocimiento, de la memoria económica.
2. La memoria de verificación aprobada por el Consejo de Gobierno se trasladará para su valoración al Consejo Social. Posteriormente se remitirá al Consejo de Universidades para la verificación del título y se solicitará autorización de implantación del título al Gobierno de Aragón.
3. Una vez verificado el título e inscrito en el Registro de Universidades, Centros y Títulos, se publicará el plan de estudios en el Boletín Oficial del Estado y en el Boletín Oficial de Aragón.

Los contenidos relevantes de la memoria de verificación se publicarán en el Boletín Oficial de la Universidad de Zaragoza.

## **2.3 DIFERENCIACIÓN DE TÍTULOS DENTRO DE LA MISMA UNIVERSIDAD**

El único título que cubre muy parcialmente alguna de las asignaturas del Máster propuesto es el itinerario de “Física de partículas” del Máster en Física y Tecnologías Físicas.

## **2.4 DEMANDA POTENCIAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA UZ. ACCIONES DE CAPTACIÓN DE ESTUDIANTES. POTENCIAL DE CAPTACIÓN DE ESTUDIANTES FORMADOS EN OTRAS UNIVERSIDADES**

El Máster está dirigido a aquellos graduados o licenciados que quieran especializarse en el estudio de la Cosmología, Astrofísica, Astronomía, Astropartículas y Física de Partículas, tanto en una orientación teórica-fenomenológica, como experimental o tecnológica. Son temas que suscitan un gran interés entre los estudiantes de física, matemáticas e ingeniería.

Las previsiones son complicadas, puesto que es una propuesta novedosa en el panorama de estudios nacional e incluso internacional. Datos de los graduados en Física en Unizar, con un 40% de los estudiantes de último año realizando Trabajos Fin de Grado en el Departamento de Física Teórica, dan una base de unos 15 estudiantes interesados en esta propuesta de Máster. Estas primeras estimaciones han sido confirmadas por una encuesta realizada entre los estudiantes del Grado de Física.

Durante la preparación de esta memoria se ha contactado con grupos y centros de investigación, tanto españoles como extranjeros, que han hecho notar su apoyo a estos estudios, por la relevancia que tienen para sus líneas de investigación, y su deseo de participar tanto en la docencia como en la acogida a estudiantes en prácticas externas, o para la realización de trabajos Fin de Máster. Cualquier reunión científica ha sido una oportunidad para la difusión de estos futuros estudios y siempre se ha contado con una buena acogida. Así, con una buena difusión, el número de estudiantes interesados puede aumentar considerablemente, ya que no existe una oferta similar en el entorno nacional e internacional. Además, la propuesta tiene una fuerte vocación internacional, con docencia tanto en inglés como en castellano: se contará con recursos para que cualquier actividad formativa pueda ser realizada en inglés o en castellano, a elección del estudiante. Se quiere abrir las fronteras a estudiantes de la UZ, facilitando intercambios y estancias en prácticas, pero también atraer a estudiantes internacionales.

En el futuro, y gracias a la utilización de recursos telemáticos y una formación específica del profesorado en enseñanza a distancia, se ofertará una enseñanza semipresencial o virtual, muy interesante para personas que se encuentren trabajando, para estudiantes que prefieran seguir el programa sin desplazarse a Zaragoza, o estudiantes extranjeros que no dispongan de financiación para estancias prolongadas en nuestro país.

## **3. COMPETENCIAS**

### **3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES**

#### **BÁSICAS**

CB6 – Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 – 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.

CB8 – 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.

CB9 – Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10 – Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

## GENERALES

CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología.

CG02 – Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido.

CG03 – Que sean capaces de redactar con rigor todo tipo de documentos científicos y técnicos.

CG04 – Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos.

CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.

CG06 – Que adquieran habilidades en el uso de técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) para expresar, comunicar y difundir ideas y resultados.

## 3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES

CT01 – Que aprendan a buscar y gestionar información: recursos bibliográficos, bases de datos y otros recursos digitales.

CT02 – Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, o participar en debates, colaborando de forma activa en objetivos comunes.

CT03 – Ser capaces de desarrollar su actividad profesional con responsabilidad social y ética, siguiendo principios de carácter universal que se basan en el valor de la persona, los derechos fundamentales, la igualdad de oportunidades y los valores propios de una cultura de la paz y de valores democráticos.

## 3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE01 – Que sean capaces de iniciar una Tesis Doctoral en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

CE02 – Que sean capaces de integrarse como investigadores o técnicos cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

CE03 – Que aprendan a utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos.

CE04 – Que sepan analizar, tratar e interpretar datos experimentales.

CE05 – Que sean capaces de enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título.

CE06 – Que aprendan a manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de Título.

CE07 – Que sean capaces de desarrollar y trabajar de forma colaborativa en proyectos de software.

CE08 – Que sean capaces de profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

# 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

## 4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRICULACIÓN

La principal fuente de información previa a la matriculación será la página de titulaciones de la Universidad de Zaragoza <https://estudios.unizar.es/>. Esta página, siguiendo los modelos existentes, contendrá información detallada, tanto para estudiantes potenciales, como para los estudiantes ya matriculados en el Máster. Incluirá, además, información que puede resultar interesante a egresados, profesores, personal de administración y servicios, y profesionales de cualquier ámbito.

Contendrá la siguiente información relativa al Máster:

- Características generales.
- Objetivos.
- Duración y estructura.
- Asignaturas con sus objetivos, competencias a adquirir, contenidos, metodología, tipo de evaluación y, en algunas de ellas, material didáctico.
- Calendario académico y horario de las asignaturas.
- Listado de profesores participantes.
- Perfil de ingreso y criterios de admisión.
- Procedimiento de admisión y matriculación.
- Procedimiento para consultas, sugerencias y reclamaciones.
- Órgano responsable.

Al inicio del curso, se organizará una reunión de miembros de la Comisión de Garantía de la Calidad del Máster y los estudiantes del último curso de grados (anteriormente licenciaturas) científicos y técnicos. En esta reunión inicial se les informará detalladamente sobre el Máster (mecanismos para presentar dudas, sugerencias o quejas, utilidad y claridad de la página web, contenidos de las asignaturas, calendario, órgano responsable, etc.). Estas reuniones se repetirán al final de los semestres.

El tríptico y el cartel anunciador del Máster se elaborarán todos los cursos y se repartirán en otras universidades (tanto nacionales como extranjeras) y centros.

## 4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

El órgano responsable de la organización académica del título, así como de la admisión, es la Comisión de Garantía de la Calidad del Máster.

El título está orientado a estudiantes con interés en una formación de postgrado en Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas y una formación teórica, experimental y tecnológica en estas áreas.

El cumplimiento de la legislación vigente condiciona el acceso y admisión al Máster, junto con el perfil del alumno, que puede provenir de una licenciatura o grado en Física, pero también de la licenciatura/grado en Matemáticas, o de títulos o grados de ingenierías; así mismo, pueden ser estudiantes procedentes del EEES o de países que no siguen este sistema.

### 4.2.1 Acceso

Tendrán acceso al Máster todos los licenciados/as, diplomados/as, graduados/as universitarios/as y, en general, todos aquellos estudiantes que se encuentren en posesión de un título oficial universitario que les habilite para los estudios de posgrado, según lo dispuesto en el Artículo 16 del Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre, modificado por el Real Decreto 861/2010, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales:

– Para acceder a las enseñanzas oficiales del Máster, será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de Máster.

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

La petición de incorporación de un alumno al Máster será analizada por la Comisión de Garantía de la Calidad del Máster y quedarán excluidos los alumnos que no acrediten una formación previa suficiente de grado o equivalente de carácter científico-técnico.

Los criterios de acceso serán, de forma más específica:

1. Acceso directo con 240 créditos de formación en un título de Física.
2. Podrán acceder estudiantes que acrediten también al menos 180 créditos de formación en Física. La Comisión de Garantía de la Calidad podría proponer, según cada caso particular, la realización de complementos formativos.
3. Podrán acceder en las condiciones de los puntos 1) y 2), estudiantes procedentes de titulaciones afines (licenciatura/grados de Matemática o ingenierías).
4. La Comisión de Garantía de la Calidad estudiará y decidirá sobre otras propuestas de forma individualizada.

Los estudiantes deberán acreditar que tienen un nivel de conocimiento suficiente de la lengua española o un dominio del inglés equivalente al B2 que les permita un adecuado seguimiento de las enseñanzas. En ausencia de una acreditación oficial, esta capacidad podrá ser verificada con una prueba propia.

### 4.2.2 Admisión

La admisión a las titulaciones de Máster queda definida en el artículo 17 del Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, modificado por el Real Decreto 861/2010:

- Los estudiantes podrán ser admitidos a un Máster conforme a los requisitos específicos y criterios de valoración de méritos que, en su caso, sean propios del título de Máster Universitario o establezca la universidad.
- La Universidad incluirá los procedimientos y requisitos de admisión en el plan de estudios, entre los que podrán figurar complementos formativos en algunas disciplinas, en función de la formación previa acreditada por el estudiante. Según normativa de la Universidad de Zaragoza, dichos complementos formativos podrán formar parte del Máster siempre que el

número total de créditos a cursar no supere los 120. En todo caso, formen o no parte del Máster, los créditos correspondientes a los complementos formativos tendrán, a efectos de precios públicos y de concesión de becas y ayudas al estudio, la consideración de créditos de nivel de Máster.

- Estos sistemas y procedimientos deberán incluir, en el caso de estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de discapacidad, los servicios de apoyo y asesoramiento adecuados, que evaluarán la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos.
- La admisión no implicará, en ningún caso, modificación alguna de los efectos académicos y, en su caso, profesionales, que correspondan al título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar enseñanzas de Máster.

En última instancia, la admisión al máster de los estudiantes será competencia de la Comisión de Garantía de la Calidad del Máster. En el caso de que las inscripciones superen las plazas ofertadas, los criterios de selección de los alumnos se fundamentarán en la valoración del expediente académico (7/10), y, en su caso, en una entrevista personal (3/10).

La Comisión de Garantía de la Calidad podrá admitir al alumno y asignarle hasta un máximo de 60 créditos en complementos de formación. Se estudiará la viabilidad de poder cursar todos o una parte de los complementos de formación, de manera simultánea al programa de máster, y siempre y cuando la formación complementaria necesaria no represente una carga adicional excesiva para el alumno. Dicha Comisión informará a las Comisiones Académicas de Posgrado de cada Universidad.

### **Estudiantes con necesidades educativas específicas**

Se garantizará la accesibilidad universal y se supervisará que los estudiantes con discapacidad dispongan de los recursos y apoyos necesarios para el correcto desarrollo del Máster, solicitándoles al hacer la matrícula que indiquen sus necesidades específicas.

### **4.3 APOYO Y ORIENTACIÓN A ESTUDIANTES UNA VEZ MATRICULADOS**

Una vez que el estudiante está matriculado recibirá toda la información que requiera para poder cursar el Máster a través del correo electrónico. La Comisión de Garantía de la Calidad del título asignará a cada estudiante admitido un tutor entre los profesores participantes en el mismo, quien también supervisará su Trabajo Fin de Máster. Este tutor asesorará de forma permanente al estudiante en todo aquello que necesite para el correcto desarrollo de su formación y hará un seguimiento de su proceso de enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes podrán, además, consultar al Coordinador cualquier sugerencia, consulta o reclamación que deseen hacer.

Además, los estudiantes recibirán apoyo y orientación por diversas vías:

- La Comisión de Garantía de la Calidad del título, bien por consulta directa a alguno de sus miembros o por medio de los representantes de los alumnos en dicha Comisión.
- Página de información de titulaciones de la Universidad.
- Página de información de la Facultad de Ciencias.
- Jornadas de acogida de la Facultad de Ciencias para los estudiantes de nuevo ingreso. El programa de estas jornadas incluye:
- Entrega de documentación (programa, folletos informativos de las distintas actividades de la Facultad y de la Universidad, Erasmus, etc.).
- Charlas variadas sobre la Universidad y la Facultad, estructura general de las titulaciones, programas de intercambio, movilidad y prácticas en empresas, orientación para el empleo, relación profesor-estudiante (tutorías personalizadas y académicas), seguridad, representación estudiantil en los órganos de gobierno y asociaciones estudiantiles (impartida por los propios estudiantes), etc.
- Coloquios con profesores de primer curso, estudiantes de distintos cursos, y con licenciados y diplomados recientes.
- Visita guiada a la Biblioteca y a la Facultad.
- Los estudiantes contarán con un procedimiento de tutoría permanente de los profesores que imparten la docencia, previa petición por el alumno. En caso de ser necesario, el profesor podrá elaborar un plan de estudio y trabajo para el estudiante del cual deberá realizar el seguimiento.
- Plataforma virtual interactiva, en la que se transmitirá al estudiante todos los programas, presentaciones, apuntes, grabaciones de videoconferencias, prácticas, calendario de actividades y material necesario para el desarrollo de las diferentes asignaturas. Asimismo, dicha plataforma constituye el mecanismo por el cual los estudiantes realizarán o entregarán al profesor gran parte de los trabajos prácticos, incluyendo informes, resolución de problemas, etc.
- La Universidad de Zaragoza imparte cursos de español para estudiantes extranjeros. En particular, ofrece cursos intensivos de lengua española de 45 horas lectivas, donde se introducen conceptos de gramática, uso lingüístico y prácticas de conversación, con un nivel de dificultad adaptado al nivel de acceso.
- La Biblioteca de la Facultad de Ciencias imparte un “Curso básico de utilización de recursos bibliográficos” de 2 horas de duración, destinado a los estudiantes.
- El Servicio de Orientación Psicológica para Estudiantes del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) ofrece asesoría psicológica y de estudio a los alumnos de la Universidad.

- La Universidad de Zaragoza dispone de un Servicio de Asesorías para Jóvenes (gratuito, anónimo y personalizado), que incluye Asesoría Jurídica, Asesoría de Estudios, Asesoría Psicológica y Asesoría Sexológica.
- La Universidad de Zaragoza organiza anualmente una Feria de Empleo (EMPZAR), que permite ofrecer una amplia visión sobre la oferta de puestos de trabajo del mercado laboral.

#### 4.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias	
MÍNIMO	MÁXIMO
0	0
Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios	
Adjuntar Título Propio (En caso de reconocer más del 15%, ver guía de ANECA)	
MÍNIMO	MÁXIMO
0	12
Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional	
MÍNIMO	MÁXIMO
0	12

#### Normativa de la Universidad de Zaragoza

#### Acuerdo de 27 de junio de 2018, del Consejo de Gobierno de la Universidad, por el que aprueba el Reglamento de reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Zaragoza

Las modificaciones introducidas en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, el Real Decreto 534/2013, de 12 de julio y el Real Decreto 43/2015, de 3 de febrero, que desarrollan el artículo 46.2.i de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, así como el Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, sobre reconocimiento de estudios en el ámbito de la Educación Superior, desarrollado mediante la Orden de 24 de julio de 2015, del Gobierno de Presidencia, por la que se dispone la publicación de la adenda al convenio de colaboración entre el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza, para el desarrollo de actuaciones conjuntas dirigidas al análisis e identificación de correspondencias para el reconocimiento de créditos entre los estudios de enseñanzas artísticas, deportivas o de formación profesional de grado superior y los estudios universitarios, motivan que se deba adoptar una nueva normativa propia de la Universidad de Zaragoza en el ámbito del reconocimiento de créditos.

En el mismo sentido, el Real Decreto 1791/2010, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante, recoge en su artículo 7 que los estudiantes tienen derecho “a obtener reconocimiento académico por su participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación en los términos establecidos en la normativa vigente,” así como “a la validación, a efectos académicos, de la experiencia laboral o profesional de acuerdo con las condiciones que, en el marco de la normativa vigente, fije la Universidad”.

El presente Reglamento, por tanto, pretende dotar a la Universidad de Zaragoza de un marco normativo adecuado que permita regular las condiciones bajo las cuales habrán de hacerse efectivos los reconocimientos a los que se ha hecho alusión.

### TÍTULO I.- Reconocimiento de créditos

#### *Artículo 1.- Objeto y ámbito de aplicación.*

1. El objeto de este Reglamento es regular el reconocimiento académico de créditos pertenecientes a estudios oficiales de Grado y Máster de la misma u otras universidades, así como el que puede obtenerse por la participación en actividades universitarias, culturales, deportivas, por representación estudiantil, por participación en actividades universitarias solidarias y de cooperación, por otras enseñanzas no universitarias, por estudios propios o por experiencia laboral acreditada, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título.

2. El ámbito de aplicación del presente Reglamento comprende las enseñanzas de Grado y Máster Universitario regidas por el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, en los términos descritos en la presente norma.

#### **Artículo 2.- Definición.**

1. Se entiende por «reconocimiento de créditos» la aceptación por una universidad de los créditos que, habiendo sido obtenidos en unas enseñanzas oficiales, en la misma u otra universidad, son computados en otras distintas a efectos de la obtención de un título oficial. En este contexto, la primera de las enseñanzas se denominará «enseñanza de origen» y la segunda, «enseñanza de destino».

2. En el reconocimiento de créditos se considerarán los conocimientos y competencias adquiridos y debidamente certificados atendiendo al valor formativo conjunto de las actividades académicas, al contexto y objetivos de la materia de la enseñanza de destino y no a la denominación, identidad o afinidad entre asignaturas y programas.

#### **Artículo 3.- Aplicación del reconocimiento de créditos**

1. Los créditos reconocidos constarán en el expediente académico del estudiante y en el Suplemento Europeo al Título con la siguiente información:
  - a. Denominación de la universidad y enseñanza de origen.
  - b. Asignaturas o materias reconocidas en la enseñanza de destino, así como la denominación y carácter de las que han sido objeto de reconocimiento en la enseñanza de origen.
  - c. La calificación asignada, según lo dispuesto en el presente reglamento.
  - d. En su caso, créditos reconocidos de carácter excedentario.
2. Las asignaturas superadas como consecuencia de un proceso de reconocimiento figurarán con la calificación de las asignaturas respectivas en la titulación de origen o su equivalente transcripción en el caso de que el sistema de calificación sea diferente al español. Cuando varias asignaturas conlleven el reconocimiento de una o varias en la titulación de destino, su calificación corresponderá a la media ponderada de aquellas.
3. Cuando no conste calificación en las asignaturas de origen, los créditos reconocidos figurarán con la calificación de «Apto», de acuerdo con lo contemplado en la Resolución de 27 de junio de 2014 de Consejo de Gobierno.
4. En todo caso, los créditos reconocidos computarán a efectos de la obtención del título en la enseñanza de destino, excepto los que tengan el carácter de excedentarios una vez efectuado el reconocimiento.
5. A partir de ese reconocimiento, el estudiante tendrá que cursar, al menos, el número de créditos que reste entre los créditos reconocidos y los totales señalados en el plan de estudios de la titulación en la que se reconocen.

#### **Artículo 4.- Reconocimiento de créditos en las enseñanzas oficiales de Grado**

1. Según el artículo 13 del RD 1393/2007, modificado por el RD 861/2010, procederá el reconocimiento de créditos con los siguientes criterios:
  - a. Siempre que el título al que se pretende acceder pertenezca a la misma rama de conocimiento, serán objeto de reconocimiento automático un número de créditos que sea al menos el 15 % del total de los créditos del título de destino, correspondientes a asignaturas o materias de formación básica de dicha rama.
2. Aquellos créditos de formación básica que no tengan correspondencia en materias o asignaturas de formación básica, serán reconocidos en otras materias o asignaturas, siendo la suma total de créditos reconocidos la misma que los créditos superados en las enseñanzas cursadas.
  - a. Si los títulos de origen y destino pertenecen a distintas ramas de conocimiento, serán objeto de reconocimiento los créditos obtenidos en aquellas otras materias o asignaturas de formación básica pertenecientes a la rama de conocimiento del título al que se pretende acceder, conforme al Anexo II del RD 1393/2007.
  - b. El resto de los créditos podrán ser reconocidos teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridos, bien en otras materias o asignaturas o en enseñanzas cursadas por el estudiante o bien asociados a una previa experiencia profesional y los que estuvieran previstos en el plan de estudios.
3. En los términos establecidos en este Reglamento, se podrán reconocer créditos a quienes estando en posesión de un título oficial o con estudios iniciados, accedan a enseñanzas de Grado.
4. El órgano competente del centro de destino elaborará un informe de reconocimiento indicando:
  - a. Los créditos reconocidos en la enseñanza de destino y su equivalencia en la enseñanza de origen.
  - b. Los créditos no reconocidos y los motivos de su denegación.
5. En el caso de que el informe sea desfavorable deberá motivarse convenientemente, detallando las competencias y destrezas no adquiridas por el estudiante entre las asignaturas cursadas y de las que se solicita el reconocimiento.
6. Cada centro tendrá actualizada en su web, al menos en las titulaciones de su rama de conocimiento, unas tablas con las asignaturas cuyos créditos se reconozcan.
7. Según lo dispuesto en el RD 861/2010, los Trabajos Fin de Grado no podrán ser objeto de reconocimiento.
8. Los estudiantes que hayan cursado estudios de Máster universitario podrán obtener reconocimiento de créditos en estudios de Grado siempre que haya adecuación en las competencias asociadas a las asignaturas del Máster y del Grado cuyo reconocimiento se solicita.

**Artículo 5.- Reconocimiento de créditos en programas de movilidad**

1. Las actividades realizadas en el marco de programas de movilidad nacional e internacional serán reconocidas académicamente en las enseñanzas oficiales de Grado y de Máster. Este reconocimiento se plasmará en un contrato de estudios entre el estudiante, el coordinador académico del programa de movilidad y el centro responsable de las enseñanzas que será previo a la estancia y que recogerá las materias a cursar en la universidad de destino, su correspondencia en contenido y duración con las de su plan de estudios y la equivalencia de las calificaciones. El cumplimiento del contrato de estudios por el estudiante implica su reconocimiento académico.
2. Cuando el sistema de calificaciones de la universidad de destino sea diferente al de la Universidad de Zaragoza, los órganos competentes del centro deberán informar al estudiante de la equivalencia de calificaciones con anterioridad a la firma del contrato.
3. Para el reconocimiento de conocimientos y competencias se atenderá al valor formativo conjunto de las actividades académicas desarrolladas y a las competencias adquiridas, todas ellas debidamente certificadas, y no solo a la identidad o afinidad entre asignaturas y programas.
4. Los resultados académicos y las actividades de los programas de movilidad que no formen parte del contrato de estudios y sean acreditados por la universidad de destino serán incluidos en el Suplemento Europeo al Título.
5. El reconocimiento de créditos por actividades realizadas en programas de intercambio internacional se regirá por la normativa vigente, en tanto que en la movilidad nacional deberán tenerse en cuenta las instrucciones que establezca el Sistema de Intercambio entre Centros Universitarios Españoles (SICUE) respetando, en todo caso, lo contemplado en los puntos 1 a 4 de este artículo.

**Artículo 6.- Criterios generales de aplicación para el reconocimiento de créditos por actividades universitarias**

1. Los estudiantes de Grado podrán obtener por titulación 6 créditos ECTS (en adelante ECTS) por reconocimiento académico por su participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación.
2. El número de créditos reconocidos por estas actividades se computarán, a solicitud del estudiante, como créditos optativos en el correspondiente plan de estudios.
3. Para cursos, jornadas y otras actividades, los créditos se reconocerán en función del intervalo de horas que tenga la actividad.

<b>Intervalo de horas</b>	<b>ECTS a reconocer</b>
Entre 15 y 24 (incluidas)	0,5
Entre 25 y 49 (incluidas)	1
Entre 50 y 74 (incluidas)	1,5
De 75 en adelante	2

6. El reconocimiento se realizará por el órgano competente del centro en el marco que establezca la Universidad de Zaragoza, y considerando solo las actividades que se realicen desde el momento en que el estudiante esté matriculado en la misma. El reconocimiento por una actividad determinada solo podrá aplicarse a una titulación.
7. La Universidad podrá programar y autorizar actividades conducentes a la obtención de créditos de la tipología señalada en el apartado uno, que deberán ser reconocidos por los órganos competentes de los centros o, en su caso, por la Comisión de Estudios de Grado.
8. Cada actividad de las señaladas en este artículo tendrá una misma equivalencia en créditos en todos los centros universitarios.

**Artículo 7.- Reconocimiento de créditos por actividades universitarias culturales y complementarias**

Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de Grado, se podrán reconocer un máximo de 2 ECTS por curso académico.

1. Se entiende por “actividades universitarias culturales y complementarias” aquellas que se organicen como tales por la Universidad de forma centralizada, sus centros, departamentos, institutos universitarios, sus colegios mayores u otras estructuras de la Universidad, así como por otras instituciones, en cuyo caso deben quedar recogidas en el marco de un convenio con la Universidad.
2. Igualmente, se reconocerán como créditos de actividades culturales la participación en los cursos de la Universidad de Verano de Teruel, los cursos extraordinarios de la Universidad de Zaragoza y los cursos impartidos por otras universidades de verano con las que se haya acordado específicamente la actividad.
3. No obstante, las Comisiones de Garantía de la Calidad de las titulaciones podrán efectuar el reconocimiento de actividades cursadas por los estudiantes en instituciones con las que previamente no se tengan acuerdos siempre que las horas de la actividad estén en el intervalo horario establecido en el artículo anterior y el contenido de la actividad sea relevante y complementario para la adquisición de las destrezas y competencias asociadas al Grado cursado por el estudiante.
4. Los órganos de dirección de los centros, departamentos y aquellas instituciones con las que la Universidad de Zaragoza haya formalizado convenios, podrán proponer a la Universidad el reconocimiento de créditos por la participación en determinadas

actividades organizadas, presentando una memoria en la que se indicará las horas de la actividad, las fechas de realización, colectivo al que van dirigidos, el número de créditos a reconocer, así como el sistema de evaluación.

5. La Universidad mantendrá actualizadas y publicará en la web, las actividades universitarias culturales y complementarias que serán objeto de reconocimiento.

**Artículo 8.- Reconocimiento de créditos por actividades universitarias deportivas**

Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de Grado, se podrán reconocer un máximo de 2 ECTS por curso académico.

1. Se entiende por “actividades universitarias deportivas” la práctica de actividades deportivas de élite o que representen a la Universidad de Zaragoza en campeonatos internacionales, nacionales, autonómicos e interuniversitarios.

Los créditos se reconocerán según el desglose siguiente:

1.1 Competición reglada

Ámbito de la competición	Créditos ECTS por curso académico
Internacional o de élite	2
Nacional	1,5
Autonómica	1
Interuniversitaria o de carácter social	0,5

- 1.2 Actividades programadas y organizadas por el Servicio de Actividades Deportivas y autorizadas por la Comisión de Estudios de Grado.

El reconocimiento máximo para cada actividad podrá ser de 0,5 ECTS por curso académico, no pudiendo ser objeto de reconocimiento más de una actividad por curso académico.

- La participación en las actividades físico-deportivas: actividades del programa “Deporte y Salud”, escuelas de formación y tecnificación deportiva y las actividades en el medio natural, entre otras.
- La participación en los cursos de formación técnico deportiva enmarcados dentro del programa “Deporte y Ciencia”.

2. Una vez finalizadas las actividades deportivas, el Servicio de Actividades Deportivas elaborará un documento acreditativo para todos los estudiantes inscritos donde figure y se detalle su participación, el cumplimiento de la actividad y los créditos asignados.

**Artículo 9.- Reconocimiento de créditos por actividades universitarias de representación estudiantil.**

Para obtener el reconocimiento de créditos por la participación en las actividades recogidas en este artículo, los estudiantes deberán acreditar en los casos que corresponda, la asistencia de un mínimo del 60 %.

Por este tipo de actividades, en las enseñanzas de Grado se reconocerán como máximo 3 ECTS por curso académico por las siguientes:

- Ser representante de curso o grupo de docencia (1 ECTS por curso académico)
- Ser representante de los estudiantes en el Claustro (1 ECTS por curso académico)
- Ser representante de los estudiantes en Consejo de Departamento (0,5 ECTS por curso académico)
- Ser representante de los estudiantes en Junta de Centro (1 ECTS por curso académico)
- Ser representante de los estudiantes en la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación (1 ECTS por curso académico)
- Ser representante de los estudiantes en la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación (1 ECTS por curso académico)
- Ser representante de los estudiantes en la Comisión de Estudios de Grado de la Universidad (1 ECTS por curso académico)
- Ser representante de los estudiantes en Consejo de Gobierno (2 ECTS por curso académico)
- Participar en órganos directivos en colegios mayores (hasta 2 ECTS por curso académico)

- Otras responsabilidades de coordinación y representación en órganos de participación estudiantil estatutariamente reconocidos (hasta 2 ECTS por curso académico)
- Cualquier otra actividad de coordinación o de representación que determine la Universidad, o que merezca análoga consideración a juicio de los centros (hasta 2 ECTS por curso académico).

#### **Artículo 10.- Reconocimiento de créditos por actividades universitarias solidarias y de cooperación**

Para obtener el reconocimiento de créditos por la participación en las actividades recogidas en este artículo, los estudiantes deberán acreditar en los casos que corresponda, la asistencia de un mínimo del 60 %.

Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de Grado, se podrán reconocer un máximo de 2 ECTS por curso académico.

1. Se entiende por “actividades universitarias solidarias y de cooperación” aquellas que contribuyen a la sensibilización, formación y promoción de valores y actitudes éticas y solidarias, desde las que se fomente el compromiso y la implicación social de la juventud sobre la base de la igualdad, la defensa de los derechos humanos, la cultura de la paz, el diálogo intercultural, la educación para la convivencia, la atención a las personas con discapacidad, la inclusión social, el cuidado del medio ambiente, la promoción de la salud y el desarrollo de una cultura preventiva, la accesibilidad con el objetivo de contribuir a la construcción de una sociedad más justa, segura, sostenible y solidaria.
2. Se reconocerán créditos por participar en las siguientes actividades organizadas por:
  - a. Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que desarrollen actividades relacionadas con la solidaridad (1 ECTS por curso académico).
  - b. Entidades de asistencia social que estén dadas de alta en los registros oficiales de las comunidades autónomas (1 ECTS por curso académico)
  - c. Cruz Roja, Donantes de Sangre, Asociación de Ayuda en Carretera o similares (1 ECTS por curso académico)
  - d. Iniciativas de voluntariado, tanto social como ambiental o solidario (1 ECTS por curso académico)
  - e. Proyectos de carácter interno organizados por la Universidad de Zaragoza (1 ECTS por curso académico)

#### **Artículo 11.- Reconocimiento de créditos por otras actividades universitarias**

Para obtener el reconocimiento de créditos por la participación en las actividades recogidas en este artículo, los estudiantes deberán acreditar en los casos que corresponda, la asistencia de un mínimo del 60 %.

Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de Grado, se podrán reconocer un máximo de 2 ECTS por curso académico.

Se entiende por “otras actividades universitarias” la participación y colaboración en:

1. El Programa Mentor dentro del sistema establecido en cada centro.
2. Se podrá solicitar el reconocimiento de créditos por la labor realizada acompañando de un informe detallado y favorable del órgano competente del centro que mencione expresamente el número estimado de horas que el estudiante ha invertido en su actividad de mentorización, incluyendo todos los aspectos: las sesiones de orientación y apoyo con los alumnos mentorizados, reuniones con el profesor coordinador de esta actividad, etc. (Hasta 2 ECTS por curso académico).
3. Actividades de forma continuada, de orientación y difusión (charlas en centros de secundaria, jornadas de puertas abiertas, programas de mediadores informativos en los centros etc.) (0,5 ECTS por curso académico).
4. Atención a la diversidad (1 ECTS por curso académico)
5. Integración social: sensibilización, formación y promoción de la solidaridad, los derechos humanos, la cultura de la paz y la cohesión social, así como el diseño de aplicación de estrategias de inclusión social (1 ECTS por curso académico)
6. Actividades que propicien la conexión entre la Universidad y el entorno real:
  - a. Actividades organizadas por la Oficina Verde y asociaciones vinculadas a la ecología: acciones de sensibilización ambiental, desarrollo sostenible, consumo responsable, reducción de emisiones, fomento de energías alternativas y reducción de residuos, así como su reciclaje (0,5 ECTS por actividad).
  - b. Actividades organizadas por la “Universidad saludable”: acciones de sensibilización relacionadas con la promoción de la salud y la práctica de hábitos de vida saludable (0,5 ECTS por actividad)
  - c. Participar en la organización y desarrollo de la feria de empleo de la Universidad de Zaragoza (0,5 ECTS por curso académico)
7. Talleres de orientación laboral/profesional así como en aquellos cursos de formación, que previamente se determinen dentro del Plan de Orientación Universitaria y Plan de Formación para el Empleo (0,5 por curso académico)
8. Actividades en programas específicos sobre igualdad de género (hasta 1 ECTS por curso académico)
9. Ser Antena Informativa del CIPAJ en los centros universitarios (según convenio de cada curso)

10. Participación en las ligas de debate universitario. Para cada curso académico: 0,5 ECTS por participar, 0,5 ECTS adicionales si el equipo se proclama ganador en la Universidad de Zaragoza y 1 ECTS adicionales si el equipo es el vencedor en la participación en la competición del grupo G9.

**Artículo 12.- Reconocimiento de créditos por conocimiento acreditado de idiomas.**

Se podrán reconocer créditos en las titulaciones de Grado por el conocimiento de idiomas que no sean cooficiales en España y que no sean la lengua materna del estudiante en cualquier idioma que no haya sido objeto de estudio en el Grado.

Se podrán reconocer hasta un máximo de 2 ECTS según el nivel acreditado en otro idioma del que obtuvo en el grado, de acuerdo con la siguiente tabla:

Nivel de idioma	Créditos a reconocer
B1	0,5
B2	1
C1	1,5
C2	2

**Artículo 13.- Reconocimiento de créditos por otros estudios**

- En función de la formación previa, podrán reconocerse créditos obtenidos en estudios oficiales universitarios y no universitarios: enseñanzas artísticas superiores, ciclos formativos de grado superiores, enseñanzas profesionales de artes plásticas y diseño de grado superior, enseñanzas deportivas de grado superiores.  
El reconocimiento de créditos por estudios oficiales no universitarios se hará en los casos que establezca la legislación vigente, y siempre en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridos y los de las enseñanzas de destino.  
El número de créditos que sean objeto de reconocimiento a partir de enseñanzas universitarias no oficiales no podrá ser superior al 15 % del total de los créditos que constituyen el plan de estudios.  
Los centros publicarán en sus páginas web las tablas de reconocimiento entre los estudios de grado y los otros estudios de ciclos formativos que han sido publicadas en el BOA.
- En el caso de títulos propios, el número de créditos que sean objeto de reconocimiento no podrá ser superior al 15 % del total de los créditos que constituyen el plan de estudios. Estos créditos se incorporarán al expediente con la calificación de “Apto”, por lo que no se computarán a efectos de baremación del expediente académico.  
No obstante, los créditos procedentes de títulos propios podrán, excepcionalmente, ser objeto de un reconocimiento en un porcentaje superior al señalado, o en su caso ser objeto de un reconocimiento total siempre que el correspondiente título propio haya sido extinguido y sustituido por un título oficial de Máster universitario. Para ello, la memoria de verificación del nuevo máster universitario deberá hacer constar tal circunstancia.
- El reconocimiento de créditos por estudios universitarios oficiales realizados en universidades españolas o extranjeras, sin equivalencia en los nuevos títulos de Grado o Máster Universitario, se hará en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridas y los de la enseñanza de destino.

**Artículo 14.- Reconocimiento de créditos por experiencia laboral**

Se podrán reconocer créditos por la experiencia laboral y profesional siempre que se haya realizado en un centro o empresa reconocida, cuya actividad esté directamente relacionada con las competencias inherentes a dicho título.

Para obtener el reconocimiento deberá presentarse copia de la vida laboral o del contrato con la indicación de la categoría laboral del contratado, incluyendo el tiempo de duración del mismo, así como un informe sobre las actividades realizadas.

El número de créditos a reconocer no podrá ser superior en su conjunto al 15 % del total de los créditos que constituyen el plan de estudios. Estos créditos se incorporarán al expediente con la calificación de “Apto”, por lo que no se computarán a efectos de baremación del expediente académico.

**Artículo 15.- Reconocimientos de créditos en planes de estudio regulados conforme al RD 1393/2007, que sean modificados**

En la memoria de verificación que se elabore para un título que se modifique deberá incluir en su caso, unas tablas de adaptación de materias o asignaturas que deberán aplicarse en los reconocimientos de créditos.

#### **Artículo 16.- Reconocimiento de créditos en las enseñanzas oficiales de Máster Universitario**

1. El reconocimiento de créditos por estudios cursados en títulos oficiales de Máster Universitario de cualquier universidad se hará por materias o asignaturas en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridas y los previstos en el título de Máster Universitario para el que se solicita el reconocimiento.
2. Según lo dispuesto en el RD 861/2010 los Trabajos Fin de Máster no podrán ser objeto de reconocimiento.

#### **Artículo 17.- Reconocimiento de créditos en enseñanzas oficiales de Grado y Máster Universitario, provenientes de enseñanzas conforme a sistemas educativos anteriores al Real Decreto 1393/2007**

La Comisiones de la Garantía de la Calidad de la titulación, y teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos y competencias derivados de las enseñanzas de origen y los contemplados en las enseñanzas de destino, podrán reconocer créditos:

1. Por estar en posesión de un título oficial de Licenciado, Arquitecto o Ingeniero y desear acceder a estudios de Máster Universitario, el número de créditos a reconocer no podrá superar el 50 % de los créditos totales del máster. Para este cómputo se excluyen los créditos correspondientes al trabajo fin de Máster.
2. Por créditos obtenidos en otros estudios de Máster Universitario.
3. Por créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de doctorado reguladas conforme al Real Decreto 778/1998 o normas anteriores.

Para llevar a cabo dichos reconocimientos, los órganos responsables de las diferentes titulaciones elaborarán un sistema de equivalencias que permita una óptima transición de sus estudiantes en sistemas anteriores a las enseñanzas de Grado y de Máster.

Quienes no estén en posesión de un título oficial y soliciten el reconocimiento de créditos entregarán en el centro correspondiente, junto con la solicitud, la documentación que justifique la adecuación entre los conocimientos y competencias asociados al título del solicitante y los previstos en el plan de estudios de la enseñanza de destino.

## **TÍTULO II.- Transferencia de créditos**

#### **Artículo 18.- Definición**

Se entiende por «transferencia de créditos» el acto administrativo que consiste en incluir en el expediente del estudiante los créditos obtenidos en enseñanzas universitarias oficiales parciales de Grado (no finalizadas), cursadas en cualquier universidad, que no hayan sido ser objeto de reconocimiento. La transferencia de créditos sólo se producirá cuando la enseñanza de origen esté adaptada al EEES.

#### **Artículo 19. Aplicación de la transferencia de créditos**

1. Los créditos transferidos se reflejarán en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante. Se incluirá la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad en esta u otra universidad. Estos créditos transferidos, serán incluidos en el expediente académico del estudiante y quedarán reflejados en el Suplemento Europeo al Título.
2. Los créditos correspondientes a asignaturas previamente superadas por el estudiante en enseñanzas universitarias no concluidas y que no puedan ser objeto de reconocimiento serán transferidos a su expediente en los estudios a los que ha accedido con la calificación de origen, y se reflejarán en los documentos académicos oficiales acreditativos de los estudios seguidos por el mismo, así como en el Suplemento Europeo al Título.
3. Antes de matricularse, los estudiantes podrán solicitar la transferencia de créditos de estudios oficiales no finalizados y que se ajusten al sistema recogido en el R.D. 1393/2007. En el documento de admisión cumplimentarán el apartado correspondiente y, en caso de no tratarse de estudios de la Universidad de Zaragoza, aportarán los documentos requeridos. Realizado este trámite, se actuará de oficio y se añadirá la información al expediente del estudiante.

### TÍTULO III.- Competencia y trámites para el reconocimiento y la transferencia de créditos

#### **Artículo 20. Órganos competentes en el reconocimiento y transferencia de créditos.**

1. El órgano encargado del reconocimiento y transferencia de créditos será la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación que el solicitante esté cursando o quiera cursar.
2. Corresponde a la Comisiones de Estudios de Grado o de Postgrado de la Universidad en su caso, el estudio de los recursos presentados por los estudiantes contra la resolución de reconocimiento de créditos del Centro.
3. Las Comisiones de Estudios de Grado o de Postgrado de la Universidad podrán solicitar cuantas veces consideren pertinente, cualquier informe que precise a las correspondientes Comisiones de Garantía de la Calidad de las Titulaciones, con el objetivo de asegurar la correcta aplicación de este Reglamento. Los informes emitidos se realizarán dentro del plazo fijado por la Comisión solicitante.
4. En aquellos supuestos en que puedan reconocerse automáticamente créditos obtenidos en otras titulaciones de Grado de la misma o de distintas ramas de conocimiento, el órgano competente, tras la consulta a los departamentos responsables de la docencia de las distintas materias o módulos, elaborará listados de materias y créditos que permitan que los estudiantes conozcan con antelación estos reconocimientos y para que sean aplicados de oficio. Dichos listados deberán actualizarse cuando se produzcan cambios en los planes de estudio afectados.
5. En los casos concretos en los que no existan reconocimientos automáticos, el órgano competente del centro, con el informe previo de los departamentos implicados, realizará un informe de reconocimiento motivado en el que se indicará no solo la materia o módulo en cuestión, sino también el número de créditos reconocidos, teniendo en cuenta la adecuación entre las competencias y conocimientos adquiridos así como entre el contexto y los objetivos entre el título de origen y el de destino.
6. En todo caso, el reconocimiento automático de créditos en materias y/o módulos será aplicado de oficio siempre que un mismo plan de estudios de Grado se imparta en varios centros de la Universidad de Zaragoza.
7. Corresponde a la Comisión de Estudios de Grado de la Universidad, con los informes previos que procedan y de conformidad con la normativa y la legislación vigentes, la asignación de créditos a las actividades propuestas en el reconocimiento de créditos por actividades universitarias (arts. 6 a 11 de este Reglamento).

No obstante lo anterior, de acuerdo con lo contemplado en el artículo 7.2, cuando el estudiante solicite reconocimiento de créditos por alguna actividad a la que la Comisión de Estudios de Grado no haya asignado créditos, corresponde a la Comisión de Garantía de la Calidad de cada titulación la aplicación del intervalo horario del artículo 6.3.

#### **Artículo 21.- Solicitudes, procedimiento y abono de tasas para el reconocimiento y transferencia de créditos.**

1. Para el reconocimiento y la obtención de créditos será necesario presentar junto a la solicitud de reconocimiento un documento acreditativo de la actividad a reconocer, que deberá ser avalado o firmado por el responsable de la instancia correspondiente.
2. Las solicitudes de reconocimiento y de transferencia de créditos se tramitarán en el centro responsable de las enseñanzas a solicitud del interesado, quien deberá aportar la documentación acreditativa de los créditos obtenidos y su contenido académico, indicando las asignaturas para las que solicita reconocimiento.
3. En el caso de asignaturas cursadas previamente, las solicitudes de reconocimiento y de transferencia de créditos solo podrán hacerse de asignaturas realmente cursadas y superadas; en ningún caso se referirán a asignaturas previamente reconocidas, convalidadas o adaptadas. Por tanto, para efectuar dicho reconocimiento debe acudir a los estudios previos que dieron origen al reconocimiento, convalidación o adaptación.
4. Los Servicios de Gestión Académica o los propios centros universitarios fijarán los modelos de solicitud y la documentación que se ha de acompañar a la misma.
5. La solicitud de reconocimiento y de transferencia de créditos por el interesado se presentará en el centro encargado de la enseñanza de destino y se resolverá antes del siguiente periodo de matriculación previsto en el calendario académico, siempre que no afecte a la admisión de estudios universitarios, en cuyo caso se resolverá previamente al siguiente periodo de matrícula.
6. Los centros podrán establecer anualmente plazos de solicitud de reconocimiento de créditos con el fin de ordenar el proceso a los periodos de matrícula anual.
7. En los programas de movilidad, los órganos competentes del centro actuarán de oficio reconociendo los créditos en los términos establecidos en los contratos de estudios firmados.
8. Abono de los precios públicos por reconocimiento
  - a. Los estudiantes que soliciten reconocimiento de créditos, abonarán los precios públicos que corresponda una vez efectuado el mismo y antes de iniciar o continuar con los estudios. El no abono de dichas tasas impedirá poder iniciar o continuar con los estudios, por lo que el estudiante decaerá de su petición.
  - b. Quedan exceptuados del pago del reconocimiento los estudiantes salientes de la Universidad de Zaragoza, que participan en acciones de movilidad nacional o internacional siempre que dichas actividades queden recogidas en el contrato de estudios.
  - c. Quedan excluidos del abono de los precios públicos por reconocimiento aquellos estudiantes de la Universidad de Zaragoza que estén cursando Programas Conjuntos al estar sometidos a su propia regulación.

- d. Por créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de doctorado reguladas conforme al Real Decreto 778/1998 o normas anteriores. Habrá que tener en cuenta dos supuestos:
- Si las enseñanzas cursadas en el Programa de doctorado son el origen del Máster Universitario, se podrán reconocer créditos y no se efectuará abono de tasas por reconocimiento.
  - Si las enseñanzas cursadas en el Programa de doctorado no son el origen del Máster, se podrán reconocer y conllevarán el abono de tasas.

9. Por la transferencia de créditos no se abonarán precios públicos.

#### **Artículo 22.- Recursos**

Las resoluciones de reconocimiento de créditos podrán ser recurridas ante la Comisión de Estudios de Grado o de Postgrado de la Universidad en el plazo de un mes a partir de su recepción por parte del interesado.

#### **Artículo 23.- Anotación en el expediente académico.**

- Los créditos transferidos, los reconocidos y los superados para la obtención del correspondiente título serán incluidos en el expediente académico del estudiante y quedarán reflejados en el Suplemento Europeo al Título.
- Los créditos reconocidos se incorporarán al expediente, junto con la calificación obtenida en origen, indicando los detalles del expediente de origen.
- Los créditos que se reconozcan se incorporarán al expediente tras el pago de la tasa que especifique el Decreto de Precios Públicos establecido por el Gobierno de Aragón.

#### **DISPOSICIÓN ADICIONAL. Delegación de facultades.**

Se faculta al vicerrector con competencias en materia de estudiantes para que pueda dictar cuantas instrucciones resulten necesarias para el cumplimiento de lo dispuesto en este reglamento, aclarando o resolviendo los aspectos que pudieran resultar pertinentes en su aplicación.

#### **DISPOSICIONES FINALES**

##### **Disposición final primera. Entrada en vigor.**

- El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial de la Universidad de Zaragoza y será de aplicación a los títulos regulados por el R.D. 1393/2007 así como a las actividades universitarias que se vayan a impartir y reconocer a partir del inicio del curso 2018-2019.
- Los reconocimientos que se efectúen al amparo de este reglamento se aplicarán a las solicitudes que tengan entrada en el registro oficial de la Universidad de Zaragoza a partir del inicio del curso 2018-2019.

##### **Disposición final segunda. Alusión al género.**

Las referencias a personas, colectivos o cargos académicos figuran en el presente Reglamento en género masculino como género gramatical no marcado. Cuando proceda, será válida la cita de los preceptos correspondientes en género femenino.

#### **DISPOSICIÓN DEROGATORIA**

El presente Reglamento deroga el Acuerdo de 9 de julio de 2009, del Consejo de Gobierno de la Universidad, por el que se aprueba el reglamento sobre reconocimiento y transferencia de créditos (BOUZ 10 de 2009) y cuantas disposiciones se hubieran dictado en desarrollo del mismo.

#### **4.5 COMPLEMENTOS FORMATIVOS**

Se ha diseñado un programa de complementos formativos para aquellos alumnos que no hayan completado 240 ECTS de estudios de grado o en el caso de que, debido a la formación previa acreditada, la Comisión de Garantía de la Calidad haya admitido al estudiantes según los criterios del punto 4.2.2 asignándole hasta un máximo de 60 créditos en complementos formativos.

La Comisión de Garantía de Calidad del Máster recomendará en casos concretos, y atendiendo a la formación de cada estudiante y de sus intereses científicos, la realización de complementos formativos.

Estos complementos estarán asociados a asignaturas del Grado en Física de la Universidad de Zaragoza y los alumnos los cursarán siguiendo los contenidos, actividades formativas, sistemas de evaluación, etc. de las correspondientes asignaturas de Grado. Por lo tanto,

los complementos formativos se cursarán en modalidad presencial y en castellano, aunque el profesorado facilitará materiales en inglés y la posibilidad de asistir a tutoría o realizar exámenes en ambos idiomas.

Los complementos formativos se han agrupado en tres materias:

- Materia: complementos de Física
  1. Física cuántica I (26921)
  2. Óptica (26923)
  3. Gravitación y cosmología (26937)
  4. Física nuclear y de partículas (26929)
  5. Astronomía y astrofísica (26932)
- Materia: complementos de Métodos matemáticos y computacionales
  1. Métodos matemáticos para la física (26917)
  2. Física computacional (26918)
  3. Física estadística (26925)
- Materia: complementos instrumentales
  1. Técnicas físicas I (26911)
  2. Técnicas física II (26920)
  3. Electrónica física (26928)

El código indicado en cada asignatura hace referencia a la nomenclatura del programa de Grado de la UZ. En asignaturas que comprendan más de 6 créditos, como es el caso de la de Física cuántica (7 ECTS), Óptica (8 ECTS) o Técnicas Física I (8ECTs) Técnicas físicas II (10ECTs), la Comisión seleccionará actividades formativas y contenidos correspondientes a 6 créditos como máximo. Si la asignatura es de 5ECTs, como en el caso de Gravitación y cosmología o Astronomía y astrofísica, se le propondrán al estudiante actividades formativas hasta completar los 6 ECTS. Además de estas asignaturas, la Comisión podría recomendar cualquier otra del grado de Física.

## 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

#### A) Descripción General del Plan de Estudios

El plan de estudios aúna conocimientos teóricos, experimentales e instrumentales, necesarios para la formación de científicos y tecnólogos en campos como la Física de Altas Energías, la Cosmología, la Astronomía, la Astrofísica y la Física de Astropartículas, así como los instrumentos necesarios para estas investigaciones. Se adapta no sólo a las preferencias de los estudiantes sino también a su experiencia y formación previa desde grados de Física, Matemáticas o Ingenierías. Consta de 90 ECTS distribuidos de la siguiente manera:

Obligatorios	12
Optativos	48
Prácticas externas y actividades complementarias	12
Trabajo Fin de Máster	18
<b>Créditos totales</b>	<b>90</b>

Siguiendo las directivas del Reglamento de oferta, modificación y supresión de másteres universitarios de la Universidad de Zaragoza ([https://zaguan.unizar.es/record/71078/files/Reglamento\\_2018.pdf](https://zaguan.unizar.es/record/71078/files/Reglamento_2018.pdf)), aprobado el 27 de junio de 2018 por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, los créditos se reparten en asignaturas de 6 créditos como mínimo para evitar una atomización de la oferta de asignaturas a cursar. Así, los créditos se reparten en asignaturas según:

- 12 ECTS obligatorios (2 asignaturas de 6 ECTS cada una)
- 48 ECTS optativos (8 asignaturas de 6 ECTS cada una a elegir entre una oferta total de 16 asignaturas)
- 12 ECTS de prácticas externas (de los cuales, 4 ECTS pueden ser cursados opcionalmente en actividades complementarias, como asistencia a escuelas, congresos, y otras actividades complementarias que apruebe la Comisión de GC)
- 18 ECTS de Trabajo Fin de Máster

En la siguiente tabla se muestran las asignaturas propuestas en el Título, agrupadas en materias y módulos.

MATERIA	ASIGNATURA	ECTS	CARÁCTER
<b>Módulo obligatorio</b>			
<b>Temas actuales</b>	Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas	6	obligatorio
<b>Métodos matemáticos y computacionales</b>	Métodos matemáticos y computacionales en cosmología, astrofísica y física de partículas	6	obligatorio
<b>Módulo Trabajo Fin de Máster</b>			
<b>Trabajo Fin de Máster</b>	Trabajo Fin de Máster	18	obligatorio
<b>Módulo prácticas externas</b>			
<b>Prácticas externas</b>	Prácticas externas y actividades complementarias	12	obligatorio
<b>Módulo optativo</b>			
<b>Cosmología y relatividad</b>	Cosmología I: el universo temprano	6	optativo
	Cosmología II: formación de estructuras en el universo	6	optativo
	Relatividad general y ondas gravitacionales	6	optativo
<b>Astrofísica</b>	Astrofísica observacional	6	optativo
	Astrofísica estelar	6	optativo
	Astrofísica extragaláctica	6	optativo
<b>Física de partículas</b>	Teoría cuántica de campos	6	optativo
	Electrodinámica: interacción de radiación y materia	6	optativo
	Teoría y fenomenología del Modelo Estándar de física de partículas	6	optativo
	Física de partículas más allá del Modelo Estándar	6	optativo
<b>Física de astropartículas</b>	Física de astropartículas I: rayos gamma, neutrinos y rayos cósmicos	6	optativo
	Física de astropartículas II: el universo oscuro	6	optativo
<b>Técnicas instrumentales</b>	Técnicas de bajo fondo radiactivo	6	optativo
	Física e ingeniería de detectores de partículas	6	optativo
	Instrumentación avanzada para experimentos de astronomía y física de partículas	6	optativo

Además, según la normativa mencionada, los estudiantes podréis solicitar a la comisión de Garantía de Calidad del máster, una autorización para realizar 1 ò 2 asignaturas de otro máster no incluidas en este plan de estudios. Para ello deberá obtener la autorización de las comisiones de Garantía de la Calidad de los másteres universitarios implicados. En caso de denegación, ésta deberá estar motivada y el estudiante podrá recurrirla ante la Comisión de estudios de Posgrado (CEP).

Las asignaturas obligatorias tienen como objetivo proporcionar al estudiante un conjunto de conocimientos y herramientas imprescindibles para acercarse al campo de investigación en las líneas propuestas por el Máster. Las asignaturas optativas permiten al estudiante introducirse en campos de investigación punteros en la actualidad de la mano de expertos de reconocido prestigio en áreas como gravitación, cosmología, materia y energía oscura, neutrinos, fenomenología del modelo estándar, formación y evolución de galaxias, física estelar, astrofísica observacional, instrumentación, etc. Tanto el Trabajo Fin de Máster como las prácticas externas y otras actividades implican una inmersión real en la investigación.

Los 60 ECTS correspondientes a asignaturas se impartirán en un primer curso de septiembre a junio, distribuyéndose en dos semestres. El primer semestre del segundo curso académico se reserva para la realización de estancias en la asignatura de *Prácticas externas* y el Trabajo Fin de Máster.

Las asignaturas obligatorias tendrán un carácter anual, para facilitar su distribución temporal adecuándose a la disponibilidad docente del profesorado y de expertos, en el caso de la de *Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas* o para facilitar la organización del tiempo de los estudiantes en el proyecto guiado que es necesario realizar en la asignatura de *Métodos matemáticos y computacionales*. Por su parte, las asignaturas optativas son de carácter semestral y la Comisión de Garantía de la Calidad será la encargada de asignar el semestre de impartición en cada curso académico, en función de cómo evolucione el mapa de optatividad y la disponibilidad docente del profesorado.

El programa de estancias en prácticas externas es una de las fortalezas del Máster y su importancia se recoge en la propia estructura del título: a) asignando 12 ECTS obligatorios a prácticas externas, y b) adaptando la distribución temporal de las asignaturas. Los 12 ECTS de prácticas externas obligatorias (unas 300 horas, 8 semanas a tiempo completo) junto con los 18 ECTS del TFM (unas 12 semanas a tiempo completo) implican unos 5 meses de inmersión en un entorno real de trabajo en el que se inicia de forma efectiva la carrera

profesional como tecnólogo o investigador.

El Real Decreto 592/2014, de 11 de julio [BOE de 30 de julio de 2011] regula las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios. La resolución del 6 de julio de 2017 del Rector de la UZ sobre prácticas externas <http://www.unizar.es/universa/wp-content/uploads/2014/05/20170706-ResolRector-Practicas-Externas.pdf>, aprueba las directrices y procedimientos de las prácticas académicas externas y ofrece el servicio de orientación y empleo [UNIVERSA], para incentivar y gestionar dichas prácticas y colaborar con los centros que así lo soliciten. Así, siguiendo estas directrices, la Comisión de Garantía de la Calidad del Máster ofertará un programa amplio de actividades complementarias y prácticas externas en colaboración con centros e instituciones docentes y de investigación. Contará de forma preferente con la colaboración de los diferentes departamentos e institutos de la Universidad de Zaragoza, el Laboratorio subterráneo de Canfranc (LSC), el Centro de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA), el Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual (CCBPP), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Institut Laue von Langevin (ILL), L'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (IRFU), los centros del CSIC o empresas de instrumentación como TECNASA, Hamamatsu o ATI systems.

El Trabajo Fin de Máster supone la realización de un trabajo de investigación personal, dirigido y tutorizado, pero donde el responsable es el estudiante. Debe ser capaz de enfrentarse a la resolución de un problema dentro de la línea de investigación elegida con cierta autonomía e independencia, dentro de un equipo de trabajo. El trabajo fin de máster (TFM) consistirá en la realización de una memoria o proyecto en que se pongan de manifiesto los conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes adquiridos por el estudiante a lo largo de la titulación. El TFM constituirá una labor autónoma y personal del estudiante, aunque se fomentará que se puedan desarrollar también integrados en un grupo. Según normativa, sólo podrá ser presentado cuando se hayan superado todos los créditos contemplados en el plan de estudios (Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno de la Universidad, por el que se aprueba el Reglamento de los trabajos de fin de grado y de fin de máster en la Universidad de Zaragoza, <https://zaguan.unizar.es/record/30627/files/BOUZ-2015-002.pdf>). La defensa ha de ser pública e individual.

Los TFM contarán con un director, al menos, que tutele y supervise la labor del estudiante. El director o alguno de los codirectores deberán pertenecer a la plantilla de personal docente de la Universidad de Zaragoza y a una de las áreas de conocimiento vinculadas con la titulación, o deberán formar parte de la plantilla de personal investigador de la Universidad de Zaragoza o de Centros Mixtos. La Comisión de Garantía de Calidad de la titulación podrá excepcionar alguna de estas condiciones a profesionales reconocidos emitiendo un informe razonado favorable. También podrán dirigir TFM otros profesionales doctores, siempre que sean avalados por un profesor o investigador de la Universidad de Zaragoza y que asuma las labores de ponente, garantizando la adecuación y la calidad del trabajo presentado. En todo caso, el número de codirectores, incluido en su caso el ponente, no podrá ser superior a tres.

Será la Comisión de Garantía de la calidad del Título la encargada de que exista una oferta de Trabajos Fin de Máster amplia entre la que los estudiantes podrán elegir de acuerdo con sus preferencias. La Comisión tendrá potestad para aceptar o rechazar propuestas, asignar tutor o tutores y aceptar o rechazar acuerdos de tutela. También será responsabilidad de la Comisión el reparto de la carga docente de tutela entre el profesorado del Máster.

### ***B) Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida***

La movilidad de estudiantes se regirá por lo dispuesto en el Reglamento de oferta, modificación y supresión de másteres universitarios de la Universidad de Zaragoza ([https://zaguan.unizar.es/record/71078/files/Reglamento\\_2018.pdf](https://zaguan.unizar.es/record/71078/files/Reglamento_2018.pdf)) del 27 de junio de 2018.

#### **Artículo 29.- Movilidad de estudiantes y profesores**

1. Los estudiantes de máster universitario podrán participar en programas de movilidad según se recoge en el Estatuto del Estudiante Universitario. Para ello se establecerán los correspondientes convenios.
2. La participación de los estudiantes de máster universitario en programas o convenios que conlleven movilidad quedará reflejada en sus expedientes académicos.
3. El reconocimiento académico de las actividades realizadas por los estudiantes en el marco de programas de movilidad se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en el Reglamento sobre reconocimiento y transferencia de créditos de la Universidad de Zaragoza, la normativa de movilidad nacional que establece el Ministerio, así como el Reglamento de movilidad internacional de estudiantes aprobado por Acuerdo del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza de 28 de septiembre de 2015.
4. Los estudiantes de la Universidad de Zaragoza que cursen determinadas asignaturas del máster universitario en otra universidad, en el marco de un convenio o de un programa de movilidad, deberán estar matriculados de las asignaturas objeto de reconocimiento en la Universidad de Zaragoza.  
Todos los estudiantes que participen en programas de movilidad (entrantes y salientes) deberán cumplir los contratos de estudios previamente firmados.
5. Con anterioridad al inicio del curso académico se establecerá la capacidad de la Universidad para acoger a los estudiantes procedentes de un intercambio en las distintas asignaturas de un máster universitario y en ningún caso podrá superarse la capacidad ofertada.

6. En el caso del profesorado que, en el marco de un máster universitario conjunto con la Universidad de Zaragoza, deba llevar a cabo determinadas actividades en otra universidad, éstas quedarán reflejadas en su actividad docente en la Universidad de Zaragoza, siempre y cuando así se contemple en el correspondiente convenio de colaboración del máster universitario.
7. En este caso, el rector concederá la correspondiente comisión de servicios. En todo caso, deberá respetarse lo establecido en este mismo reglamento para estos másteres universitarios conjuntos.

El Vicerrectorado de Relaciones Internacionales de la Universidad de Zaragoza coordina todas las iniciativas de cooperación y colaboración internacional en el ámbito de la investigación, la educación y la formación y centraliza todas las iniciativas relativas al establecimiento de relaciones de la Universidad de Zaragoza con otras instituciones extranjeras de docencia e investigación.

La Facultad de Ciencias dispone de una Oficina de Relaciones Internacionales (ORI) con un puesto de personal administrativo específico donde se asesora y orienta a los estudiantes en todo lo que necesiten. Esta oficina es la que se encarga de tramitar los aspectos administrativos de los acuerdos y también de proporcionar información y asesorar a los coordinadores y a los profesores que estén interesados en participar. En la página <https://ciencias.unizar.es/movilidad-internacional> puede obtener información sobre los programas de movilidad de la facultad. En estos momentos en la Facultad de Ciencias existen más de 20 convenios ERASMUS con universidades europeas para la movilidad en máster de física, tanto de estudiantes como de profesores. De entre estos convenios, 9 universidades tienen Títulos de Máster con menciones o itinerarios en la temática del Título: Sergey-Pontoise, Grenoble, Estrasburgo o Paris-Sud en Francia, Coimbra en Portugal, Napoli, Roma Tre y Torino, en Italia, y Gotemburgo en Suecia. Además con la Universidad de Sergey-Pontoise existe un convenio de doble titulación en el Máster de Física y Tecnologías Físicas que facilitaría la firma de un convenio similar con el Máster U de Física del Universo.

La FEUZ se ocupará de gestionar la movilidad de los estudiantes de Zaragoza para la realización de las prácticas externas en el extranjero <https://www.feuz.es/servicios/practicas-formativas/estudiantes-y-egresados/practicas-internacionales/> en el marco de programas concretos que le dan soporte y financiación, como es el programa ERASMUS+. Nuestros estudiantes, como graduados, podrían beneficiarse del programa “Universtage” de prácticas internacionales para titulados que UNIVERSA gestiona gracias al convenio de colaboración firmado entre el Gobierno de Aragón (Instituto Aragonés de Empleo) y la Universidad de Zaragoza. Además se buscará la colaboración de otras instituciones públicas y privadas (Gobierno de Aragón, IberCaja, Banco Santander, Fundación Carolina, etc) para la financiación de esas prácticas. También los grupos de investigación reconocidos por el Gobierno de Aragón y promotores de este programa de Máster han expresado su voluntad de financiar parcialmente estas estancias. Existen convenios de colaboración docente con el *Institute Laue von Langevin* (Francia) y el *Gran Sasso Scienc Institute* (GSSI). Es posible realizar estancias en el CERN incorporándose dentro de un grupo de investigación que trabaje en el CERN o dentro de su programa Traineeship (<https://jobs.smartrecruiters.com/CERN/743999669564258-short-term-internship>). Debido a dificultades legales, se está todavía trabajando en convenios con el *Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers* (IRFU) en Francia, *Deutsches Elektronen Synchrotron* (DESY) y el *Max-Planck-Institut für Physik* (MPP) en Alemania, la *Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati* (SISSA) en Italia y el *Lawrence Livermore National Laboratory* (LLNL) en Estados Unidos.

Respecto a la aceptación de estudiantes extranjeros, en los últimos años, el grupo de unizar ha acogido a 15 estudiantes procedentes de diferentes países europeos en el marco del programa Erasmus prácticas.

Dentro de la titulación de Máster U. en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas, se contempla la creación de la figura de Coordinador de prácticas y movilidad, que, además de coordinar la asignatura de prácticas externas y actividades complementarias, se encargará de gestionar el acuerdo de aprendizaje que implica cualquier movilidad, acoger a los estudiantes extranjeros de movilidad, buscar nuevos convenios de colaboración y mantener un contacto permanente con el Vicerrectorado de Relaciones Internacionales de la Unizar, la Oficina de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias, UNIVERSA y la FEUZ.

### C) Procedimientos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios

Se rigen por la *Resolución de 2 de mayo de 2017, del Rector de la Universidad de Zaragoza, por la que se aprueba el texto refundido del Reglamento de la Organización y Gestión de la calidad de los estudios de grado y de máster universitario* ([https://zaguan.unizar.es/record/48144/files/Texto\\_refundido.pdf](https://zaguan.unizar.es/record/48144/files/Texto_refundido.pdf))

Los agentes del sistema interno de gestión de la calidad de la titulación Máster U. en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas y sus funciones son:

- a) La Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación  
Es responsable de ejercer el control y garantizar de calidad de una titulación. Esta Comisión de Garantía de Calidad depende a todos los efectos de la Junta de Facultad, que establecerá su composición, procedimiento de nombramiento y renovación, normas y criterios de funcionamiento y nombrará y cesará sus miembros.  
Esta Comisión tiene como misión ejercer de forma efectiva la responsabilidad de la calidad de la titulación en todos sus aspectos de planificación, organización, docencia y evaluación, así como de la garantía de la adecuación de las acciones

de su coordinador o coordinadores y de la aprobación de las propuestas de modificación y mejora.

- b) **Coordinador de Titulación**  
Asume la responsabilidad de la gestión, coordinación y mejora de las enseñanzas del título, con el fin de asegurar la aplicación más adecuada de lo dispuesto en la Memoria de Verificación. Es así mismo el garante de la ejecución de los procesos de evaluación y mejora continua previstos en su Sistema Interno de Gestión de Calidad.
- c) **Comisión Técnica de Evaluación**  
Tiene como objeto realizar la evaluación anual de la titulación para su consideración por el Coordinador y por la Comisión de Garantía de la Calidad a efectos de las correspondientes propuestas de modificación y mejora del título. En el caso de titulaciones impartidas de forma simultánea en varios centros, existirá una Comisión de Evaluación por cada uno de los centros que las impartan.

Además de estos agentes, se proponen otros mecanismos internos de coordinación y figuras de coordinador que son imprescindibles en las asignaturas obligatorias, que implican un gran número de profesores y alumnos, y necesarias en las optativas. Los coordinadores de cada asignatura se encargarán de elaborar el calendario de actividades formativas, convocar reuniones periódicas con profesores y alumnos, armonizar la evaluación, identificar problemas internos de la asignatura y plantear posibles soluciones, y dar apoyo al coordinador de la titulación.

De especial relevancia será la figura de coordinador de prácticas y movilidad, quien, como se ha mencionado en el apartado anterior, será el encargado de la gestión de prácticas externas y de todos los asuntos relacionados con la movilidad de estudiantes y profesores.

## 5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS

- A01 – Participación y asistencia a lecciones magistrales
- A02 – Participación y asistencia a seminarios impartidos por expertos.
- A03 – Análisis de casos, puesta en común y debate sobre los contenidos de la asignatura
- A04 – Profundización en temas relacionados con los contenidos del título.
- A05 – Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura.
- A06 – Realización de prácticas de laboratorio.
- A07 – Realización de prácticas de computación.
- A08 – Realización de prácticas observacionales.
- A09 – Visitas a laboratorios, observatorios y centros de investigación.
- A10 – Desarrollo de proyectos guiados.
- A11 – Realización y presentación escrita de trabajos.
- A12 – Realización y presentación oral de trabajos.
- A13 – Elaboración de informes de prácticas.
- A14 – Tutorías de forma presencial o telemática.
- A15 – Estudio individual.
- A16 – Pruebas de evaluación escrita u oral.
- A17 – Actividades de divulgación.
- A18 – Debates en foro de discusión.
- A19 – Elaboración de memorias de actividades.

## 5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES

- M01 – Clases magistrales participativas.
- M02 – Aprendizaje basado en problemas.
- M03 – Resolución de casos.
- M04 – Prácticas en el laboratorio.
- M05 – Prácticas computacionales.
- M06 – Prácticas observacionales.
- M07 – Visitas a laboratorios, observatorios y centros de investigación.
- M08 – Exposiciones orales de trabajos.
- M09 – Trabajos escritos.
- M10 – Informes de prácticas.
- M11 – Seminarios participativos.

- M12 – Tutorías.
- M13 – Trabajo en pequeños grupos.
- M14 – Trabajo y estudio personal.
- M15 – Seguimiento personalizado por parte del tutor/director del TFM.
- M16 – Uso de portfolio de tareas y actividades.
- M17 – Pruebas de evaluación.

#### **5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN**

- E01 – Valoración de informes y trabajos escritos.
- E02 – Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades.
- E03 – Valoración de exposiciones orales de trabajos.
- E04 – Informe-evaluación de los tutores de prácticas externas.
- E05 – Valoración de las pruebas de evaluación.
- E06 – Evaluación del trabajo en el laboratorio.
- E07 – Evaluación del trabajo computacional.
- E08 – Evaluación del trabajo realizado en el observatorio.
- E09 – Valoración de la participación en debates o foro de discusión.
- E10 – Valoración de la participación en actividades de divulgación.
- E11 – Valoración del portfolio realizado en prácticas externas y actividades complementarias.
- E12 – Valoración de memorias de actividades.
- E13 – Memoria escrita del Trabajo Fin de Máster.
- E14 – Defensa del Trabajo Fin de Máster.
- E15 – Examen final.

El sistema de evaluación diseñado para todas las asignaturas se corresponde con procedimientos de evaluación continua. No obstante, en cada una de las asignaturas existirá una prueba global de evaluación a la que tendrán derecho todos los estudiantes, y que quedará fijada en el calendario académico.

La normativa en relación con la evaluación continua y la evaluación global está recogida en el Acuerdo de 22 de diciembre de 2010, del Consejo de Gobierno de la Universidad, por el que se aprueba el Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje, <https://zaguan.unizar.es/record/30538?ln=es>. Estos puntos sobre la evaluación global no se mencionan en las fichas de las materias por tener un carácter general:

Art. 9. Diseño de las pruebas para la primera convocatoria de cada curso académico.

1. En cada asignatura existirá obligatoriamente una prueba global de evaluación, a la que tendrán derecho todos los estudiantes, y que quedará fijada en el calendario académico.
2. En cada asignatura se podrá diseñar un sistema de evaluación continua, sin perjuicio de lo indicado en las memorias de verificación de la titulación, y que estará recogida en la guía docente. Cuando la calificación obtenida por este procedimiento se refiera al total de la asignatura, deberá dar la posibilidad al estudiante de superar la asignatura con la máxima calificación.
3. El estudiante que no opte por la evaluación continua o que no supere la asignatura por este procedimiento o que quisiera mejorar su calificación, tendrá derecho a presentarse a la prueba global, prevaleciendo, en cualquier caso, la mejor de las calificaciones obtenidas.

Art. 10. Pruebas para la segunda convocatoria de cada curso académico.

La segunda convocatoria de evaluación, a la que tendrán derecho todos los estudiantes que no hayan superado la asignatura, se llevará a cabo mediante una prueba global realizada en el periodo establecido al efecto por el Consejo de Gobierno en el calendario académico.

**5.5 MÓDULOS, MATERIAS, ASIGNATURAS**

<b>MÓDULO</b>		<b>Obligatorio</b>		
<b>MATERIA</b>		Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas		
<b>Créditos ECTS</b>	6	<b>Carácter</b>	Obligatorio	
<b>ASIGNATURA</b>		<b>ECTS</b>	<b>Anual/Semestral</b>	<b>Curso/semestre</b>
Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas		<b>6</b>	<b>Anual</b>	<b>1</b>
<b>LENGUAS DE IMPARTICIÓN</b>				
Castellano /Inglés				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las líneas de investigación puntera en Cosmología, astrofísica, física de partículas y astropartículas.</li> <li>• Conocer los grandes centros e instalaciones donde se desarrolla este tipo de investigación</li> <li>• Profundizar en la evolución del universo.</li> <li>• Profundizar en el Modelo Estándar de física de partículas, extensiones y teorías más allá de este modelo.</li> <li>• Profundizar en Cosmología y gravitación</li> <li>• Profundizar en materia y energía oscura</li> <li>• Profundizar en multimensajeros cósmicos</li> <li>• Tener contacto y poder debatir con expertos en este tipo de investigaciones.</li> <li>• Tener una visión general de las diferentes metodologías de investigación utilizadas</li> <li>• Iniciarse en la divulgación en temas relacionados con el título</li> </ul>				
<b>CONTENIDOS</b>				
<p>Seis temas, que pueden variar, atendiendo al estado de las investigaciones. Algunos ejemplos actuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolución del Universo</li> <li>• Agujeros negros y ondas Gravitacionales</li> <li>• Exoplanetas y exotierras</li> <li>• Técnicas de simulación en Astrofísica</li> <li>• Test del Modelo Estándar y más allá en grandes aceleradores</li> <li>• Detección de Materia Oscura</li> <li>• Multimensajeros cósmicos</li> <li>• La masa del neutrino</li> <li>• Física de partículas en el retículo</li> <li>• Grandes instalaciones para la física de partículas y la astrofísica</li> </ul>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<p>La asignatura ha sido concebida para dar una visión general de las fronteras de la investigación en temas de Cosmología, Astrofísica y Física de Partículas. El formato de la asignatura será una serie de temas impartidos por diferentes profesores que ofrecerán una visión actual de la investigación en Cosmología, Astrofísica y Física de Partículas. Se contará además con seminarios impartidos por investigadores de centros nacionales o extranjeros que aportarán su experiencia y con los que se podrá debatir de forma presencial o través de un foro.</p> <p>Por otra parte, los estudiantes deberán profundizar mediante un proyecto guiado en un tema de su elección.</p> <p>La asignatura incluye también una estancia corta tanto en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) como en el Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA) para la participación en actividades de investigación.</p> <p>La asignatura contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.</p> <p>La asignatura contará con recursos TIC para el desarrollo de las actividades formativas.</p>				
<b>COMPETENCIAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):</b>				
<b>Básicas y Generales</b>				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio				
CB8 - 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				
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades				
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.				

CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología.		
CG02 – Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido.		
CG03 –Que sean capaces de redactar con rigor todo tipo de documentos científicos y técnicos.		
CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.		
CG06 –Que adquieran habilidades en el uso de técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) para expresar, comunicar y difundir ideas y resultados.		
<b>Transversales</b>		
CT01 - Desarrollar habilidades en la búsqueda y gestión de información: utilización correcta de la bibliografía, publicaciones y bases de datos, uso adecuado de nuevas tecnologías, etc.		
CT03 - Ser capaces de desarrollar su actividad profesional con responsabilidad social, siguiendo principios de carácter universal que se basan en el valor de la persona, los derechos fundamentales, la igualdad de oportunidades y los valores propios de una cultura de la paz y de valores democráticos.		
<b>Específicas</b>		
CE01 – Que sean capaces de iniciar una Tesis Doctoral en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas		
CE07 –Que sean capaces de profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.		
<b>ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):</b>		
<b>Actividad formativa</b>	<b>Nº Horas</b>	<b>% Presencialidad</b>
A01 - Participación y asistencia a lecciones magistrales	24	100
A02 - Participación y asistencia a seminarios impartidos por expertos.	6	100
A04 - Profundización en temas relacionados con los contenidos del título.	24	0
A09- Visitas a laboratorios, observatorios y centros de investigación	24	100
A10- Desarrollo de proyectos guiados	10	80
A14- Tutorías de forma presencial o telemática	4	80
A15- Estudio individual	36	0
A16- Pruebas de evaluación escrita u oral	6	100
A17- Actividades de divulgación	6	100
A18- Debates en foro de discusión.	10	0
<b>METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):</b>		
M01 –Clases magistrales participativas		
M07- Visitas a laboratorios, observatorios y centros de investigación		
M08- Exposiciones orales de trabajos		
M09 -Trabajos escritos		
M11- Seminarios participativos		
M12-Tutorías		
M14- Trabajo y estudio personal		
M17- Pruebas de evaluación		
<b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):</b>		
<b>Sistema de evaluación</b>	<b>Ponderación mínima</b>	<b>Ponderación máxima</b>
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	20%	40%
E03 –Valoración de exposiciones orales de trabajos	10%	30%
E05- Valoración de las pruebas de evaluación	30%	40%
E09-Valoración de la participación en debates o foro de discusión.	5%	10%
E10- Valoración de la participación en actividades de divulgación.	0%	10%

<b>MÓDULO</b>		<b>Obligatorio</b>		
<b>MATERIA</b>		Métodos matemáticos y computacionales en cosmología, astrofísica y física de partículas		
<b>Créditos ECTS</b>	6	<b>Carácter</b>	Obligatorio	
<b>ASIGNATURA</b>		<b>ECTS</b>	<b>Anual/Semestral</b>	<b>Curso/semestre</b>
Métodos matemáticos y computacionales en cosmología, astrofísica y física de partículas		6	Anual	1
<b>LENGUAS DE IMPARTICIÓN</b>				
Castellano /Inglés				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Profundizar en los métodos numéricos y de análisis de datos de utilidad en Cosmología, astrofísica, física de partículas y astropartículas.</li> <li>Conocer los conceptos básicos de geometría diferencial, análisis tensorial y grupos y álgebras de Lie de especial importancia en cosmología, relatividad general y física de partículas.</li> <li>Conocer y utilizar diferentes aplicaciones informáticas que permitan desarrollar proyectos para modelizar, analizar y procesar datos en el ámbito del título.</li> <li>Conocer y utilizar bases de datos con información y herramientas para astronomía y física de partículas</li> <li>Conocer los conceptos fundamentales de probabilidad y estadística aplicados a los campos de la física de partículas, astrofísica y cosmología.</li> </ul>				
<b>CONTENIDOS</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Métodos numéricos: interpolación, integración, ecuaciones diferenciales, problemas de N-cuerpos, etc.</li> <li>Métodos geométricos en física: fundamentos de geometría diferencial, análisis tensorial, grupos y álgebras de Lie y algunas de sus aplicaciones en física.</li> <li>Lenguajes de programación.</li> <li>Técnicas y aplicaciones informáticas de simulación en física de partículas.</li> <li>Técnicas y aplicaciones informáticas de simulación en astronomía.</li> <li>Bases de datos: reacciones de interés en astrofísica y física de partículas, radioactividad, etc.</li> <li>Bases de datos: el observatorio virtual.</li> <li>Estadística básica y análisis de datos.</li> <li>Tests estadísticos y sensibilidad de detección</li> <li>Aplicaciones informáticas para el desarrollo de aplicaciones de análisis de datos científicos.</li> <li>Procesado y análisis de datos astronómicos.</li> <li>Procesado y análisis de datos en física de partículas.</li> </ul>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<p>La materia proporcionará a los estudiantes herramientas matemáticas y computacionales básicas. El objetivo final es la realización de un proyecto guiado individualizado para cada estudiante en el que se desarrollen todas las competencias de la asignatura.</p> <p>La materia contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.</p> <p>La materia contará con recursos TIC de apoyo para la realización de las actividades formativas</p>				
<b>COMPETENCIAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):</b>				
<b>Básicas y Generales</b>				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio				
CB8 - 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				
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades				
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.				
CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología.				
CG04 –Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos.				
CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.				

<b>Transversales</b>		
CT01 - Que aprendan a buscar y gestionar información: recursos bibliográficos, bases de datos y otros recursos digitales		
CT02 – Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, participar en debates,... colaborando de forma activa en objetivos comunes.		
CT03 - Ser capaces de desarrollar su actividad profesional con responsabilidad social, siguiendo principios de carácter universal que se basan en el valor de la persona, los derechos fundamentales, la igualdad de oportunidades y los valores propios de una cultura de la paz y de valores democráticos.		
<b>Específicas</b>		
CE03 –Que aprendan a utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos.		
CE04 – Que sepan analizar, tratar e interpretar datos experimentales.		
CE05 – Que sean capaces de enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título.		
CE07 – Que sean capaces de desarrollar y trabajar de forma colaborativa en proyectos de software.		
<b>ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):</b>		
<b>Actividad formativa</b>	<b>Nº Horas</b>	<b>% Presencialidad</b>
A01– Participación y asistencia a lecciones magistrales	30	100
A05– Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura	15	80
A07– Realización de prácticas de computación	15	100
A10 – Desarrollo de proyectos guiados	40	80
A11– Realización y presentación escrita de trabajos	10	0
A13 – Elaboración de informes de prácticas.	5	0
A15 – Tutorías de forma presencial o telemática	10	80
A16 – Estudio individual	25	0
<b>METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):</b>		
M01 – Clases magistrales participativas		
M02 –Aprendizaje basado en problemas		
M03 –Resolución de casos		
M05- Prácticas computacionales		
M09 -Trabajos escritos		
M10- Elaboración de informes		
M12 –Tutorías		
M13- Trabajo en pequeños grupos		
M14- Trabajo y estudio personal		
<b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):</b>		
<b>Sistema de evaluación</b>	<b>Ponderación mínima</b>	<b>Ponderación máxima</b>
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	20%	40%
E02 – Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades	10%	30%
E07- Evaluación del trabajo computacional.	30%	60%

<b>MÓDULO</b>		<b>Trabajo fin de Máster</b>		
<b>MATERIA</b>		Trabajo fin de Máster		
<b>Créditos ECTS</b>	18	<b>Carácter</b>	Obligatorio	
<b>ASIGNATURA</b>		<b>ECTS</b>	<b>Anual/Semestral</b>	<b>Curso/semestre</b>
Trabajo fin de Máster		<b>18</b>	<b>Semestral</b>	<b>2/1</b>
<b>LENGUAS DE IMPARTICIÓN</b>				
Castellano /Inglés				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de un trabajo de investigación original.</li> <li>• Redacción de un documentos científico sobre un trabajo de investigación.</li> <li>• Defensa de un trabajo científico ante un comité de expertos.</li> </ul>				
<b>CONTENIDOS</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciación a la investigación en las líneas propuestas en el título.</li> <li>• Realización de un trabajo original entre los ofertados en el ámbito de la cosmología, la astrofísica, la astronomía, la física de partículas o la física de astropartículas.</li> </ul>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<p>La oferta de temas para los Trabajos Fin de Máster deberá estar aprobada por la Comisión de Garantía de la Calidad del Máster. El trabajo deberá ser realizado de forma individual y autónoma, dirigido por un tutor/ra e integrado dentro de un grupo de investigación.</p> <p>La evaluación consistirá en un informe final y en su defensa pública ante un tribunal que podrá debatir con el/la estudiante sobre el trabajo presentado.</p> <p>La asignatura contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.</p> <p>La asignatura contará con recursos TIC de apoyo para la realización de las actividades formativas.</p>				
<b>COMPETENCIAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):</b>				
<b>Básicas y Generales</b>				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio				
CB8 - 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				
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades				
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.				
CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología.				
CG02 – Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido.				
CG03 –Que sean capaces de redactar con rigor todo tipo de documentos científicos y técnicos.				
CG04 – Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos.				
CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.				
CG06 –Que adquieran habilidades en el uso de técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) para expresar, comunicar y difundir ideas y resultados.				
<b>Transversales</b>				
CT01 - Desarrollar habilidades en la búsqueda y gestión de información: utilización correcta de la bibliografía, publicaciones y bases de datos, uso adecuado de nuevas tecnologías, etc.				
CT02 – Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, participar en debates,... colaborando de forma activa en objetivos comunes.				

CT03 - Ser capaces de desarrollar su actividad profesional con responsabilidad social, siguiendo principios de carácter universal que se basan en el valor de la persona, los derechos fundamentales, la igualdad de oportunidades y los valores propios de una cultura de la paz y de valores democráticos.

**Específicas**

CE01 – Que sean capaces de iniciar una Tesis Doctoral en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas

CE02 – Que sean capaces de integrarse como investigadores o técnicos cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

CE03 – Que aprendan a utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos.

CE04 –Que sepan analizar, tratar e interpretar datos experimentales.

CE05 –Que sean capaces de enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título.

CE06- Que aprendan a manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de Título.

CE08 –Que sean capaces de profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):**

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
A04 - Profundización en temas relacionados con los contenidos del título.	50	0
A10- Desarrollo de proyectos guiados	300	80
A11- Realización y presentación escrita de trabajos	40	0
A12- Realización y presentación oral de trabajo	20	10
A14- Tutorías de forma presencial o telemática	40	80

**METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):**

M08- Exposiciones orales de trabajos

M09 -Trabajos escritos

M12-Tutorías

M14- Trabajo y estudio personal

M15- Seguimiento personalizado por parte del tutor/director del TFM

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):**

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	30%	70%
E03 –Valoración de exposiciones orales de trabajos	30%	70%

<b>MÓDULO</b>		<b>Prácticas externas</b>		
<b>MATERIA</b>		Prácticas externas y actividades complementarias		
<b>Créditos ECTS</b>	12	<b>Carácter</b>	Obligatorio	
<b>ASIGNATURA</b>		<b>ECTS</b>	<b>Anual/Semestral</b>	<b>Curso/semestre</b>
Prácticas externas y actividades complementarias		12	Semestral	2/1
<b>LENGUAS DE IMPARTICIÓN</b>				
Castellano /Inglés				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptarse al trabajo en un entorno real de investigación.</li> <li>• Cumplir con los objetivos y resultados propuestos por el tutor</li> <li>• Redactar un informe sobre las actividades y/o prácticas.</li> <li>• Participar en actividades propias de un investigador.</li> </ul>				
<b>CONTENIDOS</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades complementarias: escuelas, congresos, divulgación, y otras.</li> <li>• Realización de prácticas externas tuteladas en centros colaboradores.</li> </ul>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<p>Las actividades complementarias y las prácticas deberán estar aprobadas por la Comisión de Garantía de la Calidad del Máster y estarán coordinadas y supervisadas por el Coordinador de prácticas externas.</p> <p>Las actividades complementarias no pueden suponer más de 4 ECTS.</p> <p>Una vez asignada la práctica, el estudiante, la Universidad de Zaragoza y el centro colaborador deberán formalizar un contrato de prácticas.</p> <p><u>Evaluación de las prácticas externas y actividades complementarias</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En las prácticas externas el tutor de la universidad y el del centro colaborador son los encargados de supervisar el trabajo y valorar el aprendizaje. Emitirán sendos informes que serán considerados en la evaluación.</li> <li>2. El alumno deberá elaborar un portafolio con las actividades y un informe final tanto en actividades complementarias como en las prácticas externas.</li> </ol> <p>La calificación será responsabilidad del coordinador de la asignatura en vista a los informes y a la documentación aportada por el estudiante.</p> <p>La asignatura contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.</p>				
<b>COMPETENCIAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):</b>				
<b>Básicas y Generales</b>				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio				
CB8 - 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				
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades				
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.				
CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología.				
CG02 – Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido.				
CG03 –Que sean capaces de redactar con rigor todo tipo de documentos científicos y técnicos.				
CG04 – Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos				
CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.				
<b>Transversales</b>				
CT02 – Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, participar en debates,... colaborando de forma activa en objetivos comunes.				

CT03 - Ser capaces de desarrollar su actividad profesional con responsabilidad social, siguiendo principios de carácter universal que se basan en el valor de la persona, los derechos fundamentales, la igualdad de oportunidades y los valores propios de una cultura de la paz y de valores democráticos.

**Específicas**

CE02 – Que sean capaces de integrarse como investigadores o técnicos cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

CE08 –Que sean capaces de profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):**

Actividad formativa	Nº Horas	% Presencialidad
A10- Desarrollo de proyectos guiados	220	80
A15- Tutorías de forma presencial o telemática	40	80
A19- Elaboración de memorias de actividades	40	0

**METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):**

M09 -Trabajos escritos
M10- Informes de prácticas
M12-Tutorías
M16- Uso de portafolio de tareas y actividades

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):**

Sistema de evaluación	Ponderación mínima	Ponderación máxima
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	20%	80%
E04- Informe-evaluación de los tutores de prácticas externas	30%	60%
E11-Valoración del portafolio realizado en prácticas externas y actividades complementarias	10%	40%

<b>MÓDULO</b>		<b>Optativas</b>		
<b>MATERIA</b>		Cosmología		
<b>Créditos ECTS</b>	18	<b>Carácter</b>	Optativa	
<b>ASIGNATURA</b>	<b>ECTS</b>	<b>Anual/Semestral</b>	<b>Curso/semestre</b>	
Asignatura 1 Relatividad General y ondas gravitacionales	6	Semestral	1/2	
Asignatura 2 Cosmología I: el Universo temprano	6	Semestral	1/1	
Asignatura 3 Cosmología II: Formación de estructuras en el Universo	6	Semestral	1/2	
<b>LENGUAS DE IMPARTICIÓN</b>				
Castellano/Inglés				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender las ecuaciones de Einstein para el campo gravitatorio y resolverlas para casos sencillos.</li> <li>Entender el principio cosmológico y sus consecuencias, y manejar el modelo cosmológico estándar.</li> <li>Comprender la producción del fondo cósmico de microondas y su importancia en cosmología.</li> <li>Obtener una visión global de la evolución del Universo.</li> <li>Comprender los problemas que tiene el modelo cosmológico estándar y sus posibles soluciones, en especial inflación y materia oscura.</li> <li>Comprender el proceso de formación y crecimiento de estructuras en el Universo.</li> <li>Entender las características de las ondas gravitacionales, así como sus mecanismos de producción.</li> </ul>				
<b>CONTENIDOS</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>Ecuaciones de Einstein. El principio cosmológico. Soluciones de Schwarzschild y de Friedman-Lemaître-Robertson-Walker.</li> <li>El modelo cosmológico estándar. La expansión del Universo y su aceleración.</li> <li>El fondo cósmico de microondas.</li> <li>El universo temprano. Historia térmica, nucleosíntesis.</li> <li>Dificultades del modelo cosmológico estándar. Inflación. Materia oscura.</li> <li>Formación y crecimiento de estructuras.</li> <li>Ondas gravitacionales.</li> </ol>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<p>La materia contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.</p> <p>La materia contará con recursos TIC de apoyo para la realización de las actividades formativas.</p>				
<b>COMPETENCIAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):</b>				
<b>Básicas y Generales</b>				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.				
CB8 - 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				
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades				
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.				
CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al a ciencia y la tecnología y los capacite para desarrollar tareas de investigación o nueva tecnología.				
CG02 – Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido.				
CG03 –Que sean capaces de redactar con rigor todo tipo de documentos científicos y técnicos.				
CG04 – Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos.				
CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.				
CG06 –Que adquieran habilidades en el uso de técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) para expresar, comunicar y difundir ideas y resultados.				
<b>Transversales</b>				
CT01 - Que aprendan a buscar y gestionar información: recursos bibliográficos, bases de datos y otros recursos digitales.				
CT02 – Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, participar en debates,... colaborando de forma activa en objetivos comunes.				

<b>Específicas</b>		
CE02 – Que sean capaces de integrarse como investigadores o técnico cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.		
CE04 –Que sepan analizar, tratar e interpretar datos experimentales.		
CE05 –Que sean capaces de enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título.		
CE07 –Que sean capaces de profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas		
<b>ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):</b>		
<b>Actividad formativa</b>	<b>Nº Horas</b>	<b>% Presencialidad</b>
A01 - Participación y asistencia a lecciones magistrales	30x3	100
A03 – Análisis de casos, puesta en común y debate sobre los contenidos de la asignatura	20x3	80
A05- Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura	10x3	80
A11- Realización y presentación escrita de trabajos	20x3	0
A12- Realización y presentación oral de trabajos	10x3	10
A14- Tutorías de forma presencial o telemática	10x3	80
A15- Estudio individual	40x3	0
A16- Pruebas de evaluación escrita u oral	3 x3	100
A18- Debates en foro de discusión	7x3	0
<b>METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):</b>		
M01 –Clases magistrales participativas		
M02 –Aprendizaje basado en problema		
M03 –Resolución de casos		
M08- Exposiciones orales de trabajos		
M09 -Trabajos escritos		
M12-Tutorías		
M13- Trabajo en pequeños grupos		
M14- Trabajo y estudio personal		
M17- Pruebas de evaluación		
<b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):</b>		
<b>Sistema de evaluación</b>	<b>Ponderación mínima</b>	<b>Ponderación máxima</b>
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	20%	40%
E02 – Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades	10%	40%
E03 –Valoración de exposiciones orales de trabajos	10%	20%
E05- Valoración de las pruebas de evaluación	20%	40%
E09-Valoración de la participación en debates o foro de discusión.	5%	10%

<b>MÓDULO</b>		<b>Optativas</b>		
<b>MATERIA</b>		Física de Partículas		
<b>Créditos ECTS</b>	24	<b>Carácter</b>	Optativa	
<b>ASIGNATURA</b>	<b>ECTS</b>	<b>Anual/Semestral</b>	<b>Curso/semestre</b>	
Electrodinámica: interacción de radiación y materia	6	Semestral	1/1	
Teoría Cuántica de Campos	6	Semestral	1/1	
Teoría y fenomenología del Modelo Estándar de física de partículas	6	Semestral	1/1	
Física de partículas más allá del Modelo Estándar	6	Semestral	1/2	
<b>LENGUAS DE IMPARTICIÓN</b>				
Castellano/Inglés				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los fundamentos y las consecuencias prácticas de los aspectos relativistas de la radiación, así como los efectos cuánticos asociados a los fenómenos de dicha radiación.</li> <li>• Ser capaz de analizar los distintos fenómenos físicos que involucran emisión o absorción de radiación electromagnética.</li> <li>• Dominar las técnicas de detección de radiación y las reglas básicas de la interacción de la luz y partículas con la materia.</li> <li>• Manejar la técnica de Diagramas de Feynman y estimar secciones eficaces y anchuras de desintegración para procesos relevantes en el formalismo del Modelo Estándar y sus extensiones.</li> <li>• Analizar la deducción del Modelo Estándar de Física de Partículas a partir de los datos experimentales.</li> <li>• Describir a nivel fenomenológico la situación actual de la Física de Partículas Elementales y su futuro próximo.</li> <li>• Analizar los resultados recientes de aceleradores (principalmente de LHC) y otros experimentos y obtener estimaciones sobre posibles nuevos descubrimientos.</li> <li>• Explorar posibles extensiones del Modelo Estándar y analizar los esfuerzos experimentales en esa dirección.</li> <li>• Conocer el uso de simulaciones numéricas en la interpretación de los resultados experimentales.</li> </ul>				
<b>CONTENIDOS</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electrodinámica relativista</li> <li>2. Teoría clásica de la radiación.</li> <li>3. Mecánica Cuántica Relativista: Ecuaciones de Klein-Gordon y Dirac</li> <li>4. Interacción de radiación con materia.</li> <li>5. Formalismo lagrangiano. Teorías de los campos escalares, espinoriales, campo electromagnético. Simetría gauge.</li> <li>6. Cuantización de campos libres. Cuantización covariante.</li> <li>7. Matrix S. Teoría de Perturbaciones. Diagramas y Reglas de Feynman.</li> <li>8. Observables. Secciones eficaces. Anchuras de desintegración.</li> <li>9. Lagrangiano y Reglas de Feynman en Electrodinámica Cuántica (QED).</li> <li>10. Teoría electrodébil: Interacciones. El origen de la masa de las partículas. Ruptura espontánea de simetría. Mecanismo de Higgs.</li> <li>11. Física del sabor: Familias fermiónicas. Mecanismo de GIM. Matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM).</li> <li>12. Física de neutrinos: Naturaleza, masas, mezcla y oscilaciones.</li> <li>13. Modelo Estándar: Reglas de Feynman. Correcciones cuánticas.</li> <li>14. Física de partículas en aceleradores. El gran colisionador hadrónico (LHC): Física del Higgs y búsqueda de nueva física.</li> <li>15. Extensiones del Modelo Estándar.</li> <li>16. Unificación. Teorías de Gran Unificación.</li> </ol>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
La materia contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.				
La materia contará con recursos TIC de apoyo para el desarrollo de las actividades formativas.				
<b>COMPETENCIAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):</b>				
<b>Básicas y Generales</b>				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio				

CB8 - 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		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo		
CG01 - Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología		
CG02 - Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido		
CG03 - Que sean capaces de redactar con rigor todo tipo de documentos científicos y técnicos.		
CG04 - Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos		
CG05 - Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma		
<b>Transversales</b>		
CT01 - Que aprendan a buscar y gestionar información: recursos bibliográficos, bases de datos y otros recursos digitales.		
CT02 - Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, participar en debates, ... colaborando de forma activa en objetivos comunes		
<b>Específicas</b>		
CE04 - Que sepan analizar, tratar e interpretar datos experimentales		
CE05 - Que sean capaces de enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título		
CE08 - Que sean capaces de profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.		
<b>ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):</b>		
<b>Actividad formativa</b>	<b>Nº Horas</b>	<b>% Presencialidad</b>
A01 - Participación y asistencia a lecciones magistrales	30x4	100
A03 - Análisis de casos, puesta en común y debate sobre los contenidos de la asignatura	20x4	80
A05- Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura	10x4	80
A11- Realización y presentación escrita de trabajos	20x4	0
A12- Realización y presentación oral de trabajos	10x4	10
A14- Tutorías de forma presencial o telemática	10x4	80
A15- Estudio individual	40x4	0
A16- Pruebas de evaluación escrita u oral	3 x4	100
A18- Debates en foro de discusión	7x4	0
<b>METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):</b>		
M01 -Clases magistrales participativas		
M02 -Aprendizaje basado en problema		
M03 -Resolución de casos		
M08- Exposiciones orales de trabajos		
M09 -Trabajos escritos		
M12-Tutorías		
M13- Trabajo en pequeños grupos		
M14- Trabajo y estudio personal		
M17- Pruebas de evaluación		
<b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):</b>		
<b>Sistema de evaluación</b>	<b>Ponderación mínima</b>	<b>Ponderación máxima</b>
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	20%	40%
E02 - Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades	10%	40%
E03 -Valoración de exposiciones orales de trabajos	10%	20%
E05- Valoración de las pruebas de evaluación	20%	40%
E09-Valoración de la participación en debates o foro de discusión.	5%	10%

<b>MÓDULO</b>		<b>Optativas</b>		
<b>MATERIA</b>		Física de astropartículas		
<b>Créditos ECTS</b>	12	<b>Carácter</b>	optativo	
<b>ASIGNATURA</b>	<b>ECTS</b>	<b>Anual/Semestral</b>	<b>Curso/semestre</b>	
Física de astropartículas I: rayos gamma, neutrinos y rayos cósmicos	6	Semestral	1/1	
Física de astropartículas II: el universo oscuro	6	Semestral	1/2	
<b>LENGUAS DE IMPARTICIÓN</b>				
Castellano/Inglés				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las técnicas de detección de rayos gamma, rayos cósmicos y neutrinos de alta energía.</li> <li>• Conocer los tipos de fuentes y los mecanismos de producción de astropartículas.</li> <li>• Saber analizar los procesos que tienen lugar en la propagación de las astropartículas, tanto convencionales como posibles nuevos procesos en extensiones del Modelo Estándar.</li> <li>• Tener una visión global de los resultados teóricos y experimentales sobre oscilaciones de neutrinos.</li> <li>• Conocer el papel del neutrino en astrofísica y cosmología.</li> <li>• Comprender las motivaciones teóricas y experimentales para la materia oscura.</li> <li>• Distinguir entre los tipos principales de materia oscura, y las distintas formas de detectarla.</li> <li>• Conocer las extensiones del Modelo Estándar que conforman el “universo oscuro”.</li> </ul>				
<b>CONTENIDOS</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historia de los rayos cósmicos. Origen galáctico y extragaláctico de los rayos cósmicos y rango de energías.</li> <li>2. Fuentes de rayos cósmicos, mecanismos de aceleración y propagación en el espacio.</li> <li>3. Fuentes galácticas y extragalácticas de rayos gamma.</li> <li>4. Técnicas de detección de rayos gamma y rayos cósmicos.</li> <li>5. Rayos cósmicos sobre la superficie terrestre y en laboratorios subterráneos.</li> <li>6. Neutrinos en astrofísica y cosmología.</li> <li>7. Detectores y telescopios de neutrinos.</li> <li>8. Astronomía multimensajera.</li> <li>9. Tests de simetrías fundamentales en física de astropartículas.</li> <li>10. Materia oscura: evidencias astrofísicas y cosmológicas.</li> <li>11. Teorías y candidatos a materia oscura. WIMPs.</li> <li>12. Búsqueda directa de WIMPs.</li> <li>13. Búsquedas indirectas de materia oscura.</li> <li>14. Señales de materia oscura en aceleradores.</li> <li>15. Neutrinos como materia oscura caliente y templada.</li> <li>16. El problema CP fuerte. Axiones y ALPs.</li> <li>17. Experimentos de detección de axiones.</li> <li>18. Otros candidatos a materia oscura y modelos.</li> </ol>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
La materia contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.				
La materia contará con recursos TIC de apoyo para la realización de las actividades formativas				
<b>COMPETENCIAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):</b>				
<b>Básicas y Generales</b>				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio				
CB8 - 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				
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades				
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo				
CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al a ciencia y la tecnología y los capacite para desarrollar tareas de investigación o nueva tecnología				
CG02 – Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido.				

CG03 –Que sean capaces de redactar con rigor todo tipo de documentos científicos y técnicos.		
CG04 – Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos.		
CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma		
CG06 –Que adquieran habilidades en el uso de técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) para expresar, comunicar y difundir ideas y resultados.		
<b>Transversales</b>		
CT01 - Que aprendan a buscar y gestionar información: recursos bibliográficos, bases de datos y otros recursos digitales.		
CT02 – Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, participar en debates,... colaborando de forma activa en objetivos comunes.		
<b>Específicas</b>		
CE04 –Que sepan analizar, tratar e interpretar datos experimentales		
CE05 –Que sean capaces de enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título		
CE03 – Que aprendan a utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos		
CE08 –Que sean capaces de profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.		
<b>ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):</b>		
<b>Actividad formativa</b>	<b>Nº Horas</b>	<b>% Presencialidad</b>
A01 - Participación y asistencia a lecciones magistrales de forma presencial o telemática	30x2	100
A03 – Análisis de casos, puesta en común y debate sobre los contenidos de la asignatura	10x2	80
A05- Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura	10x2	80
A07- Realización de prácticas de computación	10x2	100
A11- Realización y presentación escrita de trabajos	20x2	0
A12- Realización y presentación oral de trabajos	10x2	10
A14- Tutorías de forma presencial o telemática	10x2	80
A15- Estudio individual	40x2	0
A16- Pruebas de evaluación escrita u oral	3 x2	100
A18- Debates en foro de discusión	7x2	0
<b>METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):</b>		
M01 –Clases magistrales participativas		
M02 –Aprendizaje basado en problema		
M03 –Resolución de casos		
M05- Prácticas computacionales		
M08- Exposiciones orales de trabajos		
M09 -Trabajos escritos		
M12-Tutorías		
M13- Trabajo en pequeños grupos		
M14- Trabajo y estudio personal		
M17- Pruebas de evaluación		
<b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):</b>		
<b>Sistema de evaluación</b>	<b>Ponderación mínima</b>	<b>Ponderación máxima</b>
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	20%	40%
E02 – Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades	10%	40%
E03 –Valoración de exposiciones orales de trabajos	10%	20%
E05- Valoración de las pruebas de evaluación	20%	40%
E07- Evaluación del trabajo computacional.	10%	30%
E09-Valoración de la participación en debates o foro de discusión.	5%	10%

MÓDULO		Optativas		
MATERIA		Astrofísica		
Créditos ECTS	18	Carácter	Optativa	
ASIGNATURA	ECTS	Anual/Semestral	Curso/semestre	
Astrofísica Observacional	6	Semestral	1/1	
Astrofísica Estelar	6	Semestral	1/2	
Astrofísica Extragaláctica	6	Semestral	1/2	
LENGUAS DE IMPARTICIÓN				
Castellano/Inglés				
RESULTADOS DE APRENDIZAJE				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la información física que nos proporciona el Universo en función de la longitud de onda de observación.</li> <li>• Entender el nacimiento de las estrellas y los procesos físicos involucrados.</li> <li>• Comprender la física del interior de las estrellas y cómo ésta determina la evolución de las mismas en función de su masa.</li> <li>• Comprender la física de las atmósferas estelares y saber interpretar los espectros de las estrellas.</li> <li>• Conocer las fases finales de la evolución estelar, así como las fases variables y explosivas en la vida de las estrellas.</li> <li>• Comprensión general de los diferentes tipos de galaxias y sus propiedades.</li> <li>• Obtener una visión global de la evolución de las galaxias con el tiempo cósmico.</li> <li>• Conocer la relación entre las galaxias y los agujeros negros supermasivos.</li> </ul>				
CONTENIDOS				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radiación electromagnética. Sistemas de medidas en astrofísica.</li> <li>2. El rango ultravioleta, óptico e infrarrojo. Continuo y líneas nebulares.</li> <li>3. Radiofrecuencias y microondas. Continuo y líneas moleculares.</li> <li>4. Rayos X y rayos <math>\gamma</math>. El Universo violento.</li> <li>5. Teoría de formación estelar. Diagrama Hertzsprung-Russell. Propiedades generales de las estrellas.</li> <li>6. Estructura estelar y atmósferas estelares.</li> <li>7. Evolución estelar en función de la masa. Fases finales de la vida de las estrellas.</li> <li>8. Remanentes estelares: enanas blancas, estrellas de neutrones, agujeros negros.</li> <li>9. Evolución estelar en sistemas binarios. Novas y Supernovas.</li> <li>10. Historia de la física extragaláctica: de las nebulosas espirales a la expansión del Universo.</li> <li>11. Clasificación morfológica y propiedades generales de las galaxias.</li> <li>12. Núcleos activos de galaxias y cuásares.</li> <li>13. Entorno galáctico: vacíos, grupos y cúmulos. Fusiones de galaxias.</li> <li>14. La Vía Láctea como laboratorio cósmico.</li> <li>15. Formación y evolución de galaxias: desde la época de reionización al Grupo Local.</li> </ol>				
OBSERVACIONES				
<p>La materia contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.</p> <p>La materia contará con recursos TIC de apoyo para la realización de las actividades formativas.</p>				
COMPETENCIAS ( <i>Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3</i> ):				
Básicas y Generales				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.				
CB8 - 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.				
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.				
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.				
CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al a ciencia y la tecnología y los capacite para desarrollar tareas de investigación o nueva tecnología.				
CG02 – Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido.				
CG03 –Que sean capaces de redactar con rigor todo tipo de documentos científicos y técnicos.				

CG04 – Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos.		
CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.		
CG06 –Que adquieran habilidades en el uso de técnicas de Información y Comunicaciones (TICs) para expresar, comunicar y difundir ideas y resultados.		
<b>Transversales</b>		
CT01 - Que aprendan a buscar y gestionar información: recursos bibliográficos, bases de datos y otros recursos digitales.		
CT02 – Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, participar en debates,... colaborando de forma activa en objetivos comunes.		
<b>Específicas</b>		
CE04 –Que sepan analizar, tratar e interpretar datos experimentales.		
CE05 –Que sean capaces de enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título.		
CE 06- Que aprendan a manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de Título.		
CE07 –Que sean capaces de profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.		
<b>ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):</b>		
<b>Actividad formativa</b>	<b>Nº Horas</b>	<b>% Presencialidad</b>
A01 - Participación y asistencia a lecciones magistrales	30x3	100
A03 – Análisis de casos, puesta en común y debate sobre los contenidos de la asignatura	10x3	80
A05- Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura	10x3	80
A08- Realización de prácticas observacionales.	10x3	100
A11- Realización y presentación escrita de trabajos	20x3	0
A12- Realización y presentación oral de trabajos	10x3	10
A14- Tutorías de forma presencial o telemática	10x3	80
A15- Estudio individual	40x3	0
A16- Pruebas de evaluación escrita u oral	3x3	100
A18- Debates presenciales o en foro de discusión	7x3	0
<b>METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):</b>		
M01 –Clases magistrales participativas		
M02 –Aprendizaje basado en problema		
M03 –Resolución de casos		
M06- Prácticas observacionales		
M08- Exposiciones orales de trabajos		
M09 -Trabajos escritos		
M12-Tutorías		
M13- Trabajo en pequeños grupos		
M14- Trabajo y estudio personal		
<b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):</b>		
<b>Sistema de evaluación</b>	<b>Ponderación mínima</b>	<b>Ponderación máxima</b>
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	20%	40%
E02 – Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades	10%	40%
E03 –Valoración de exposiciones orales de trabajos	10%	20%
E05- Valoración de las pruebas de evaluación	20%	40%
E08- Evaluación del trabajo realizado en el observatorio	10%	30%
E09-Valoración de la participación en debates o foro de discusión.	5%	10%

<b>MÓDULO</b>		<b>Optativas</b>		
<b>MATERIA</b>		Técnicas instrumentales		
<b>Créditos ECTS</b>	6	<b>Carácter</b>	Optativo	
<b>ASIGNATURA</b>		<b>ECTS</b>	<b>Anual/Semestral</b>	<b>Curso/semestre</b>
Técnicas de bajo fondo radiactivo		<b>6</b>	<b>Semestral</b>	<b>1/1</b>
Física e ingeniería de detectores de partículas		<b>6</b>	<b>Semestral</b>	<b>1/2</b>
Instrumentación avanzada para experimentos de astronomía y física de partículas		<b>6</b>	<b>Semestral</b>	<b>1/1</b>
<b>LENGUAS DE IMPARTICIÓN</b>				
Castellano /Inglés				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la diferentes fuentes de radiación de fondo: origen, composición y espectro de energías</li> <li>• Describir cómo interaccionan las diferentes partículas con la materia.</li> <li>• Diseñar métodos de supresión de fondo adecuados para cada montaje experimental</li> <li>• Entender cómo funciona un detector de radiación y cuál ha sido su evolución histórica</li> <li>• Distinguir las señales que deja la interacción de la radiación en los materiales usados comúnmente como detectores.</li> <li>• Identificar el detector más adecuado para cada tipo de radiación, rango de energía o propósito.</li> <li>• Saber utilizar diferentes detectores de partículas e interpretar los resultados</li> <li>• Analizar cómo carga eléctrica, calor o luz ocasionados en el detector por las interacciones se convierten en pulsos eléctricos.</li> <li>• Conocer los fundamentos ópticos de la instrumentación en astronomía.</li> <li>• Saber utilizar los instrumentos ópticos utilizados en astronomía.</li> <li>• Analizar interfaces electrónicos específicos de precisión (bajo ruido, alta sensibilidad, etc.).</li> <li>• Aplicar técnicas de procesado analógico de señales al diseño de interfaces de transductores físicos.</li> <li>• Diseñar un circuito analógico de acondicionamiento de señal para unas especificaciones determinadas.</li> <li>• Programar un entorno multi-instrumento de adquisición de medidas.</li> <li>• Diseñar un sistema automático de control sencillo</li> </ul>				
<b>CONTENIDOS</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fuentes de radiación de fondo: ambiental, materiales y gas radón, rayos cósmicos.</li> <li>2. Interacciones producidas por radiación y partículas en la materia.</li> <li>3. Métodos de supresión de fondo: blindaje, control de radiopureza y técnicas de discriminación.</li> <li>4. Evolución histórica, propiedades generales de los detectores de radiación y fundamentos físicos de la detección.</li> <li>5. Tipos de detectores de partículas (gaseosos, de centelleo, semiconductores, bolométricos, CCDs , ...)</li> <li>6. Tipos de detectores para astronomía (CCDs ópticos e infrarrojos, detectores altas energías, detectores radioastronomía).</li> <li>7. Fundamentos ópticos e instrumentación en astronomía: telescopios, espectrógrafos, interferómetros y polarímetros. CCDs para astronomía.</li> <li>8. Instrumentación astronómica para el espacio.</li> <li>9. Instrumentación electrónica y procesado de la señal.</li> <li>10. Calibración de instrumentos.</li> <li>11. Fundamentos de control automático de procesos y laboratorios remotos.</li> </ol>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<p>La materia contará con la participación destacada del LSC y del CEFCA, así como de los laboratorios de los grupos de investigación.</p> <p>La materia contará con recursos para poder cursarse en castellano o inglés.</p> <p>La materia contará con recursos TIC de apoyo para la realización de las actividades formativas</p>				
<b>COMPETENCIAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 3):</b>				
<b>Básicas y Generales</b>				
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación				
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio				
CB8 - 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				

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
CG01 – Adquirir un alto grado de formación científica y técnica que les permita contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología.		
CG02 – Que sean capaces de comprender informes y artículos científico-técnicos, valorar su relevancia y sintetizar su contenido.		
CG04 – Que sean capaces de plantear y resolver problemas complejos de forma creativa y rigurosa, aplicando sus conocimientos a otros ámbitos.		
CG05 – Que puedan organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.		
<b>Transversales</b>		
CT01 - Que aprendan a buscar y gestionar información: recursos bibliográficos, bases de datos y otros recursos digitales.		
CT02 – Que sepan integrarse y trabajar en equipos de trabajo: planificar y repartir tareas, tomar iniciativas, asumir responsabilidades, participar en debates, ... colaborando de forma activa en objetivos comunes.		
<b>Específicas</b>		
CE02 – Que sean capaces de integrarse como investigadores o técnicos cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.		
CE03 –Que aprendan a utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos.		
CE04 –Que sepan analizar, tratar e interpretar datos experimentales.		
CE06- Que aprendan a manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de Título.		
<b>ACTIVIDADES FORMATIVAS (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.2):</b>		
<b>Actividad formativa</b>	<b>Nº Horas</b>	<b>% Presencialidad</b>
A01 - Participación y asistencia a lecciones magistrales	20x3	100
A03 – Análisis de casos, puesta en común y debate sobre los contenidos de la asignatura	10x3	80
A05- Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura	10x3	80
A06- Realización de prácticas de laboratorio	20x3	100
A11- Realización y presentación escrita de trabajos	20x3	0
A13- Elaboración de informes de prácticas.	18x3	0
A14- Tutorías de forma presencial o telemática	10x3	80
A15- Estudio individual	40x3	0
A16- Pruebas de evaluación escrita u oral	2x3	100
<b>METODOLOGÍAS DOCENTES (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.3):</b>		
M01 –Clases magistrales participativas		
M02 –Aprendizaje basado en problemas		
M03 –Resolución de casos		
M04- Prácticas en el laboratorio		
M09 -Trabajos escritos		
M10- Informes de prácticas		
M12-Tutorías		
M13- Trabajo en pequeños grupos		
M14- Trabajo y estudio personal		
M17- Pruebas de evaluación		
<b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN (Relacionar de entre las indicadas en el apartado 5.4):</b>		
<b>Sistema de evaluación</b>	<b>Ponderación mínima</b>	<b>Ponderación máxima</b>
E01 - Valoración de informes y trabajos escritos	20%	40%
E02 – Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades	10%	30%
E05- Valoración de las pruebas de evaluación	10%	20%
E06- Evaluación del trabajo en el laboratorio	20%	40%

## 6. PERSONAL:

### 6.1 PROFESORADO

Este Título de Máster ha sido promovido por el Departamento de Física Teórica de la Universidad de Zaragoza (DFTUZ), (Áreas de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Física Teórica, Astronomía y Astrofísica) junto con el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC), el Centro de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA) y el Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual (CCBPP). Así, se tiene una plantilla de profesores e investigadores, todos doctores, que pueden participar en la docencia, tutorizar prácticas externas y dirigir Trabajos Fin de Máster. La plantilla de profesores prevista para la titulación está formada por personal docente e investigador de las diversas categorías:

- ~21 PDI funcionario, en un número similar de profesores Titular de Universidad y profesores Catedrático de Universidad. El número total de sexenios concedidos de estos profesores supera el número total de sexenios teóricos posible. El número de tramos docentes en promedio es mayor de 7 para catedráticos y mayor de 5 para titulares.
- ~3 PDI no funcionario, siendo en su mayoría profesores Contratado Doctor, figura a la que han accedido tras contratos Ramón y Cajal; todos ellos con un excelente currículum investigador y una amplia experiencia docente.
- ~4 Profesores Colaboradores
- ~10 Investigadores Científicos, personal del ICMA, ARAID, del LSC y del CEFCA.
- >15 personal técnico (UZ, LABAC, LSC, CEFCA) doctores e ingenieros.
- ~10 Personal Investigador en formación que podrían colaborar en la docencia en el Máster.

Las siguientes tablas resumen la categorías de profesorado universitario implicado en la docencia del Máster: pertenecen al Área de Física Teórica, al Área de Física Atómica, Molecular y Nuclear y al Área de Astronomía y Astrofísica del departamento de Física Teórica y al Área de Electrónica del Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones; y colaboración desde el Área de Óptica del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Zaragoza y al Área de Ciencias de la Computación e Int. Artificial del Departamento de Ingeniería e Informática de Sistemas.

Categorías profesorado universitario	Total	Doctores %	*Horas %
<b>Catedrático Universidad</b>	13	100	20
<b>Profesor titular de universidad</b>	9	100	20
<b>Profesor colaborador</b>	4	100	50
<b>Profesor contratado doctor</b>	3	100	50

\*% de horas que cada categoría de profesorado dedica a la titulación

Además se cuenta con profesorado, investigadores, técnicos, profesores visitantes o personal investigador en formación, fuera de las categorías universitarias que pertenecen al LABAC, LSC, al CEFCA o al ICMA

Categorías otro profesorado	Total	Doctores %	Horas/persona
<b>Técnico de laboratorio</b>	3	33	10
<b>Profesor visitante</b>	2	100	15
<b>Técnicos de laboratorio de centros asociados</b>	8	60	10
<b>Investigadores externos</b>	3	100	20
<b>Científico Titular CSIC</b>	2	100	20
<b>Personal Investigador en formación</b>	10	0	10

Dentro de la Comunidad Autónoma de Aragón se impulsarán convenios con otros institutos de Investigación como el IUI de Ingeniería de Aragón (I3A), el IUI en Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BiFi), el Instituto de Ciencia de los Materiales de Aragón (ICMA), o el Instituto Universitario de investigación en Matemáticas y Aplicaciones (IUMA) para la colaboración docente, estancias en prácticas o dirección de Trabajos Fin de Máster.

Con la misma finalidad de colaboración docente, estancias en prácticas o dirección del Trabajo Fin de Máster, se ha contactado a nivel nacional con instituciones como el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto de Astrofísica de Canarias y el Instituto de Astrofísica de Andalucía. En el ámbito internacional, el Máster contará con la colaboración del IRFU en Francia, del CERN en Suiza, del Max Planck en Alemania, y de los centros GSSI y SISSA en Italia. Se cuenta así con suficientes convenios para la realización de prácticas externas.

Para la impartición de 120 ECTs (excluyendo prácticas externas) del Máster, el profesorado es muy ajustado, ya que todos los profesores se encuentran implicados en docencia de grado, además de tareas investigadoras. Investigadores científicos y técnicos también están inmersos en diferentes proyectos. Así, se estima que para un mejor desarrollo de estos estudios, sería necesaria la contratación de 2 profesores a tiempo completo, con un perfil de Astrofísica-Astronomía y con un perfil Física de Partículas-Astropartículas.

La experiencia profesional docente e investigadora de los profesores del Máster viene avalada por sus currículos, sus publicaciones y proyectos de investigación directamente en línea con los objetivos y competencias perseguidos en el máster. El número de quinquenios docentes: casi 7 para CU y casi 5 para TU; y el número de sexenios de investigación: más de 5 para CU y más de 3 para TU.

### **Experiencia investigadora**

El nivel de excelencia investigadora tiene su reflejo en los más de 700 artículos publicados en revistas de alto impacto en los 10 últimos años, con un índice h en torno a 65. Los investigadores implicados en el Máster han participado y organizado conferencias científicas en su ámbito de investigación, participado en comités y paneles de agencias de investigación, participado (liderando en algunos casos) en proyectos y redes de investigación tanto a nivel nacional como internacional, recibido premios y distinciones y realizado actividades de transferencia y divulgación de resultados de investigación.

El currículo y el número de sexenios de cada profesor, así como su pertenencia a los Grupos de Investigación de Excelencia del Gobierno de Aragón (Grupo de física nuclear y astropartículas (E27\_17R), Grupo teórico de física de altas energías (E21\_17R) y Astrofísica con grandes cartografiados (E16-17R)), justifican la gran calidad investigadora del profesorado.

### **Experiencia docente**

En el plano docente, estos profesores cuentan con años de experiencia en las modalidades de grado, máster y estudios de doctorado, siendo responsables de numerosas asignaturas impartidas en la Facultad de Ciencias, así como de la dirección de trabajos fin de grado, trabajos fin de máster y tesis doctorales. La mayor parte de los CU y TU tienen más de 25 años de experiencia docente, Profesores y Colaboradores más de 10 años y sólo el profesorado con perfil más técnico tiene una experiencia de menos de 5 años.

En el DFTUZ se ha realizado una gran labor docente especializada en los temas del Título. Además de asignaturas del Grado de Física y del Máster U. en Física y Tecnologías Físicas, en los últimos años se han dirigido en torno a 30 Trabajos de Fin de Grado o equivalente desde el curso 2005/2006, el mismo número de Trabajos Fin de Máster o equivalente desde el curso 2006/2007, y cerca de 30 Tesis Doctorales desde 2003.

En una apuesta por la por la calidad, los profesores de la UZ implicados en este proyecto participan en Comisiones de Evaluación de la Calidad y de Garantía de la Calidad de diferentes títulos de la Facultad. Los estudiantes tienen, en general, una valoración muy positiva del colectivo de docentes.

Existe también una gran implicación tanto en proyectos de innovación docente como en cursos de formación del profesorado. Desde 2001 se ha coordinado o participado en cerca de 70 proyectos de innovación docente y se ha participado en jornadas de innovación docente. En torno la mitad son actividades orientadas a facilitar el aprendizaje de alumnos en las asignaturas impartidas: diseño de enseñanza semipresencial, prácticas interactivas, diseño de prácticas más innovadoras, herramientas TIC, nuevas metodologías, visitas a empresas, prácticas en grandes instalaciones, etc. Estas actividades han sido coordinadas, en su mayoría, por miembros del Centro. Otro gran grupo son actividades de carácter más institucional coordinadas desde la Facultad de Ciencias: planes de estudio, actividades para estudiantes de secundaria o de nuevo ingreso, salidas profesionales, etc.

Cabe también destacar el uso de plataformas tecnológicas educativas: fundamentalmente MOODLE, pero también *Facebook* o *tweeter*. Existe una formación y actualización continua del personal académicos en el uso de estas plataformas y de los recursos que ofrecen para la formación a distancia.

Estos datos, junto con el número de quinquenios del profesorado muestran unos profesionales con una gran experiencia docente e innovadora.

### **Experiencia en docencia no reglada y divulgación**

Además se ha tenido una gran responsabilidad en la organización de la International Summer School on High Energy Physics, escuela de Física de Altas Energías conocida (TAE) dirigida a la formación de doctorandos (a nivel nacional e internacional) en el campo de la Cosmología, la Astrofísica, la física de partículas y de astro partículas. En los últimos años se ha realizado en el Centro de Ciencias de Benasque, centro colaborador del Título.

Entre la docencia y la divulgación se encuentran los Cursos de Astrofísica organizados por el CEFGA desde 2011 en época estival, siendo parte de los cursos de la Universidad de Verano de Teruel desde 2014

El Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA) organiza en Teruel capital entre los días 12 y 14 de julio, una nueva edición de su Curso de Astrofísica. Este curso estival de astrofísica se viene realizando desde hace ocho años, siendo este el quinto año consecutivo que se organiza dentro de los cursos de la Universidad de Verano de Teruel.

Por último, es destacable la participación y organización de actividades de divulgación: Jornadas de puertas abiertas de la Facultad, Visitas al Laboratorio de Canfranc, Semana de inmersión, Noche de los investigadores, Hola, somos científicas, Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, *Hands on particles*, *Hands on dark mater*, El día de la materia oscura, charlas divulgativas... Estas actividades han conseguido aumentar el interés de los niños y jóvenes en la Cosmología, la Astrofísica, la Astronomía, las Partículas y las Astropartículas dentro de la Comunidad Autónoma de Aragón.

## 6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS

El personal de apoyo consiste en personal administrativo, tanto de la Secretaría de la Facultad como del departamento implicado en la docencia del título, y personal de apoyo técnico integrado por personal técnico del departamento, centros de investigación e institutos de investigación involucrados en el máster.

Su experiencia académica y profesional, así como su dedicación son las adecuadas para el correcto funcionamiento del Máster.

La Universidad de Zaragoza ofrece cada año un *Plan de Formación para el Personal de Administración y Servicios*

[http://www.unizar.es/gobierno/gerente/vg\\_humanos/pas/formacion.html](http://www.unizar.es/gobierno/gerente/vg_humanos/pas/formacion.html)

## 6.3 MECANISMOS PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES Y LA NO DISCRIMINACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD

La Universidad de Zaragoza, tal como se recoge en sus Estatutos (Capítulo I, Art. 3): “h) facilitará la integración en la comunidad universitaria de las personas con discapacidades; i) asegurará el pleno respeto a los principios de libertad, igualdad y no discriminación, y fomentará valores como la paz, la tolerancia y la convivencia entre grupos y personas, así como la integración social”.

Estos principios, ya contemplados en normativas de rango superior (artículos 9.2, 10, 14 y 49 de la Constitución española; ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo para la igualdad efectiva de mujeres y hombres; ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad; Ley 7/2007 de 12 de Abril, del Estatuto básico del Empleado Público; Ley 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (BOE 24/12/2001), modificada por la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, (BOE 13/04/2007), son de aplicación efectiva en los procesos de contratación del profesorado y del personal de apoyo, existiendo en la Universidad de Zaragoza órganos que velan por su cumplimiento y atienden las reclamaciones al respecto (Comisión de Garantías, Comisiones de Contratación, Tribunales de Selección, Defensor Universitario).

### ***MEDIDAS PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES***

En relación con los mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombre y mujeres, en la Universidad de Zaragoza se ha creado el Observatorio de igualdad de género, dependiendo del Vicerrectorado de Relaciones Institucionales y Comunicación, que tiene como objetivo prioritario la promoción de la igualdad de oportunidades de todas las personas que forman la comunidad universitaria. Su función es garantizar la igualdad real, fundamentalmente en los distintos ámbitos que competen a la Universidad.

Entre otras, tiene la tarea de garantizar la promoción equitativa de mujeres y hombres en las carreras profesionales tanto de personal docente e investigador como de personal de administración y servicios. Así mismo, tiene encomendada la tarea de elaborar un plan de igualdad de oportunidades específico para la Universidad de Zaragoza.

### ***MEDIDAS PARA ASEGURAR LA NO DISCRIMINACIÓN ACCESO AL EMPLEO PÚBLICO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD***

El artículo 59.1 de la Ley 7/2007 de 12 de abril, del Estatuto Básico del Empleado Público, establece que las Administraciones en sus ofertas de empleo público, reservarán un cupo no inferior al 5% de las vacantes para ser cubiertas entre personas con discapacidad.

En cumplimiento de esta norma, el Pacto del Personal Funcionario de la UZ en su artículo 25.2 establece la reserva de un 5% en los procesos de selección del Personal de Administración y Servicios. Para el PDI no hay normativas equivalentes, pero los órganos encargados de la selección velan por el cumplimiento de los principios de igualdad y accesibilidad, que en algunos casos se van incluyendo ya explícitamente en las disposiciones normativas al respecto.

Asimismo, el artículo 59.2 de dicho Estatuto Básico del Empleado Público establece que cada Administración Pública adoptará las medidas precisas para establecer las adaptaciones y ajustes razonables de tiempos y medios en el proceso selectivo y, una vez superado

dicho proceso, las adaptaciones en el puesto de trabajo. A este respecto, la Universidad de Zaragoza tiene establecido un procedimiento a través de su Unidad de Prevención de Riesgos Laborales, para que los Órganos de Selección realicen tanto las adaptaciones como los ajustes que se estimen necesarios. Además, se faculta a dichos Órganos para que puedan recabar informes y, en su caso, colaboración de los órganos técnicos de la Administración Laboral, Sanitaria o de los órganos competentes del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales o de la Comunidad Autónoma.

## 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

El Máster va a contar con los recursos físicos del CAPA para poder desarrollar actividades de docencia e investigación:

1. Espacios para desarrollar actividades de docencia e investigación en las áreas de Física Teórica (FT) y Física Atómica, Molecular y Nuclear (FAMN) y Electrónica (Elec). Estos espacios pertenecen a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza y son gestionados por el Departamento de Física Teórica: dos Seminarios (FT y FAMN), tres salas de reuniones (dos de FT y una de FAMN), una sala de informática (FT), dos laboratorios de docencia (FAMN) y dos laboratorios de investigación (FAMN), dos laboratorios de electrónica (FAMN, Elect) y un taller (FAMN).
2. Laboratorios de investigación. Los laboratorios de investigación del área de FAMN se encuentran en varios edificios y sedes: (a) Laboratorio en la Facultad de Ciencias; (b) Laboratorio en el Campus río Ebro; (c) Antiguo laboratorio de Canfranc, gestionado por el LSC y situado al lado del actual laboratorio.
3. El laboratorio de bajas actividades (LABAC). Este laboratorio-servicio se encuentra ubicado en el Edificio A de la Facultad de Ciencias y dispone de una serie de espacios equipados para sus funciones: laboratorio de recepción de muestras, laboratorio de radioquímica y laboratorio de radiofísica.

Además se cuenta con los recursos de los Centros de Investigación que participan en la propuesta: el LSC (sala de conferencias, aula de divulgación, talleres y laboratorios) y el CEFCA, responsable del Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ), que cuenta con dos telescopios profesionales de gran campo de visión (FoV) con calidad de imagen en todo el campo.

Estos recursos materiales disponibles son suficientes y adecuados. Las clases se impartirán fundamentalmente en aulas que corresponden a seminarios del departamento de Física Teórica (seminario del área de Física Atómica, Molecular y Nuclear y seminario del área de Física Teórica), que tienen el tamaño adecuado y se encuentran perfectamente equipadas para la impartición de la docencia del máster. Además se solicitará el uso de una o dos aulas/seminarios de la facultad de Ciencias y tiempo en aulas de informática. Se ha hablado con el Decano de la Facultad sobre la posibilidad de adecuar aulas para docencia a distancia.

Las clases prácticas se impartirán en los laboratorios de docencia e investigación del Departamento de Física Teórica y centros participantes.

Así, gracias a la colaboración de los grupos de investigación implicados en el máster se tiene acceso a avanzados equipos de investigación puestos a disposición de las enseñanzas del máster por parte de sus responsables y utilizados tanto en clases prácticas de asignaturas, prácticas externas o trabajos fin de máster.

Las prácticas externas pueden realizarse en cualquier departamento, centro o instituto universitario de la Universidad de Zaragoza. Además existen convenios de colaboración para estas prácticas con:

- Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC)
- Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA)
- Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual (CCBPP)
- Fundación Centro Astronómico Aragonés
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
- Institute Laue Von Langevin (ILL), Grenoble, Francia.
- Scuola Internazionale di Studi Avanzati (SISSA), Trieste, Italia

### Accesibilidad universal

La Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad se basa y pone de relieve los conceptos de no discriminación, acción positiva y accesibilidad universal. La ley prevé, además, la regulación de los efectos de la lengua de signos, el reforzamiento del diálogo social con las asociaciones representativas de las personas con discapacidad mediante su inclusión en el Real Patronato y la creación del Consejo Nacional de la Discapacidad, y el establecimiento de un calendario de accesibilidad por ley para todos los entornos, productos y servicios nuevos o ya existentes. Establece, la obligación gradual y progresiva de que todos los entornos, productos y servicios deben ser abiertos, accesibles y practicables para todas las personas y dispone plazos y calendarios para realización de las adaptaciones necesarias.

Respecto a los productos y servicios de la Sociedad de la Información la Ley establece en su disposición final séptima, las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.

Y favoreciendo la formación en diseño para todos la disposición final décima se refiere al currículo formativo sobre accesibilidad universal y formación de profesionales que el Gobierno, debe desarrollar en «diseño para todos», en todos los programas educativos, incluidos los universitarios, para la formación de profesionales en los campos del diseño y la construcción del entorno físico, la edificación, las infraestructuras y obras públicas, el transporte, las comunicaciones y telecomunicaciones y los servicios de la sociedad de la información.

La Universidad de Zaragoza ha sido sensible a los aspectos relacionados con la igualdad de oportunidades desde siempre, tomando como un objetivo prioritario desde finales de los años 80, convertir los edificios universitarios, y su entorno de ingreso en accesibles mediante la eliminación de barreras arquitectónicas.

En este sentido, se suscribieron tres convenios con el INSERSO en el que participó la Fundación ONCE que desarrollaban programas de eliminación de barreras arquitectónicas. De esta forma, en 1998 podíamos afirmar que la Universidad de Zaragoza no presentaba deficiencias reseñables en la accesibilidad física de sus construcciones.

Se han recibido muestras de reconocimiento de esta labor en numerosas ocasiones y, por citar un ejemplo de distinción, en el año 2004, la Universidad de Zaragoza obtuvo el Premio anual de accesibilidad en “Adecuación y urbanización de espacios públicos” que otorga anualmente la Asociación de Disminuidos Físicos de Aragón y el Colegio de Arquitectos.

En los convenios reseñados, existían epígrafes específicos de acomodo de mobiliario y medios en servicios de atención, en el transporte y en telenseñanza.

La Universidad de Zaragoza ha dado recientemente un paso más en esta dirección suscribiendo un nuevo convenio en 2004 para la elaboración de un Plan de accesibilidad sensorial para la Universidad de Zaragoza que se tuvo disponible en 2005 y que se acompaña como referencia básica en los nuevos encargos de proyectos de las construcciones. El Plan fue elaborado por la empresa Vía Libre-FUNDOSA dentro del convenio suscrito por el IMSERSO, Fundación ONCE y la Universidad. Contempla el estudio, análisis de situación y planteamiento de mejoras en cuatro ámbitos de actuación: edificios, espacios públicos, transporte y sitio web.

Por lo tanto, cabe resaltar que las infraestructuras universitarias presentes y futuras tienen entre sus normas de diseño las consideraciones que prescribe la mencionada Ley 51/2003.

Junto con el cumplimiento de la reseñada Ley, se tiene en cuenta el resto de la normativa estatal, autonómica y local vigente en materia de accesibilidad.

### **Mecanismos para realizar o garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios disponibles en la universidad y su actualización**

Los mecanismos para realizar o garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios en la universidad, así como los mecanismos para su actualización son los propios de la Universidad de Zaragoza. La Universidad de Zaragoza dispone de un servicio centralizado de mantenimiento cuyo objetivo es mantener en perfecto estado las instalaciones y servicios existentes en cada uno de los Centros Universitarios.

Este servicio se presta por tres vías fundamentales:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Técnico-Legal

Para garantizar la adecuada atención en cada uno de los Centros, se ha creado una estructura de Campus que permite una respuesta más rápida y personalizada.

El equipo humano lo forman treinta y dos personas pertenecientes a la plantilla de la Universidad, distribuidos entre los cinco campus actuales: San Francisco y Parainfo, Río Ebro, Veterinaria, Huesca y Teruel. En cada campus existe un Jefe de Mantenimiento y una serie de técnicos y oficiales de distintos gremios. Esta estructura se engloba bajo el nombre de Unidad de Ingeniería y Mantenimiento que está dirigida por un Ingeniero Superior y cuenta, además, con el apoyo de un Arquitecto Técnico.

Dada la gran cantidad de instalaciones existentes, y que el horario del personal propio de la Universidad es de 8 a 15 h, se cuenta con el apoyo de una empresa externa de mantenimiento para absorber las puntas de trabajo y cubrir toda la franja horaria de apertura de los

centros. Además, se cuenta con otras empresas especializadas en distintos tipos de instalaciones con el fin de prestar una atención específica que permita cumplir las exigencias legales, cuando sea el caso.

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

### 8.1. VALORES CUANTITATIVOS ESTIMADOS PARA LOS INDICADORES Y SU JUSTIFICACIÓN

Al tratarse de estudios de nueva implantación es difícil estimar las tasas de graduación, abandono o eficiencia. Se cuenta con los datos del Máster U. en Física y Tecnologías Físicas, impartido en la Facultad de Ciencias desde hace años y que podría tener cierta similitud por el tipo de alumnado que llega y por los profesores que lo imparten. Reflejamos las tasas correspondientes a estos estudios como una aproximación a los del máster propuesto.

<b>Tasa de graduación</b>	96,2 %
<b>Tasa de abandono</b>	3,8 %
<b>Tasa de eficiencia</b>	96,2 %

### 8.2. PROGRESO Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

#### INFORME ANUAL DE LA CALIDAD Y LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Según se dispone en el art. 36 del *Reglamento de la Organización y Gestión de la calidad de los estudios de grado y de máster universitario de la Universidad de Zaragoza*:

- La Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación elaborará un Informe Anual de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje partiendo de los indicadores de los resultados en las diferentes asignaturas, los niveles y criterios de evaluación expresados en las guías docentes, las encuestas a estudiantes y egresados, los resultados de entrevistas con la comunidad universitaria involucrada en las enseñanzas de la titulación y cualquier otra fuente o estudio que considere pertinente.
- En este Informe se evaluará y analizará la calidad de la titulación en sus diferentes aspectos, la adecuación de la planificación y desarrollo de la docencia a los objetivos y planteamientos de la memoria de verificación, se analizarán los resultados de la titulación expresados en sus indicadores, se valorará la coordinación entre materias, la calidad de las actividades de aprendizaje y los procedimientos de evaluación.
- Asimismo, se incluirá la situación actual de las acciones propuestas en el Plan Anual de Innovación y Mejora del curso anterior.
- En el caso de titulaciones impartidas simultáneamente en más de un centro, existirá un Informe de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje por cada uno de los centros que las impartan.

#### *Descripción y desarrollo del proceso*

La Universidad de Zaragoza ha diseñado el procedimiento Q212 integrado en el Sistema Interno de Gestión de la Calidad (en adelante SGIC) en el que se describe el procedimiento para la elaboración del Informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje de la titulación. (<https://estudios.unizar.es/pagina/ver?id=7>). En dicho procedimiento se indica lo siguiente:

La Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación tiene la competencia para elaborar el Informe Anual de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje en el que se incluirán las conclusiones del análisis y evaluación periódica de la calidad de la planificación, organización y desarrollo de la titulación en todos sus ámbitos a partir del análisis de sus indicadores, los resultados de las encuestas, así como aquellos informes, estudios o consultas que considere relevantes a tal fin. Este Informe constituirá la base para elaborar el Plan Anual de Innovación y Mejora (PAIM) elaborado por el Coordinador y aprobado por la Comisión de Garantía de la Calidad del Título.

#### *Actuaciones:*

Finalizado el curso académico se establecerá el calendario concreto de actuaciones para la elaboración y gestión del Informe Anual de Evaluación de la Calidad y Resultados de Aprendizaje.

Los miembros del Consejo de Dirección con competencias en política académica y de tecnologías de la información y comunicación arbitrarán los mecanismos para poner a disposición de los agentes del SGIC, la plataforma informática para la elaboración y gestión de dicho Informe. A través de la aplicación se editará y gestionará el mencionado Informe, conforme al calendario acordado.

El Coordinador de Titulación y la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación recogerán la información que se utilizará para la elaboración del Informe Anual de la Calidad y los Resultados del Aprendizaje. Las fuentes de información serán las siguientes:

- Datos e indicadores de la titulación: tasas de éxito, rendimiento y eficiencia, tanto de la titulación en su conjunto como de los diversos módulos y asignaturas y las tasas de graduación y abandono de la titulación en su conjunto. Estos indicadores serán suministrados centralizadamente por la Unidad de Calidad de la Universidad.
- Resultados de la aplicación del “Procedimiento de evaluación de la satisfacción y de la calidad de la experiencia de los estudiantes en la titulación”.
- Resultados de la aplicación del “Procedimiento de evaluación de la satisfacción de los colectivos de PDI y PAS implicados en la titulación”.
- Conclusiones de las reuniones de grupos de estudiantes convocadas por el Coordinador de la Titulación. Cuando la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación lo considere oportuno y así lo acuerde, se podrán convocar reuniones con todos los estudiantes de la titulación o de alguno de los cursos para analizar y debatir determinados puntos sobre los que la Comisión requiera información adicional. Estas reuniones serán convocadas formalmente por el Coordinador de Titulación mediante anuncio público realizado con, al menos, 72 horas de antelación en el que se hará constar el orden del día. Se enviará copia de la convocatoria al director del centro responsable de los estudios, a los departamentos implicados y a todo el profesorado implicado en la titulación, para su conocimiento. El documento de conclusiones de la reunión podrá servir de referencia formal para el trabajo de la Comisión de Evaluación, siempre y cuando a la reunión se haya convocado, además de a los estudiantes, a todos los demás miembros de la Comisión de Evaluación y que en dicho documento de conclusiones se haga constar el grado de acuerdo obtenido en las mismas por parte de los estudiantes que participan. Si lo consideran oportuno, los miembros de la Comisión de Evaluación que hayan asistido a la reunión podrán incorporar un comentario personal anexo al documento de conclusiones de la reunión comentando las conclusiones expuestas en el documento o proponiendo las suyas propias. El documento no podrá contener nombres ni referencia alguna a personas concretas.
- Conclusiones de las reuniones de grupos de profesores convocadas por el Coordinador de Titulación. Cuando la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación lo considere oportuno y así lo acuerde, se podrán convocar reuniones con todos los profesores implicados en la titulación o en alguno de los cursos para analizar y debatir determinados puntos sobre los que la Comisión requiera información adicional. Estas reuniones serán convocadas formalmente por el Coordinador de Titulación mediante anuncio público realizado con, al menos, 72 horas de antelación y por correo electrónico remitido a todos los profesores que imparten docencia en la titulación. Se hará constar en convocatoria el orden del día y se enviará copia de la misma al director del centro responsable de los estudios y a los departamentos implicados, para su conocimiento. El documento de conclusiones de la reunión, podrá servir de referencia formal para el trabajo de la Comisión de Evaluación, siempre y cuando a la reunión se haya convocado, además de al profesorado, a todos los demás miembros de la Comisión de Evaluación y que en dicho documento de conclusiones se haga constar el grado de acuerdo obtenido en las mismas por parte de los profesores de la titulación que participan. Si lo consideran oportuno, los miembros de la Comisión de Evaluación que hayan asistido a la reunión podrán incorporar un comentario personal anexo al documento de conclusiones de la reunión comentando las conclusiones expuestas en el documento o proponiendo las suyas propias. El documento no podrá contener nombres ni referencia alguna a personas concretas.
- Evidencias extraídas del “Procedimiento de sugerencias, quejas y alegaciones para la mejora del título” (Q231).
- Conclusiones del “Procedimiento de seguimiento de la inserción laboral de los titulados” (Q224).
- Guías docentes. Se aprueban con anterioridad al inicio de cada curso académico y establecen los resultados de aprendizaje previstos para cada asignatura así como los indicadores que acreditan su adquisición a los niveles adecuados; los criterios y procedimientos de evaluación previstos para asegurar su adecuación a los objetivos y niveles previstos, su transparencia y fiabilidad. El Coordinador de la Titulación será responsable de acreditar el cumplimiento efectivo, al final del curso académico, de las actividades y de los criterios y procedimientos de evaluación previstos en las guías docentes.
- Cualquier otra fuente o estudio que considere pertinente.

El Coordinador de la Titulación, en colaboración con el resto de miembros de la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación, cumplimentará los diferentes apartados del informe basándose en el análisis de la información. Dicho Informe contendrá un diagnóstico de la titulación atendiendo a los elementos señalados anteriormente, e indicará aquellos aspectos susceptibles de mejora en

la organización, planificación docente y desarrollo de las actividades del título, elevando una propuesta de acciones para mejorarlos. Deberá ser aprobado por la mayoría de los miembros de la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación y cualquiera de los miembros podrá hacer constar votos y consideraciones particulares que serán adjuntados como anexos al Informe. Una vez aprobado, será remitido al Presidente de la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación, al Director/Decano del centro y al Vicerrector de Política Académica, que dispondrán de un plazo máximo de 7 días hábiles para formular las alegaciones que consideren oportunas y remitirlas al Coordinador de la Titulación.

Una vez valoradas las alegaciones por la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación, el Coordinador elaborará el Informe definitivo que será remitido de nuevo al Presidente de la Comisión de Garantía de la Calidad del título, al Decano/Director del centro y al Vicerrector de Política Académica.

El Informe definitivo será publicado de forma automática en la página web de cada titulación y en la página específica <https://estudios.unizar.es/site/acpua> en la que aparecen los informes anuales de todas las titulaciones y a la que tiene acceso directo la ACPUA del Gobierno de Aragón encargada de realizar el seguimiento de la adecuada implantación de la enseñanza.

**RESUMEN DE ACTUACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL  
 INFORME ANUAL DE LA CALIDAD Y LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Responsable	Fecha	Acción	Versión informe
Unidad de Calidad y Racionalización (UCR)	OCTUBRE	Coordina las siguientes acciones: - Preparación de la plataforma y actualización de datos e indicadores del curso académico finalizado. - Información y soporte a los coordinadores de las titulaciones sobre el proceso y calendario concreto. - Gestión de incidencias	v.0
Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación	NOVIEMBRE	Elabora y aprueba el Informe Anual de Evaluación de la Calidad y los Resultados de Aprendizaje. - El Coordinador cumplimenta el informe en la plataforma y cierra la v.1 del Informe	v.1
Plataforma	DICIEMBRE	Remite automáticamente la v.1 del Informe a: - Presidente Comisión de Garantía de la Calidad - Decano/Director del centro - Vicerrector de Política Académica	
- Presidente Comisión de Garantía de la Calidad - Decano/Director - Vicerrector con competencias en política académica		Plazo para realizar alegaciones y/o aportaciones al Informe	
Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación	ENERO	Valora las alegaciones y aportaciones, incorporándolas en su caso al documento - El Coordinador incorpora, en su caso, las alegaciones y cierra la v.2 del Informe	v.2
Plataforma		Remite automáticamente la v.2 del Informe a: - Presidente Comisión de Garantía Calidad - Decano/Director del centro - Vicerrector de Política Académica	
		Publicación automática de los informes en la web de cada acción y en la web: <a href="http://estudios.unizar.es/site/acpua">http://estudios.unizar.es/site/acpua</a> para ser consultado por ACPUA	

## 9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

<https://estudios.unizar.es/pagina/ver?id=7>

## 10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

### 10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN DEL TÍTULO

CURSO	IMPLANTACIÓN MÁSTER	TITULACIÓN A EXTINGUIR
2020/2021	1º	Primer año sin docencia
2021/2022	2º	Segundo año sin docencia

### 10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN:

TÍTULO QUE SE EXTINGUE				TÍTULO DE MÁSTER		
Código	Asignatura	Créditos	Carácter	Asignatura/Materia	Créditos	Carácter

### 10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN

CÓDIGO	ESTUDIO - CENTRO

## ANEXO A INTERNACIONALIZACIÓN

Internacionalización: idioma/s de impartición, internacionalización del currículum, acciones para la captación de estudiantes internacionales, prácticas internacionales, profesorado de universidades o instituciones internacionales, experiencia del profesorado en impartición de docencia en centros internacionales.

### A1. Idioma de impartición

La propuesta tiene una gran vocación internacional, por lo que se plantea una impartición bilingüe (inglés/español), adaptándose al idioma de cada alumno.

El uso del inglés es imprescindible actualmente en estudios científicos-tecnológicos, ya que es la lengua franca de comunicación científica. Este idioma permite, además, el acceso a cualquier estudiante del Espacio Europeo de Educación Superior o de otros sistemas educativos. La impartición en inglés da una dimensión internacional a los estudios, pero puede representar una barrera para estudiantes españoles o sudamericanos. Por estas razones y para facilitar el seguimiento en ambos idiomas:

- Los materiales proporcionados por los profesores en las plataformas digitales para el seguimiento de clases y trabajo personal estarán en inglés.
- La atención a los estudiantes, clases prácticas de cualquier tipo, o actividades en pequeño grupo se adaptarán al idioma del estudiante o grupo.
- Las clases magistrales se impartirán preferentemente en inglés, pero adaptándose a las necesidades del grupo. En el caso de ser necesario, se realizarán grabaciones en castellano.

### A2. Internacionalización del currículum

El Máster en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas, se propone como estudios de 90 ECTS. En general, en España, los grados son de 240 ECTS, mientras que en muchos países de nuestro entorno son de 180 ECTS. La realización de 30 ECTS de formación, permitirían también a estudiantes extranjeros poder acceder a éste título.

Existen en la Facultad de Ciencias numerosos convenios ERASMUS para estudios de física que permitirán a los estudiantes pasar un semestre en una universidad europea. Son de especial interés los convenios con:

- Universidad de Grenoble-Alpes: Máster en Física con menciones en Astrofísica y Física subatómica y cosmología.
- Universidad de Turín: Master en Física de astropartículas y cosmología.
- Universidad de Estrasburgo: Máster en Física con menciones en Astrofísica y Física subatómica y cosmología.
- Universidad de Gotemburgo: Máster en Física con asignaturas de física de partículas, física subatómica y astrofísica.
- Universidad de Coimbra: Máster en Física nuclear y de partículas.
- Universidad Paris Sud 11: Master en Física con menciones en Astronomía y astrofísica, en Núcleos, partículas, astropartículas y cosmología y en Física de altas energías.

Cabe destacar el actual Convenio de doble titulación con el Master in Theoretical Physics and Applications de la Universidad Cergy-Pontoise (París, Francia), gestionado por el DFTUZ para el Máster U. de Física y Tecnologías Físicas que se podrá hacer extensivo al Máster en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

Además, una vez el Máster se haya aprobado, desde la Comisión de Garantía de la Calidad, junto con el Vicedecano de Internacionalización y Programas de Movilidad, se buscará fortalecer estos convenios así como hacer nuevos tanto en Europa como en otras zonas del mundo y explorar la posibilidad en un futuro de solicitar un título conjunto Erasmus Mundus.

### A3. Acciones para la captación de estudiantes internacionales

El Máster propone unos estudios distintivos, únicos a nivel internacional, formación a cargo de expertos, prácticas y estancias en centros internacionales, bilingüismo y uso de TIC. Estos factores lo convierten, ya por sí mismos, en una oferta atractiva a nivel internacional. Algunas opciones para la captación de estudiantes internacionales son:

- Difusión activa de los estudios por parte de profesores e investigadores de la UZ, el LSC y el CEFCA en reuniones y escuelas científicas, universidades y centros de investigación o colaboraciones científicas.
- Acuerdos Erasmus potenciando los existentes y explorando posibilidades a nivel europeo y extra comunitario.
- Ofrecer estancias Erasmus internship para estudiantes de grado o recién graduados en física, matemáticas o ingenierías. Tras su estancia, muchos muestran un gran interés por continuar sus estudios en nuestro país.
- Estudio de acuerdos Erasmus Mundus para la creación de másteres conjuntos con otras instituciones europeas.
- Solicitud de participación en programas de cooperación internacional, como “Mujeres por África” o cualquier otra convocatoria del Ministerio de Asuntos Exteriores.

- Programas de estancias de la fundación Banco Santander para países sudamericanos.

Se buscará además el apoyo tanto del Vicedecano de Internacionalización y Programas de Movilidad de la Facultad de Ciencias como del Vicerrectorado de Internacionalización y Cooperación de la Universidad de Zaragoza para su difusión en jornadas o actos a nivel internacional en los que participe tanto la facultad como la universidad.

#### **A4. Prácticas internacionales**

En el Máster se va a dar una gran importancia a las estancias de prácticas, así como a la realización de trabajos fin de máster en modalidad de estancia de investigación. Se ha contactado ya con centros como IRFU (Francia), ILL (Francia), CERN (Suiza), SISSA (Italia), Centro Atómico de Bariloche y laboratorio subterráneo de los Andes (Argentina) o el laboratorio subterráneo CJPL y U. Shangai (China), que han confirmado su disponibilidad para la realización de estancias de nuestros estudiantes. Algunos de los convenios ya se han firmado y en otros se está trabajando. Algunos de estos centros disponen de recursos propios para financiar la estancia de estudiantes.

Además, el Máster está apoyado por Centros e Instituciones con sede en Aragón, pero con una gran proyección internacional y donde son posibles estancias de investigación. El Laboratorio Subterráneo de Canfranc, el Centro de Física del Cosmos de Aragón, el Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual o el Departamento de Física Teórica de la UZ son lugares que cuentan con investigadores y estudiantes extranjeros y donde el intercambio de ideas entre personas de diferentes nacionalidades sucede de forma habitual.

La Universidad de Zaragoza coordina la Acción COST CA18108 "Quantum gravity phenomenology in the multi-messenger approach", un proyecto europeo sobre física de astropartículas que involucra a investigadores de 27 países europeos (y de 7 de fuera de Europa, que actúan como "observadores"), cuyo objetivo es facilitar la colaboración entre físicos teóricos y físicos experimentales expertos en la detección de astropartículas (fotones, neutrones, rayos cósmicos y ondas gravitacionales). Las actividades de la Acción COST incluyen las "Training Schools", de interés para estudiantes de doctorado (y también de nivel posdoctoral) y conferencias en las que pueden participar estudiantes de doctorado. Tanto estas actividades, como los contactos que puedan establecerse dentro de esta red europea, pueden resultar muy beneficiosos para nuestros futuros estudiantes de Máster

Finalmente, desde el Máster, profesores con experiencia asesorarán a los estudiantes en otra serie de programas internacionales, como:

- CERN: estancias técnicas de entre 4 y 18 meses, solicitud para programas de doctorado.
- Instituto Astrofísico de Canarias: programas de becas de verano, programas de doctorado.
- GSSI (Gran Sasso Science Institute): Posibilidad de enviar a nuestros estudiantes para la realización de estancias de investigación.

#### **A5. Experiencia del profesorado en impartición de docencia en centros internacionales**

En cuanto al profesorado participante en el Máster, varios profesores han impartido clases en programas de grado y doctorado en universidades extranjeras, y una gran parte ha participado en actividades formativas dentro de escuelas internacionales como el Taller de Altas Energías, que se imparte todos los años en Centro de Ciencias de Benasque, o la "International School on Astroparticle Physics (ISAPP). Además, se han coordinado y tutorizado acuerdos Erasmus para estancias de estudio y también se han recibido numerosos estudiantes extranjeros para estancias en prácticas en el programa Erasmus internship.

Si bien la impartición de clases presenciales por parte de profesorado extranjero está limitada por los recursos financieros, una serie de estrategias y una planificación de las actividades docentes nos permitirán contar con la colaboración de prestigiosos investigadores:

- Investigadores visitantes en el departamento de Física Teórica UZ, el LSC o el CEFCFA.
- Actividades, escuelas y congresos en el Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual.
- Videoconferencias con investigadores de otros centros.
- Material de charlas y conferencias grabado y organizado en actividades formativas para poder ser utilizado en las diferentes asignaturas del Máster.

Así, el Máster propuesto puede ayudar a incrementar las relaciones internacionales de la UZ y de los grupos de investigación involucrados.

**ANEXO B ÁREAS VINCULADAS**

Denominación

- FT → Física Teórica
- FAMN→ Física Atómica, Molecular y Nuclear
- AA→Astronomía y Astrofísica
- Elec→ Electrónica
- Opt→> Óptica
- CCIA→Ciencias de la Computación e Int. Artificial

Las Áreas vinculadas a cada asignatura son:

MATERIA	ASIGNATURA	Áreas Vinculadas
<b>Módulo obligatorio</b>		
<b>Temas actuales</b>	Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas	FT, FAMN, AA, Elec, Opt, CCIA
<b>Métodos matemáticos y computacionales</b>	Métodos matemáticos y computacionales en cosmología, astrofísica y física de partículas	FT, FAMN, AA, Elec, Opt, CCIA
<b>Módulo Trabajo Fin de Máster</b>		
<b>Trabajo Fin de Máster</b>	Trabajo Fin de Máster	FT, FAMN, AA, Elec, Opt, CCIA
<b>Módulo prácticas externas</b>		
<b>Prácticas externas</b>	Prácticas externas y actividades complementarias	FT, FAMN, AA, Elec, Opt, CCIA
<b>Módulo optativo</b>		
<b>Cosmología y relatividad</b>	Cosmología I: el universo temprano	FT, FAMN, AA.
	Cosmología II: formación de estructuras en el universo	FT, FAMN, AA.
	Relatividad general y ondas gravitacionales	FT, FAMN, AA.
<b>Astrofísica</b>	Astrofísica observacional	FT, FAMN, AA.
	Astrofísica estelar	FT, FAMN, AA.
	Astrofísica extragaláctica	FT, FAMN, AA.
<b>Física de partículas</b>	Teoría cuántica de campos	FT, FAMN, AA.
	Electrodinámica: interacción de radiación y materia	FT, FAMN, AA.
	Teoría y fenomenología del Modelo Estándar de física de partículas	FT, FAMN, AA.
<b>Física de astropartículas</b>	Física de partículas más allá del Modelo Estándar	FT, FAMN, AA.
	Física de astropartículas I: rayos gamma, neutrinos y rayos cósmicos	FT, FAMN, AA.
	FT, FAMN, AA.	FT, FAMN, AA.
<b>Técnicas instrumentales</b>	Técnicas de bajo fondo radiactivo	FT, FAMN, AA.
	Física e ingeniería de detectores de partículas	FT, FAMN, AA, Elec, Opt.
	Instrumentación avanzada para experimentos de astronomía y física de partículas	FAMN, AA, Elec, Opt.

## ANEXO B MEMORIA ECONÓMICA

Como se ha mencionado en la Memoria el Centro de Astropartículas y Física de Altas Energías cuenta dentro de la Facultad de Ciencias con recursos físicos para poder desarrollar actividades de docencia e investigación: aulas, laboratorios de investigación y el laboratorio de bajas actividades (LABAC).

1. Espacios para desarrollar actividades de docencia e investigación en las áreas de Física Teórica (FT), Física Atómica, Molecular y Nuclear (FAMN) y Electrónica. Estos espacios pertenecen a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza y son gestionados por el Departamento de Física Teórica: dos Seminarios (FT y FAMN), tres salas de reuniones (dos de FT y una de FAMN), una sala de informática (FT), dos laboratorios de docencia (FAMN) y dos laboratorios de investigación (FAMN), dos laboratorios de electrónica (FAMN y Elec) y un taller (FAMN).
2. Laboratorios de investigación. Los laboratorios de investigación del área de FAMN se encuentran en varios edificios y sedes: (a) Laboratorios de la Facultad de Ciencias; (b) Laboratorio en el campus Río Ebro (c) Antiguo laboratorio de Canfranc, gestionado por el LSC y situado al lado del actual laboratorio.
3. El laboratorio de bajas actividades (LABAC). Este laboratorio-servicio se encuentra ubicado en el Edificio A de la Facultad de Ciencias y dispone de una serie de espacios equipados para sus funciones: laboratorio de recepción de muestras, laboratorio de radioquímica y laboratorio de radiofísica.

Además se cuenta con los recursos de los Centros de Investigación que participan en la propuesta: el LSC (sala de conferencias, aula de divulgación, talleres y laboratorios) y el CEFCA, responsable del Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ), que cuenta con dos telescopios profesionales de gran campo de visión (FoV) con calidad de imagen en todo el campo.

Las clases prácticas se impartirán en los laboratorios de docencia e investigación del Departamento de Física Teórica y centros participantes y se solicitará el uso de una o dos aulas de la facultad e Ciencias, así como tiempo en aulas de informática.

Así, gracias a la colaboración de los grupos de investigación implicados en el máster se tiene acceso a avanzados equipos de investigación puestos a disposición de las enseñanzas del máster por parte de sus responsables y utilizados tanto en clases prácticas de asignaturas, prácticas externas o trabajos fin de máster.

Estos recursos materiales disponibles son suficientes y adecuados. No se solicitan, por lo tanto, recursos materiales para el desarrollo de la Titulación, aunque sería muy interesante poder contar en un futuro con recursos para renovar toda la instrumentación del laboratorio de docencia, que en muchos casos data de los años 1960's.

Respecto a los recursos humanos, se considera que el personal disponible para impartir los 120 ECTS que corresponden aproximadamente a la docencia del Título es algo reducido por lo que se solicitaría la contratación de los profesores con perfiles diferentes: (a) Astronomía y Astrofísica y (b) Física de Partículas y Astropartículas. El primer perfil implicaría una mayor relación con el CEFCA y ayudaría a la vertebración dentro de Aragón de las líneas de investigación propuestas en el Máster, además de apoyar la enseñanza de Astrofísica y Astronomía dentro de la sección de Físicas. El segundo perfil es más transversal dentro del DFTUZ, ya que supondría un apoyo tanto para el Área de Física Teórica, como para la de Física Atómica, Molecular y Nuclear. En ambos casos, serían profesorado nuevo y con experiencia investigadora que aportarían sus conocimientos a estos estudios.

En la convocatoria de Másteres de Referencia se dice que *podrán recibir hasta 5.000€ por edición*. En la solicitud de reconocimiento como máster de referencia se deberá proponer el destino de dicho importe, que no deberá incluir material inventariable, y que deberá ajustarse a la normativa económica de la Universidad de Zaragoza.

En el caso del *Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas*, creemos que es muy importante el contacto con las dos ICTS de la Comunidad Autónoma de Aragón, centros impulsores de estos estudios por lo que se ha en la asignatura obligatoria de *Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas* se ha previsto la realización de actividades y estancias de 3 días (2 noches) en el Albergue de Canfranc, para actividades en el LSC, y en Arcos de las Salinas para actividades en el CEFA. Así, el dinero de la convocatoria iría dirigido a financiar parte de esta actividad

Presupuesto para 25 estudiantes:

- 4 Viajes I/V a Canfranc y a Arcos de las Salinas: ~500 € viaje → ~2000€
- Estancia y alojamiento en el Albergue Juvenil de Canfranc: 26 euros persona y noche → ~1300 €
- Estancia y alojamiento en Arcos de las Salinas: 35 euros persona y noche → ~1700 €