

1.1-1.3 DENOMINACIÓN, ÁMBITO, ESPECIALIDADES Y OTROS DATOS BÁSICOS
DENOMINACIÓN DEL TÍTULO

Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas
--

CONJUNTO*	DESCRIPCIÓN DEL CONVENIO
NO	

*Se deberá adjuntar el convenio de colaboración entre las entidades participantes en el título

RAMA Y ÁMBITO DE CONOCIMIENTO

RAMA DE CONOCIMIENTO
Ciencias
ÁMBITO DE CONOCIMIENTO
Física y astronomía

ESPECIALIDADES

ESPECIALIDAD	ECTS

¿Es obligatorio cursar una especialidad de las existentes para la obtención del título? Sí NO

MENCIÓN DUAL

MENCIÓN DUAL*	ECTS
NO	

*Se deberán adjuntar los convenios de colaboración correspondientes

1.4-1.9 UNIVERSIDADES, CENTROS, MODALIDADES, CRÉDITOS, IDIOMAS Y PLAZAS

UNIVERSIDAD RESPONSABLE	CÓDIGO RUCT
Universidad de Zaragoza	021

LISTADO DE UNIVERSIDADES PARTICIPANTES (en caso de títulos conjuntos)

CÓDIGO RUCT	UNIVERSIDAD



LISTADO DE CENTROS DE IMPARTICIÓN

CÓDIGO RUCT	CENTRO	UNIVERSIDAD
50008848	Facultad de Ciencias	Universidad de Zaragoza

CENTRO:	Facultad de Ciencias	UNIVERSIDAD:	Universidad de Zaragoza
NÚMERO TOTAL DE PLAZAS OFERTADAS			30
NÚMERO DE PLAZAS DE NUEVO INGRESO			30
MODALIDADES DE ENSEÑANZA EN LAS QUE SE IMPARTE EL TÍTULO			
PRESENCIAL	HÍBRIDA		VIRTUAL
X			
NÚMERO TOTAL DE PLAZAS OFERTADAS POR MODALIDAD			
PRESENCIAL	HÍBRIDA		VIRTUAL
30			
IDIOMAS DE IMPARTICIÓN	Castellano / Inglés		

NÚMERO DE CRÉDITOS ECTS Y SU DISTRIBUCIÓN

TIPO DE MATERIA	CRÉDITOS ECTS
Obligatorias	15
Optativas	30
Prácticas externas	
Complementos formativos	
TFM	15
NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS ECTS	60

1.10. JUSTIFICACIÓN DEL INTERÉS ACADÉMICO, CIENTÍFICO, PROFESIONAL Y SOCIAL DEL TÍTULO

El siglo XX fue un período marcado por avances significativos en la física de partículas, culminando en el descubrimiento del Bosón de Higgs en 2012, lo que completó el Modelo Estándar de partículas fundamentales y sus interacciones. Sin embargo, persisten desafíos como la comprensión profunda de esta teoría y la exploración de fenómenos más allá de ella, como la materia oscura, la energía oscura y las oscilaciones de neutrinos. En 2017, la Física de Astropartículas logró detectar conjuntamente ondas gravitacionales y rayos gamma de un mismo evento, impulsando la astrofísica multimensajera.

En este contexto, se creó el Centro de Astropartículas y Física de Altas Energías (CAPA) en la Universidad de Zaragoza, con el propósito de investigar y especializarse en Física de Altas Energías y Astropartículas, desde donde surge la propuesta de un Máster Universitario en Física del Universo, que abarque Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas, avalada por 3 Grupos de Investigación de Excelencia del Gobierno de Aragón: Grupo de Física Nuclear y Astropartículas (GIFNA), Grupo Teórico de Física de Altas Energías, y Astrofísica con Grandes Cartografiados.



Aragón destaca en estas áreas con investigadores líderes, grupos científicos sobresalientes, e instalaciones únicas, como el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) y el Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ), gestionado por Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA). Estos centros, junto al CAPA, conforman un mapa que hacen de Aragón un referente internacional en Física.

El Master propone unos estudios únicos y diferenciados a nivel nacional e internacional. En el contexto académico nacional existen 3 o 4 títulos de máster que ofrecen créditos en asignaturas de Física de Partículas, Cosmología, Astrofísica y Astronomía:

- [Máster en Astrofísica, Física de Partículas y Cosmología \(UB\)](#)
- [Máster Universitario en Física de Altas Energías, Astrofísica y Cosmología / High Energy Physics, Astrophysics and Cosmology \(UAB\)](#)
- [Máster en Física de Partículas y del Cosmos \(UCA\)](#)
- [Máster Universitario en Física Avanzada: Partículas, Astrofísica, Nanofísica y Materiales Cuánticos \(UniOvi\)](#)
- [Máster Universitario en Física Avanzada \(UV\)](#)
- [Máster UCM en Astrofísica \(UCM\)](#)
- [Máster Universitario en Astrofísica \(ULL\)](#)

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, y con acceso a dos infraestructuras científicas y técnicas singulares (ICTS) complementarias.

A nivel internacional existen algunos títulos en universidades francesas (Cergy-Paris, Paris-Saclay, Sorbona, o Grenoble-Alpes), Italia (Milano-Bicocca, Turín, Bolonia, Bari o Padova) o Alemania (U. Tübingen), de 120 ECTS, que ofrecen alguna especialización similar, aunque en general más teórica que la propuesta de Aragón, y con los que se tienen ya, o se trabajará para conseguir, acuerdos Erasmus y de doble titulación.

Para elaborar la memoria de la titulación de 90 ECTS que se extingue para iniciar esta nueva propuesta de 60 ECTS se realizaron una serie de procedimientos de consulta externos.

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 formó parte de la Comisión para la elaboración de la memoria de Máster.

Además, se contactó 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 (ICCUB) de la Universidad de Barcelona, investigadores del ICMA, expertos en instrumentación de empresas como CAEN, Hamamatsu, ATI systems o Camberra o investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía, entre otros.

También se han recibido apoyos explícitos desde grupos de investigación que trabajan en centros como DESY y Maxk Planck en Alemania, el Institut de Recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (IRFU) en Francia, Scuola Internazionale Superiori di Studi Avanzati (SISSA) y Gran Sasso Science Institute (GSSI) en Italia, la Universidad de Shangai Jiao Tong (China) y el China Jinping Underground Laboratory (CJPL), el Centro Atómico de Bariloche (Argentina) y el Laboratorio Subterráneo de los Andes.



La propuesta de estos estudios también se ha comentado 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 por parte de investigadores internacionales e iniciar la difusión de los estudios.

En todos los casos se destaca 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.

Por otra parte, y aunque la titulación de 90 ECTS que se extingue para iniciar esta nueva propuesta de 60 ECTS solo se ha impartido 2 cursos completos (2021-22 y 2022-23), ya se pueden medir algunos resultados en términos de colaboración entre los mencionados centros de investigación (CAPA, LSC y CEFCA) y sus investigadores, y en términos de empleabilidad. La formación avanzada en estos temas ha posibilitado que varios estudiantes hayan iniciado estudios de doctorado, y otros hayan obtenido contratos de investigación. Los estudiantes que finalizaron sus estudios en 2022-23, y que no se encontraban ya trabajando, han conseguido contratos predoctorales o de investigador. Un 50% de los estudiantes que finalizarán en 2023-24 tienen ya contratos de investigación. [El nivel de satisfacción de estos alumnos tanto con la docencia como con la titulación es muy elevado, cercano al máximo.](#)

La creación de estos estudios de Máster reúne la experiencia y conocimiento existente en Aragón en un programa diferenciado, tejiendo una red entre centros singulares y el CAPA. Esto podría consolidar a Aragón como un polo científico en Cosmología, Astrofísica, Astropartículas y Física de Partículas, beneficiando tanto a estudiantes como a investigadores y fortaleciendo las colaboraciones en estas áreas de vanguardia.

1.11. PRINCIPALES OBJETIVOS FORMATIVOS DEL TÍTULO

Formar personas competentes para integrarse como investigadores o técnicos cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

Proporcionar una formación especializada en el campo de la Cosmología, la Astrofísica, la Astronomía, las Astropartículas y la Física de Partículas, tanto en una orientación teórica-fenomenológica como experimental o tecnológica, que les permita iniciar una tesis doctoral, preparar la prueba de Físico Interno Residente (FIR), o acceder a un puesto técnico en empresas y centros de investigación.

Ofrecer a los estudiantes un entorno de aprendizaje activo para que se formen en: la comprensión de teorías físicas, resolución de problemas teóricos y discusión de resultados; instrumentación y técnicas de laboratorio; el uso de técnicas y herramientas para modelización, simulación, análisis e interpretación de datos; habilidades de comunicación para la presentación de resultados del trabajo científico; competencias de trabajo en equipo y en grupos de investigación multidisciplinares; la capacidad de un aprendizaje continuo; la responsabilidad social y ética del trabajo científico; etc.

Las materias obligatorias tienen como objetivo proporcionar al estudiante conocimientos y herramientas imprescindibles para acercarse al campo de investigación en las líneas propuestas por el Máster. Las optativas, introducirlo 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. El objetivo del Trabajo Fin de Máster es ofrecer una inmersión real en la investigación.

1.11.bis OBJETIVOS FORMATIVOS DE LAS ESPECIALIDADES/MENCIONES DUALES

No procede



1.12. ESTRUCTURAS CURRICULARES ESPECÍFICAS Y JUSTIFICACIÓN DE SUS OBJETIVOS

No procede

1.13. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS DE INNOVACIÓN DOCENTE ESPECÍFICAS Y JUSTIFICACIÓN DE SUS OBJETIVOS

No procede

1.14. PERFILES FUNDAMENTALES DE EGRESO A LOS QUE SE ORIENTAN LAS ENSEÑANZAS

Perfil resumido:

Experto en Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas, con habilidades en software y, tratamiento de datos, así como en instrumentación y tecnología.

Perfil extendido:

Profesional con capacidad para iniciar una Tesis Doctoral, otros estudios de especialización, y/o integrarse como investigadores o técnicos cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

Perfil investigador. El egresado obtiene una formación especializada y avanzada que lo capacitan para iniciar un doctorado en el ámbito de Física y Astronomía, o actividades de investigación científica realizadas en el sector público o en divisiones de I+D+I del sector privado.

Perfil técnico de experto en software y análisis de datos capacitado para trabajar en una amplia variedad de industrias y entornos: tecnología de la información (TI), empresas de datos y analítica, salud, compañías financieras, marketing y publicidad, energía y medio ambiente, inteligencia artificial y aprendizaje automático, organismos públicos, etc.

Perfil técnico de experto en instrumentación y tecnología capacitado para trabajar en áreas como: física de partículas, astrofísica y astronomía, medicina nuclear, imagen médica, tecnologías nucleares, investigación en ciencia de materiales, seguridad y defensa, medioambiente, exploración geofísica, física médica, etc.

Perfil de profesor y divulgador que permite salidas profesionales en: docencia, creación de contenidos, museos y centros de ciencias, medios de comunicación, divulgación, etc.

1.14.bis HABILITACIÓN PROFESIONAL

No habilita.

2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE

2.1. CONOCIMIENTOS

CO_01 Describir las líneas de investigación puntera en cosmología, astrofísica, física de partículas y astropartículas.

CO_02 Citar los grandes centros e instalaciones donde se desarrolla este tipo de investigación para tener una visión global y actual de la investigación en estos temas.

CO_03 Revisar grandes experimentos y colaboraciones internacionales en este campo de investigación.

CO_04 Explorar a fondo las teorías fundamentales que explican la evolución del universo, la estructura de los astros y la naturaleza de las partículas subatómicas.



- CO_05 Revisar los modelos cosmológicos, la dinámica estelar y las interacciones fundamentales entre partículas.
- CO_06 Identificar instrumentación utilizada en cosmología, astrofísica y física de partículas: telescopios espaciales, detectores de ondas gravitacionales, detectores de partículas, y la electrónica asociada
- CO_07 Discutir las técnicas experimentales utilizadas en este ámbito para detectar e identificar las señales obtenidas en la instrumentación.
- CO_08 Revisar las herramientas matemáticas que permiten la formulación de los conceptos, principios, teorías o modelos estudiados en cosmología, astrofísica y física de partículas
- CO_09 Comprender los métodos estadísticos necesarios para el análisis e interpretación de datos obtenidos en experimentos o simulaciones en el ámbito del Título.
- CO_10 Identificar las herramientas computacionales utilizadas para la formulación de teorías, tratamiento de datos, o simulaciones.

2.2. HABILIDADES

- HA_01 Seleccionar la teoría adecuada para explicar observaciones y realizar predicciones en cosmología, astrofísica y la física de partículas.
- HA_02 Resolver problemas en la física de partículas, astrofísica y cosmología, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y la capacidad de síntesis de nuevas ideas y técnicas
- HA_03 Construir modelos matemáticos y/o computacionales sencillos para explicar observaciones actuales en cosmología, astrofísica y la física de partículas e intentar hacer predicciones.
- HA_04 Aplicar técnicas estadísticas y computacionales al análisis de datos obtenidos en observaciones astrofísicas y cosmológicas o en experimentos de física de partículas y astropartículas.
- HA_05 Utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos más comunes en este tipo de investigación
- HA_06 Aplicar técnicas observacionales e instrumentales al trabajo experimental en cosmología, astrofísica, física de partículas y astropartículas.

2.3. COMPETENCIAS

Estas competencias corresponden al proyecto denominado Sello 1+5 Unizar:

- CP_01: Valores democráticos y sostenibilidad. Desarrollar el compromiso con la sociedad en la que vivimos para que ésta prospere a través de las dimensiones de los valores democráticos y de la sostenibilidad, materializada en el marco global que la defina en cada momento.
- CP_02: Trabajo en equipo. Colaborar activamente con un grupo de personas para lograr una meta común sumando los diferentes talentos.
- CP_03: Pensamiento crítico. Razonar de manera reflexiva sobre un tema siendo capaz de deliberar sobre su validez sometiendo las convicciones propias y externas a debate.
- CP_04: Inteligencia emocional. Comprender y regular las emociones propias y las de los demás para interactuar y participar de una manera eficaz y constructiva en la vida social y profesional.
- CP_05: Innovación y Creatividad. Diseñar y realizar una tarea nueva o un proyecto de forma diferente utilizando creatividad y curiosidad para aportar valor con actitud emprendedora.
- CP_06: Autoaprendizaje permanente. Utilizar el aprendizaje de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo y flexible a lo largo y ancho de la vida para formar parte de una ciudadanía activa, motivada e integrada favoreciendo la mejora de empleo o el desarrollo personal.



Además, se añaden, como propias del Título:

CP_07 Comunicación. Comunicar los resultados del trabajo científico, de forma oral o escrita, en castellano o inglés, a un público especializado o general, de un modo claro y sin ambigüedades.

CP_08 Trabajo autónomo: Organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.

3. ADMISIÓN, RECONOCIMIENTO Y MOVILIDAD

3.1. REQUISITOS DE ACCESO Y PROCEDIMIENTOS DE ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

Las condiciones para el acceso a las enseñanzas oficiales de Máster Universitario, así como los procedimientos de admisión, vienen regulados en el artículo 18 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre.

El **acceso y la admisión** a las titulaciones de máster de la Universidad de Zaragoza están regulados por la [Normativa de acceso y admisión a título de Máster](#). En ella se detallan tanto los requisitos como los procedimientos para realizar este proceso que se divide en varias fases de admisión y de matrícula que se abren a lo largo del año. Es posible solicitar Autorización de Acceso, por parte de aquellas personas que disponen de un título extranjero de educación superior obtenido en un sistema educativo que no forme parte del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) que equivalga al título de Grado, sin necesidad de su homologación o declaración de equivalencia. Esta autorización puede solicitarse en cualquier momento del año.

El **perfil de ingreso** para este máster es el correspondiente a egresados con una sólida formación en física y matemáticas, que puede corresponder a personas tituladas en Física, o estudios universitarios del ámbito de la ingeniería o de las ciencias.

La Comisión Académica del Máster ha establecido los criterios de admisión y los aplicará respetando los principios de igualdad, mérito y capacidad en caso de haber más solicitantes que plazas. Para establecer el orden de prelación se calculará una nota de admisión para cada solicitante en la que se valorarán los siguientes criterios con la ponderación indicada: expediente académico (70%), titulación de procedencia (30%).

Los candidatos cuya lengua materna no sea el español o el inglés deberán acreditar el nivel B2 o equivalente de conocimiento [en](#)-estas lenguas, según el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCERL).

3.2. CRITERIOS PARA EL RECONOCIMIENTO Y TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS

CRITERIOS GENERALES

El reconocimiento y transferencia de créditos académicos de los títulos universitarios oficiales se rige por lo dispuesto en el art. 10 del R.D. 822/2021 de 28 de septiembre.

En la Universidad de Zaragoza el reconocimiento y transferencia de créditos se realizará de acuerdo con lo establecido en su [Reglamento de reconocimiento y transferencia de créditos](#), y según los procedimientos y plazos especificados en la [Información académica de reconocimiento y transferencia de créditos](#).

CRITERIOS ESPECÍFICOS

Reconocimiento de Créditos cursados en Títulos Propios	
MÍNIMO	MÁXIMO
0	0
Reconocimiento de Créditos cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional	
MÍNIMO	MÁXIMO
6	6



Reconocimiento de Créditos por experiencia laboral y profesional:

Se podrán reconocer 6 créditos ECTS de cualquiera de las materias optativas por experiencia laboral y profesional debidamente acreditada en instituciones públicas, empresas u otras entidades. La acreditación de puestos propios de físico, matemático o ingeniero da lugar al reconocimiento con la siguiente correspondencia:

- Reconocimiento de créditos de optatividad en Máster: 1 ECTS por, al menos, 250 horas de experiencia profesional, con un mínimo de 6 ECTS. Esto implica que la persona que quiera reconocer créditos de materias optativas deberá poder acreditar un mínimo de 1500 horas de experiencia laboral.

De acuerdo con el artículo 17 de la normativa de la Universidad de Zaragoza, "para obtener el reconocimiento se deberá presentar copia de la vida laboral o del contrato, con la indicación de la categoría laboral, así como un informe sobre las actividades realizadas, avalado por la empresa o institución donde se realizaron.". El informe de actividades deberá acreditar, a juicio de la Coordinación/Comisión de Garantía de la Calidad del Máster, que el alumno ha alcanzado los resultados de aprendizaje de la materia optativa cuyo reconocimiento se solicita.

3.3. PROCEDIMIENTOS PARA LA ORGANIZACIÓN DE LA MOVILIDAD DE LOS ESTUDIANTES PROPIOS Y DE ACOGIDA

PROCEDIMIENTOS

El procedimiento para organizar la movilidad en la Universidad de Zaragoza se establece en la siguiente normativa: [Movilidad nacional e internacional](#)

MOVILIDAD ESPECÍFICA

Se posibilita la participación en la movilidad específica para el Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas por la Universidad de Zaragoza, canalizado por el procedimiento organizado por la [Facultad de Ciencias](#):

- 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, con el que se tiene un convenio UNITA para el desarrollo de actividades conjuntas.
- 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.
- Doble titulación con la Universidad de Cergy-Paris.

4. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

4.1. ESTRUCTURA BÁSICA DE LAS ENSEÑANZAS

El Máster se dirige a graduados en Física y campos afines y abarca diversas áreas, como detección de materia oscura, modelización de materia oscura en galaxias, física de axiones, física de neutrinos, teorías gauge, fenomenología del Modelo Estándar y más allá, incluyendo, además, actividades prácticas en el LSC y el CEFA.



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 60 ECTS distribuidos de la siguiente manera:

- 15 ECTS obligatorios (1 materia de 6 ECTS y otra de 9 ECTS)
- 30 ECTS optativos (a elegir entre una oferta total de 6 materias, incluyendo la interdisciplinar)
- 15 ECTS de Trabajo Fin de Máster

Materias obligatorias:

- Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas (6 ECTS).
- Métodos y técnicas en cosmología, astrofísica y física de partículas (9ECTS).

Materias optativas de 12 ECTS cada una:

- Cosmología y gravitación.
- Física de partículas.
- Física de astropartículas.
- Astrofísica.
- Tecnología e instrumentación.

Cada estudiante podrá optar por participar en un proceso de aprendizaje interdisciplinar que le permita elegir entre un número determinado de asignaturas de otros títulos de máster universitario ofertadas por su afinidad con la titulación cursada. Este planteamiento está descrito con detalle en el documento "[El aprendizaje interdisciplinar en la Universidad de Zaragoza](#)". [Existe una materia interdisciplinar de 6 ECTS con este propósito.](#)

De cara a la implantación del título, se desarrollará un documento adicional (Proyecto Formativo de Titulación) en el que se detalle la planificación por asignaturas para cada curso académico, así como el listado de asignaturas optativas ofertadas y [los resultados de aprendizaje específicos que corresponden en cada asignatura a los resultados de aprendizaje generales antes mencionados.](#)

4.1.a. RESUMEN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Tabla 4a. Resumen del plan de estudios

Módulo	Materia	Carácter	Créditos ECTS
Obligatorio	Métodos y técnicas en cosmología, astrofísica y física de partículas	Obligatorio	9
	Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas	Obligatorio	6
TOTAL MÓDULO OBLIGATORIO			15
Optativo	Cosmología y gravitación	Optativo	12
	Física de partículas	Optativo	12
	Física de astropartículas	Optativo	12
	Astrofísica	Optativo	12
	Tecnología e instrumentación	Optativo	12
TOTAL MÓDULO OPTATIVO			60
Interdisciplinar	Interdisciplinar	Optativo	6
TOTAL MÓDULO INTERDISCIPLINAR			6



Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	15
TOTAL MÓDULO TRABAJO FIN DE MÁSTER			15
TOTAL			96

Tabla 4b. Planificación temporal

Curso	Semestre	Materia	ECTS	Curso	Semestre	Materia	ECTS
1º	A	Métodos y técnicas en cosmología, astrofísica y física de partículas	9	1º	1º	Asignaturas optativas	18
1º	A	Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas	6	1º	2º	Asignaturas optativas	12
1º	A	Trabajo Fin de Máster	15	1º			
TOTAL CURSO 1							60

Tabla 4c. Estructura de las especialidades

No procede

4.1.b. PLAN DE ESTUDIOS DETALLADO

Tabla 4d

Materia 1	Métodos y técnicas en cosmología, astrofísica y física de partículas	Nº ECTS:	9
Tipología	<i>obligatoria</i>		
Organización temporal	<i>Anual</i>		
Modalidad	<i>presencial</i>		
Resultados de aprendizaje	<p>CO_08 Revisar las herramientas matemáticas que permiten la formulación de los conceptos, principios, teorías o modelos estudiados en cosmología, astrofísica y física de partículas</p> <p>CO_09 Comprender los métodos estadísticos necesarios para el análisis e interpretación de datos obtenidos en experimentos o simulaciones en el ámbito del Título.</p> <p>CO_10 Identificar las herramientas computacionales utilizadas para la formulación de teorías, tratamiento de datos, o simulaciones.</p> <p>HA_03 Construir modelos matemáticos y/o computacionales sencillos para explicar observaciones actuales en cosmología, astrofísica y la física de partículas e intentar hacer predicciones.</p> <p>HA_04 Aplicar técnicas estadísticas y computacionales al análisis de datos obtenidos en observaciones astrofísicas y cosmológicas o en experimentos de física de partículas y astropartículas.</p> <p>HA_05 Utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos más comunes en este tipo de investigación.</p> <p>CP_05: Innovación y Creatividad. Diseñar y realizar una tarea nueva o un proyecto de forma diferente utilizando creatividad y curiosidad para aportar valor con actitud emprendedora.</p> <p>CP_06: Autoaprendizaje permanente. Utilizar el aprendizaje de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo y flexible a lo largo y ancho de la vida para formar parte de una ciudadanía activa, motivada e integrada favoreciendo la mejora de empleo o el desarrollo personal.</p> <p>CP_08 Trabajo autónomo: Organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.</p>		
Breve descripción de los contenidos de la materia			
<p>La materia ha sido concebida para hacer una revisión y trabajar los diferentes métodos y técnica que se utilizan en cosmología, astrofísica y física de partículas. Se estructura en varios bloques.</p> <p>1. Métodos computacionales (3 ECTS):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Métodos numéricos: interpolación, integración, ecuaciones diferenciales, problemas de N-cuerpos, etc. - Herramientas y técnicas informáticas de modelización, simulación, procesado y análisis de datos. <p>2. Métodos y técnicas estadísticas (3 ECTS):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estadística básica y análisis de datos. 			



<ul style="list-style-type: none"> - Test estadísticos y sensibilidad de detección. Aplicaciones informáticas. - Procesado y análisis de datos en física de partículas, en astrofísica y cosmología. <p>3. Métodos y técnicas especializadas (3 ECTS):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas y aplicaciones informáticas de simulación en física de partículas y astrofísica - Bases de datos en astrofísica y cosmología. - Métodos geométricos en física: fundamentos de geometría diferencial, cálculo tensorial, grupos y álgebras de Lie y algunas de sus aplicaciones en física. 			
Materia 2	Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas	Nº ECTS:	6
Tipología	<i>Obligatorio</i>		
Organización temporal	<i>Anual</i>		
Modalidad	<i>presencial</i>		
Resultados de aprendizaje	<p>CO_01 Describir las líneas de investigación puntera en cosmología, astrofísica, física de partículas y astropartículas.</p> <p>CO_02 Citar los grandes centros e instalaciones donde se desarrolla este tipo de investigación para tener una visión global y actual de la investigación en estos temas.</p> <p>CO_03 Revisar grandes experimentos y colaboraciones internacionales en este campo de investigación.</p> <p>CO_04 Explorar a fondo las teorías fundamentales que explican la evolución del universo, la estructura de los astros y la naturaleza de las partículas subatómicas.</p> <p>CO_05 Revisar los modelos cosmológicos, la dinámica estelar y las interacciones fundamentales entre partículas.</p> <p>CO_06 Identificar instrumentación utilizada en cosmología, astrofísica y física de partículas: telescopios espaciales, detectores de ondas gravitacionales, detectores de partículas, y la electrónica asociada</p> <p>CO_07 Discutir las técnicas experimentales utilizadas en este ámbito para detectar e identificar las señales obtenidas en la instrumentación.</p> <p>HA_01 Seleccionar la teoría adecuada para explicar observaciones y realizar predicciones en cosmología, astrofísica y la física de partículas.</p> <p>HA_06 Aplicar técnicas observacionales e instrumentales al trabajo experimental en cosmología, astrofísica, física de partículas y astropartículas.</p> <p>CP_01: Valores democráticos y sostenibilidad. Desarrollar el compromiso con la sociedad en la que vivimos para que ésta prospere a través de las dimensiones de los valores democráticos y de la sostenibilidad, materializada en el marco global que la defina en cada momento.</p> <p>CP_02: Trabajo en equipo. Colaborar activamente con un grupo de personas para lograr una meta común sumando los diferentes talentos.</p> <p>CP_03: Pensamiento crítico. Razonar de manera reflexiva sobre un tema siendo capaz de deliberar sobre su validez sometiendo las convicciones propias y externas a debate.</p> <p>CP_04: Inteligencia emocional. Comprender y regular las emociones propias y las de los demás para interactuar y participar de una manera eficaz y constructiva en la vida social y profesional.</p> <p>CP_07 Comunicación. Comunicar los resultados del trabajo científico, de forma oral o escrita, en castellano o inglés, a un público especializado o general, de un modo claro y sin ambigüedades.</p>		
Breve descripción de los contenidos de la materia			
<p>La materia ha sido concebida para dar una visión general de las fronteras de la investigación en temas de Cosmología, Astrofísica y Física de Partículas.</p> <p>La finalidad es que todos los estudiantes se acerquen y conozcan las líneas de investigación del Título.</p> <p>El contenido de la materia incluye revisiones actualizadas de seis temas (tres temas por semestre):</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cosmología, - Grandes instalaciones dedicadas a la física de partículas, las astropartículas y la astrofísica., - Física de partículas, - Física de astropartículas, - Relatividad y ondas gravitacionales, - Astrofísica. <p>Se imparten seminarios sobre temas de interés:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evolución del Universo - Agujeros negros y ondas Gravitacionales - Exoplanetas y exotierras - Técnicas de simulación en Astrofísica - Test del Modelo Estándar y más allá en grandes aceleradores - Detección de Materia Oscura - Multimensajeros cósmicos 			



<ul style="list-style-type: none"> - La masa del neutrino - Física de partículas en el retículo - Grandes instalaciones para la física de partículas y la astrofísica <p>Se incluyen también estancias cortas de dos días tanto en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC), en el primer semestre, como en el Observatorio Astrofísica de Javalambre (OAJ) y Galáctica, gestionadas por personal del Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA), en el segundo, para visitar estos centros y realizar en grupo prácticas especiales de investigación.</p>			
Materia 3	Cosmología y gravitación	Nº ECTS:	12
Tipología	<i>Optativo</i>		
Organización temporal	<i>Semestre 1º (6 ECTS), Semestre 2º (6 ECTS)</i>		
Modalidad	<i>Presencial</i>		
Resultados de aprendizaje	<p>CO_04 Explorar a fondo las teorías fundamentales que explican la evolución del universo, la estructura de los astros y la naturaleza de las partículas subatómicas.</p> <p>CO_05 Revisar los modelos cosmológicos, la dinámica estelar y las interacciones fundamentales entre partículas.</p> <p>CO_06 Identificar instrumentación utilizada en cosmología, astrofísica y física de partículas: telescopios espaciales, detectores de ondas gravitacionales, detectores de partículas, y la electrónica asociada</p> <p>CO_08 Revisar las herramientas matemáticas que permiten la formulación de los conceptos, principios, teorías o modelos estudiados en cosmología, astrofísica y física de partículas</p> <p>CO_10 Identificar las herramientas computacionales utilizadas para la formulación de teorías, tratamiento de datos, o simulaciones.</p> <p>HA_01 Seleccionar la teoría adecuada para explicar observaciones y realizar predicciones en cosmología, astrofísica y la física de partículas.</p> <p>HA_02 Resolver problemas en la física de partículas, astrofísica y cosmología, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y la capacidad de síntesis de nuevas ideas y técnicas.</p> <p>HA_04 Aplicar técnicas estadísticas y computacionales al análisis de datos obtenidos en observaciones astrofísicas y cosmológicas o en experimentos de física de partículas y astropartículas.</p> <p>HA_05 Utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos más comunes en este tipo de investigación.</p> <p>CP_03: Pensamiento crítico. Razonar de manera reflexiva sobre un tema siendo capaz de deliberar sobre su validez sometiendo las convicciones propias y externas a debate.</p>		
Breve descripción de los contenidos de la materia			
<p>La materia se estructurará en dos bloques temáticos:</p> <p>1. Cosmología:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción a la historia del universo. Ley de Hubble. - Cosmología de Friedmann-Robertson-Walker. - Termodinámica del Universo. Historia térmica, nucleosíntesis. Bariogénesis. - Evidencias de la expansión acelerada del Universo. El fondo cósmico de microondas. - Anisotropías del fondo cósmico de microondas. - Dificultades del modelo cosmológico estándar. Inflación. Materia oscura. - Formación y crecimiento de estructuras. <p>2. Gravitación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecuaciones de Einstein. El principio cosmológico. Soluciones de Schwarzschild y de Friedman-Lemaitre-Robertson-Walker. - El modelo cosmológico estándar. La expansión del universo y su aceleración. - Ecuaciones de equilibrio hidrostático para objetos compactos: la ecuación de Tolman-Oppenheimer-Volkoff. Límite de Chandrasekhar y colapso gravitatorio. - Agujeros negros. - Ondas gravitacionales. Producción, energía y momento transportado por las ondas gravitacionales. Detección. 			
Materia 4	Física de Partículas	Nº ECTS:	12
Tipología	<i>Optativo</i>		
Organización temporal	<i>Semestre 1º (6 ECTS), Semestre 2º (6 ECTS)</i>		
Modalidad	<i>presencial</i>		
Resultados de aprendizaje	<p>CO_02 Citar los grandes centros e instalaciones donde se desarrolla este tipo de investigación para tener una visión global y actual de la investigación en estos temas.</p> <p>CO_03 Revisar grandes experimentos y colaboraciones internacionales en este campo de investigación.</p> <p>CO_04 Explorar a fondo las teorías fundamentales que explican la evolución del universo, la estructura de los astros y la naturaleza de las partículas subatómicas.</p> <p>CO_05 Revisar los modelos cosmológicos, la dinámica estelar y las interacciones fundamentales</p>		



	<p>entre partículas.</p> <p>CO_08 Revisar las herramientas matemáticas que permiten la formulación de los conceptos, principios, teorías o modelos estudiados en cosmología, astrofísica y física de partículas</p> <p>CO_09 Comprender los métodos estadísticos necesarios para el análisis e interpretación de datos obtenidos en experimentos o simulaciones en el ámbito del Título.</p> <p>HA_01 Seleccionar la teoría adecuada para explicar observaciones y realizar predicciones en cosmología, astrofísica y la física de partículas.</p> <p>HA_02 Resolver problemas en la física de partículas, astrofísica y cosmología, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y la capacidad de síntesis de nuevas ideas y técnicas</p> <p>HA_03 Construir modelos matemáticos y/o computacionales sencillos para explicar observaciones actuales en cosmología, astrofísica y la física de partículas e intentar hacer predicciones.</p> <p>HA_04 Aplicar técnicas estadísticas y computacionales al análisis de datos obtenidos en observaciones astrofísicas y cosmológicas o en experimentos de física de partículas y astropartículas.</p> <p>CP_03: Pensamiento crítico. Razonar de manera reflexiva sobre un tema siendo capaz de deliberar sobre su validez sometiendo las convicciones propias y externas a debate.</p>
Breve descripción de los contenidos de la materia	
<p>La materia se estructura en dos bloques:</p> <p>1. Teoría de campos y partículas (6ECTs):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Campo electromagnético. - Interacción de radiación y materia. Teoría clásica de la Radiación. Radiación sincrotrón. Efecto Cherenkov. - Campos escalares y espinoriales. - Campos electromagnéticos y simetría gauge. - Electrodinámica cuántica (QED). Lagrangiano y Reglas de Feynman. - Simetrías y cuantización: anomalías, rotura espontánea, mecanismo de Higgs. - Teorías gauge no abelianas. - Cromodinámica Cuántica (QCD) <p>2. Fenomenología de física de partículas (6ECTs):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelo Estándar. Fenomenología. - Teoría electrodébil. Interacciones. - Física de la partícula de Higgs. - Física del sabor. - Física de neutrinos. - Medidas de precisión. Correcciones cuánticas. - Problemas del Modelo Estándar. Problema de las jerarquías. - Materia oscura. Modelos y candidatos. - Problema de CP fuerte y el Axión. - Búsqueda de nueva física. - Fronteras de la física. 	
Materia 5	Física de astropartículas
	Nº ECTS: 12
Tipología	<i>optativo</i>
Organización temporal	<i>Semestre 1º (6 ECTS), Semestre 2º (6 ECTS)</i>
Modalidad	<i>presencial</i>
Resultados de aprendizaje	<p>CO_02 Citar los grandes centros e instalaciones donde se desarrolla este tipo de investigación para tener una visión global y actual de la investigación en estos temas.</p> <p>CO_03 Revisar grandes experimentos y colaboraciones internacionales en este campo de investigación.</p> <p>CO_05 Revisar los modelos cosmológicos, la dinámica estelar y las interacciones fundamentales entre partículas.</p> <p>CO_06 Identificar instrumentación utilizada en cosmología, astrofísica y física de partículas: telescopios espaciales, detectores de ondas gravitacionales, detectores de partículas, y la electrónica asociada</p> <p>CO_10 Identificar las herramientas computacionales utilizadas para la formulación de teorías, tratamiento de datos, o simulaciones.</p> <p>HA_01 Seleccionar la teoría adecuada para explicar observaciones y realizar predicciones en cosmología, astrofísica y la física de partículas.</p> <p>HA_02 Resolver problemas en la física de partículas, astrofísica y cosmología, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y la capacidad de síntesis de nuevas ideas y técnicas</p>



	<p>HA_03 Construir modelos matemáticos y/o computacionales sencillos para explicar observaciones actuales en cosmología, astrofísica y la física de partículas e intentar hacer predicciones.</p> <p>HA_04 Aplicar técnicas estadísticas y computacionales al análisis de datos obtenidos en observaciones astrofísicas y cosmológicas o en experimentos de física de partículas y astropartículas.</p> <p>HA_05 Utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos más comunes en este tipo de investigación</p> <p>CP_03: Pensamiento crítico. Razonar de manera reflexiva sobre un tema siendo capaz de deliberar sobre su validez sometiendo las convicciones propias y externas a debate.</p>		
Breve descripción de los contenidos de la materia			
La materia se estructura en dos bloques temáticos:			
1. Rayos cósmicos (6ECTs):			
<ul style="list-style-type: none"> - Historia de los rayos cósmicos. Origen galáctico y extragaláctico de los rayos cósmicos y rango de energías. - Fuentes de rayos cósmicos, mecanismos de aceleración y propagación en el espacio. - Fuentes galácticas y extragalácticas de rayos gamma. - Técnicas de detección de rayos gamma y rayos cósmicos. - Rayos cósmicos sobre la superficie terrestre y en laboratorios subterráneos. - Neutrinos en astrofísica y cosmología. - Detectores y telescopios de neutrinos. - Astronomía multimensajera. - Tests de simetrías fundamentales en física de astropartículas. 			
2. Materia oscura (6 ECTS):			
<ul style="list-style-type: none"> - Materia oscura: evidencias astrofísicas y cosmológicas. - Teorías y candidatos a materia oscura. WIMPs. - Búsqueda directa de WIMPs. - Búsquedas indirectas de materia oscura. - Señales de materia oscura en aceleradores. - Neutrinos como materia oscura caliente y templada. - El problema CP fuerte. Axiones y ALPs. - Experimentos de detección de axiones. - Otros candidatos a materia oscura y modelos. 			
Materia 6	Astrofísica	Nº ECTS:	12
Tipología	<i>Optativo</i>		
Organización temporal	<i>Semestre 1º (6 ECTS), Semestre 2º (6 ECTS)</i>		
Modalidad	<i>presencial</i>		
Resultados de aprendizaje	<p>CO_02 Citar los grandes centros e instalaciones donde se desarrolla este tipo de investigación para tener una visión global y actual de la investigación en estos temas.</p> <p>CO_03 Revisar grandes experimentos y colaboraciones internacionales en este campo de investigación.</p> <p>CO_04 Explorar a fondo las teorías fundamentales que explican la evolución del universo, la estructura de los astros y la naturaleza de las partículas subatómicas.</p> <p>CO_05 Revisar los modelos cosmológicos, la dinámica estelar y las interacciones fundamentales entre partículas.</p> <p>CO_06 Identificar instrumentación utilizada en cosmología, astrofísica y física de partículas: telescopios espaciales, detectores de ondas gravitacionales, detectores de partículas, y la electrónica asociada.</p> <p>CO_08 Revisar las herramientas matemáticas que permiten la formulación de los conceptos, principios, teorías o modelos estudiados en cosmología, astrofísica y física de partículas</p> <p>CO_09 Comprender los métodos estadísticos necesarios para el análisis e interpretación de datos obtenidos en experimentos o simulaciones en el ámbito del Título.</p> <p>HA_01 Seleccionar la teoría adecuada para explicar observaciones y realizar predicciones en cosmología, astrofísica y la física de partículas.</p> <p>HA_02 Resolver problemas en la física de partículas, astrofísica y cosmología, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y la capacidad de síntesis de nuevas ideas y técnicas</p> <p>HA_03 Construir modelos matemáticos y/o computacionales sencillos para explicar observaciones actuales en cosmología, astrofísica y la física de partículas e intentar hacer predicciones.</p> <p>HA_04 Aplicar técnicas estadísticas y computacionales al análisis de datos obtenidos en observaciones astrofísicas y cosmológicas o en experimentos de física de partículas y</p>		



	<p>astropartículas. HA_06 Aplicar técnicas observacionales e instrumentales al trabajo experimental en cosmología, astrofísica, física de partículas y astropartículas. CP_03: Pensamiento crítico. Razonar de manera reflexiva sobre un tema siendo capaz de deliberar sobre su validez sometiendo las convicciones propias y externas a debate.</p>		
Breve descripción de los contenidos de la materia			
<p>La materia se estructura en dos bloques temáticos:</p> <p>1. Astrofísica estelar y extragaláctica (6 ECTS):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propiedades generales de las estrellas. Diagrama Hertzsprung-Russell - Estructura estelar y atmósferas estelares. - Formación estelar. Evolución estelar en función de la masa. Fases finales de la vida de las estrellas. Novas y supernovas. - Remanentes estelares: enanas blancas, estrellas de neutrones, agujeros negros. - Clasificación morfológica y propiedades generales de las galaxias. - Núcleos activos de galaxias y cuásares. - Entorno galáctico: vacíos, grupos y cúmulos. Fusiones de galaxias. - La Vía Láctea. - Formación y evolución de galaxias. <p>2. Astrofísica observacional (6ECTs):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radiación electromagnética. Sistemas de medidas en astrofísica. - El rango ultravioleta, óptico e infrarrojo. Continuo y líneas nebulares. - Radiofrecuencias y microondas. Continuo y líneas moleculares. - Rayos X y rayos gamma. El Universo violento. - Tipos de detectores para astronomía (CCDs ópticos e infrarrojos, detectores altas energías, detectores radioastronomía). - Fundamentos ópticos e instrumentación en astronomía: telescopios, espectrógrafos, interferómetros y polarímetros. CCDs para astronomía. - Astronomía observacional de ondas gravitacionales. 			
Materia 7	Tecnología e instrumentación	Nº ECTS:	12
Tipología	<i>optativo</i>		
Organización temporal	<i>Semestre 1º (6 ECTS), Semestre 2º (6 ECTS)</i>		
Modalidad	<i>presencial</i>		
Resultados de aprendizaje	<p>CO_06 Identificar instrumentación utilizada en cosmología, astrofísica y física de partículas: telescopios espaciales, detectores de ondas gravitacionales, detectores de partículas, y la electrónica asociada</p> <p>CO_07 Discutir las técnicas experimentales utilizadas en este ámbito para detectar e identificar las señales obtenidas en la instrumentación.</p> <p>CO_09 Comprender los métodos estadísticos necesarios para el análisis e interpretación de datos obtenidos en experimentos o simulaciones en el ámbito del Título.</p> <p>CO_10 Identificar las herramientas computacionales utilizadas para la formulación de teorías, tratamiento de datos, o simulaciones.</p> <p>HA_04 Aplicar técnicas estadísticas y computacionales al análisis de datos obtenidos en observaciones astrofísicas y cosmológicas o en experimentos de física de partículas y astropartículas.</p> <p>HA_05 Utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos más comunes en este tipo de investigación.</p> <p>CP_02: Trabajo en equipo. Colaborar activamente con un grupo de personas para lograr una meta común sumando los diferentes talentos.</p>		
Breve descripción de los contenidos de la materia			
<p>La materia se separará en dos bloques temáticos:</p> <p>1. Detectores de partículas (6ECTs):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evolución histórica, propiedades generales de los detectores de radiación y fundamentos físicos de la detección. - Tipos de detectores de partículas (gaseosos, de centelleo, semiconductores, bolómetros, CCDs ...) - Instrumentación electrónica y procesado de la señal. - Calibración de instrumentos. - Fundamentos de control automático de procesos y laboratorios remotos. <p>2. Aplicaciones tecnológicas (6ECTs)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuentes de radiación de fondo: ambiental, materiales y gas radón, rayos cósmicos. - Métodos de supresión de fondo radioactivo: blindaje, control de radiopureza y técnicas de discriminación. - Aplicaciones en el ámbito de la energía, la industria o la física médica. 			



Materia 8	Interdisciplinar	Nº ECTS:	6
Tipología	<i>Optativo</i>		
Organización temporal	<i>Materia semestral con 6 ECTS ofertados en el primer o segundo semestre</i>		
Modalidad	<i>Presencial</i>		
Resultados de aprendizaje	<p>CP_03: Pensamiento crítico. Razonar de manera reflexiva sobre un tema siendo capaz de deliberar sobre su validez sometiendo las convicciones propias y externas a debate.</p> <p>CP_06: Autoaprendizaje permanente. Utilizar el aprendizaje de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo y flexible a lo largo y ancho de la vida para formar parte de una ciudadanía activa, motivada e integrada favoreciendo la mejora de empleo o el desarrollo personal.</p>		
Breve descripción de los contenidos de la materia			
- Selección de asignaturas de másteres afines a definir por la Comisión de Garantía de la Calidad			
Materia 9	Trabajo Fin de Máster	Nº ECTS:	15
Tipología	<i>TFM</i>		
Organización temporal	<i>Anual</i>		
Modalidad	<i>Presencial</i>		
Resultados de aprendizaje	<p>CP_01: Valores democráticos y sostenibilidad. Desarrollar el compromiso con la sociedad en la que vivimos para que ésta prospere a través de las dimensiones de los valores democráticos y de la sostenibilidad, materializada en el marco global que la defina en cada momento.</p> <p>CP_03: Pensamiento crítico. Razonar de manera reflexiva sobre un tema siendo capaz de deliberar sobre su validez sometiendo las convicciones propias y externas a debate.</p> <p>CP_05: Innovación y Creatividad. Diseñar y realizar una tarea nueva o un proyecto de forma diferente utilizando creatividad y curiosidad para aportar valor con actitud emprendedora.</p> <p>CP_06: Autoaprendizaje permanente. Utilizar el aprendizaje de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo y flexible a lo largo y ancho de la vida para formar parte de una ciudadanía activa, motivada e integrada favoreciendo la mejora de empleo o el desarrollo personal.</p> <p>CP_07 Comunicación. Comunicar los resultados del trabajo científico, de forma oral o escrita, en castellano o inglés, a un público especializado o general, de un modo claro y sin ambigüedades.</p> <p>CP_08 Trabajo autónomo: Organizar, planificar y llevar a cabo un trabajo científico-técnico de forma autónoma.</p>		
Breve descripción de los contenidos de la materia			
<ul style="list-style-type: none"> - Iniciación a la investigación en las líneas propuestas en el título. - 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. 			

La organización temporal dentro de las materias podría ser modificada por parte de la Comisión de Garantía de la Calidad si la Comisión de Evaluación emite un informe en este sentido.

4.1.c. PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN

No procede

4.2. ACTIVIDADES Y METODOLOGÍAS DOCENTES

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Las actividades formativas más relevantes son las siguientes:

- **Clase magistral.** Refiere a cualquier actividad basada en la exposición por parte del docente, pudiendo haber participación activa del estudiantado. Aporta al aprendizaje de contenidos.
- **Resolución de problemas y casos en aula.** Refiere a cualquier actividad formativa en la que los estudiantes, con presencia permanente y supervisión por profesores, realizan trabajo práctico sin requerir equipamiento específico más allá del disponible en un aula informatizada. En todas las materias habrá una propuesta de problemas sobre la materia que se resolverán en clase, y casos relacionados con la investigación en los temas



del Máster, que se propondrán a los estudiantes, y se expondrán en clase. Aporta al aprendizaje de contenidos y habilidades.

- **Prácticas de laboratorio.** Se incluyen las realizadas en dependencias propias provistas de equipamiento específico, en la que los alumnos realizan trabajo práctico utilizando dicho equipamiento, supervisado por profesores. Aporta principalmente al aprendizaje de habilidades y competencias. En el caso de la Titulación se realizarán en los laboratorios de docencia del Área de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Facultad de Ciencia, y en el IAXOLab, instalación del CAPA en el Campus Rio Ebro.
- **Prácticas informatizadas.** Se incluyen las realizadas en cualquier aula donde el trabajo se realiza mediante equipamiento informático y software específico, en la que los alumnos realizan trabajo práctico supervisado por profesores. Esta actividad es muy importante en una de las materias obligatorias, que trabaja métodos computacionales, pero también en varias optativas. En algunos casos, los estudiantes podrán traer sus ordenadores personales. Aporta principalmente al aprendizaje de habilidades.
- **Prácticas especiales en instalaciones externas.** Son prácticas especiales las prácticas de campo, las visitas tuteladas o el trabajo práctico en instalaciones externas o singulares, entre otras. Aporta al aprendizaje de contenidos, habilidades y competencias. En la Titulación se realizarán en las instalaciones del Laboratorio Subterráneo de Canfranc (Canfranc), con apoyo de personal del LSC, y en Galáctica (Arcos de las Salinas), con apoyo de investigadores del CEFCA [dentro de la asignatura de "Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas"](#).
- **Trabajos docentes y otras actividades formativas.** Son aquellas actividades formativas en las que los estudiantes, individualmente o en equipo, apliquen los resultados de aprendizaje adquiridos y los reflejen en una evidencia de aprendizaje. Aporta principalmente al aprendizaje de contenidos y competencias.
- **Estudio.** Incluye cualquier actividad de estudio que no se haya incluido en las actividades anteriores (trabajo en biblioteca, lecturas complementarias, hacer problemas y ejercicios, etc.). Aporta principalmente al aprendizaje de contenidos.
- **Trabajo fin de máster.** Realizar, redactar y defender un proyecto integral, como demostración y síntesis de los resultados de aprendizaje adquiridos. Aporta al aprendizaje de contenidos, habilidades y competencias. 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. Su propuesta, dirección, y presentación seguirá la [normativa](#) general de la Universidad de Zaragoza, y el [reglamento](#) de elaboración y gestión del trabajo fin de grado y fin de máster en la Facultad de Ciencias.

METODOLOGÍAS DOCENTES:

La estrategia metodológica de la titulación se caracteriza por el uso de la clase magistral participativa para la presentación de contenidos combinada con metodología activa como la resolución de problemas y casos en el aula o la realización de pequeños proyectos guiados. Como titulación científica, es importante el uso de metodologías prácticas (informáticas, de laboratorio u observacionales), realizándose en ocasiones en instalaciones externas como el LSC o el OAJ.

Cada estudiante podrá flexibilizar su currículo académico optando por cursar la materia optativa "Interdisciplinar" hasta completar sus 6 ECTS. Podrá elegir entre las asignaturas ofertadas cada curso por otros másteres oficiales de la Universidad de Zaragoza.

La Universidad de Zaragoza se encuentra particularmente comprometida en la atención a estudiantes universitarios con discapacidad y necesidades educativas especiales. Para satisfacer este compromiso, la Oficina Universitaria de Atención a la Diversidad -OUAD- garantiza la igualdad de oportunidades a través de la plena inclusión de todos los estudiantes en la vida académica, y promueve la sensibilización y la concienciación de la



comunidad universitaria, comprometiéndose en la atención a estudiantes con necesidades especiales, respetando y atendiendo la diversidad. Así, adapta las actividades académicas y los sistemas de evaluación a las necesidades especiales de las personas con discapacidad y supervisa que los procesos y mecanismos de evaluación de los estudiantes con discapacidad se realicen con las mismas garantías que para el resto de los estudiantes.

<http://ouad.unizar.es>

4.3. SISTEMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación queda regulada por el Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje de la Universidad de Zaragoza.

Los principales sistemas de evaluación a utilizar en el título son:

Procedimientos escritos: Permiten la evaluación principalmente de contenidos y competencias.

- E01. Pruebas escritas: incluyendo pruebas objetivas, preguntas de desarrollo, preguntas cortas...
- E02. Ejercicios escritos: Comentario de documentos, trabajos, informes, ensayos...
- E03. Pruebas de evaluación formativa: proyectos, presentaciones y actividades grupales ...

Procedimientos orales: Permiten la evaluación principalmente de contenidos.

- E04. Examen oral o entrevista (abierta o estructurada)
- E05. Presentación pública de temas o trabajos

Procedimientos de desempeño: Permiten la evaluación principalmente de habilidades y competencias.

- E06. Resolución de ejercicios de aplicación: problemas, trabajos prácticos (de laboratorio, talleres u otros) o pruebas de simulación.
- E07. Elaboración de proyectos: Proyectos de desarrollo, colaborativos y experimentales, estudios de casos, diseño de prototipos, modelos y estudios u otros.

Todos los sistemas de evaluación pueden ser utilizados tanto para la evaluación individual como en grupo, excepto las pruebas escritas, las pruebas de evaluación formativa y los exámenes orales, que en principio serán solo individuales. De igual forma, se podrá contemplar la evaluación docente-estudiante, la coevaluación y autoevaluación. Los procesos de evaluación asegurarán el control de identidad de cada estudiante mediante la presentación de la documentación oficial y garantizará la identificación de una calificación única para cada estudiante que refleje la adquisición individual de los resultados de aprendizaje combinando las valoraciones de las diferentes pruebas de evaluación e identificando la aportación individual de cada persona a los trabajos en equipo. De mismo modo, el tratamiento del fraude académico queda reflejado en la Normativa de Convivencia Académica. Para asegurar que es el estudiante quien ha realizado las pruebas de evaluación no presenciales y virtuales sin ayuda externa, tales como actividades online, trabajos o TFM, además del control antiplagio (COMPILATIO), se podrán activar mecanismos como actividades y pruebas síncronas, defensas orales de los trabajos o tutorías individuales orientadas a la comprobación de la autoría del alumno.

La evaluación de las **Competencias Transversales** queda descrita en el documento "Sello 1+5 UNIZAR" y es responsabilidad de las asignaturas Punto Control en las que el equipo docente realizara la valoración de las mismas basándose en los instrumentos publicados por el Centro de Innovación, Formación e Investigación en Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza (CIFICE). La valoración de estas competencias se concretará en una valoración cualitativa que permitirá realizar un perfil competencial para cada estudiante, que será anexo a su certificación académica.

La evaluación del **Trabajo Fin de Máster**, se realiza valorando una memoria del mismo y su defensa en acto público ante un tribunal universitario compuesto por 3 personas de ámbitos de conocimiento vinculados al título. Las características concretas de los TFM se desarrollan también en un reglamento específico de la Universidad de Zaragoza.

4.4. ESTRUCTURAS CURRICULARES ESPECÍFICAS

No procede



5. PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO A LA DOCENCIA

5.1. PERFIL BÁSICO DEL PROFESORADO

DESCRIPCIÓN Y ESTRUCTURA DE LA PLANTILLA DE PROFESORADO

El Título está promovido por el Departamento de Física Teórica de UNIZAR (Áreas de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Física Teórica, Astronomía y Astrofísica), y colaboran el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) y el Centro de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA). 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 actual de profesores para la titulación está formada por personal docente e investigador de las diversas categorías:

- 13 PDI funcionario, en un número similar de profesores Titular de Universidad (7) y profesores Catedráticos de Universidad (6). El número total de sexenios concedidos de estos profesores son 5 para CU y 4 para TU. La experiencia docente es de más de 20 años en la mayoría, con más de 5 quinquenios en el caso de CU y más de 4 para los TU.
- 4 PDI no funcionario, profesores Contratado Doctor y Ayudante Doctor, con un excelente currículum investigador y experiencia docente.
- 1 Profesor emérito.
- 4 investigadores-profesores doctores (programas Ramón y Cajal, Marie Curie o Beatriz Galindo), la mayoría con acreditación para figuras de profesorado permanente o en trámites para conseguirla, [y, en varios casos en proceso de estabilización](#).

Además, se cuenta con colaboraciones de:

- 10 Investigadores Científicos y personal técnico (UNIZAR, LABAC, LSC, CEFCA) doctores e ingenieros para actividades y dirección de trabajos.
- 10 Personal Investigador en formación para la realización de actividades de software y trabajo en el laboratorio.

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 resultados de aprendizaje perseguidos en el máster.

Experiencia investigadora

El currículum 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. Esto 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 30, en líneas de investigación propias del Título:

- Detección directa de la Materia Oscura
- Modelización de la materia oscura en galaxias
- Física de axiones: teoría y detección
- Física de neutrinos: doble desintegración beta y masa de neutrinos
- 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 y nueva física más allá del ME
- Teoría y fenomenología de la gravedad cuántica
- Cosmología y Evolución de Galaxias



Además, estos profesores e investigadores han participado y organizado conferencias científicas, forman parte de comités y paneles de agencias de investigación, participan (liderando en algunos casos) en proyectos y redes de investigación, recibido premios y distinciones, y realizan actividades de transferencia y divulgación.

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.

Además de asignaturas de Grado y Máster, en los últimos años se han dirigido en torno a 120 Trabajos de Fin de Grado desde el curso 2013/2014, más de 35 de Trabajos Fin de Máster desde el curso 2012/2013, y cerca de 30 Tesis Doctorales desde 2003.

En una apuesta por la por la calidad, existe una gran implicación tanto en proyectos de innovación docente como en cursos de formación del profesorado, además de participar 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.

Tabla Resumen del profesorado asignado al título

En esta tabla se excluyen los créditos correspondientes al TFM

Categoría	Número	%	Nº total ECTS a impartir	Nº total de sexenios	Nº total de quinquenios
Profesorado Permanente doctor	16	69,5	56,5	60	65
Profesorado Permanente no doctor					
Profesorado Ayudante doctor	1	4,5	2		
Profesorado Asociado doctor					
Profesorado Asociado no doctor					
Otro profesorado doctor	6	26	18,5		
Otro profesorado no doctor					
Total	23		75		

MÉRITOS DOCENTES DEL PROFESORADO NO ACREDITADO

Los profesores doctores que no se han acreditado todavía para alguna de las figuras de profesor funcionario o contratado permanente tienen contratos de excelencia: Marie Curie, María Zambrano y Beatriz Galindo; por lo tanto, es previsible una próxima acreditación.

MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN DEL PROFESORADO NO DOCTOR

El profesorado no doctor está conformado por personal investigador en formación (PIF) con permiso específico para colaborar en la docencia de Grado y Máster. La mayoría de estos investigadores tienen contratos predoctorales del Gobierno de Aragón o de Formación de Personal Investigador, asociados a Proyectos de investigación de los grupos, conseguidos en convocatorias competitivas.

Son investigadores, con un currículum importante que trabajan en proyectos de investigación asociados a las líneas del Título, asisten a conferencias y congresos, imparten seminarios especializados, y participan en actividades de divulgación.

En cuanto a docencia, han estado colaborando durante varios cursos en la impartición de clases de prácticas como profesores de apoyo y problemas en Grado, y, en ocasiones en Máster, [siempre como profesorado de apoyo](#), con evaluaciones positivas de su labor docente.



Tabla detallada de la plantilla de profesorado asignado al MU. en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas

Asignatura / módulo / materia				Perfil Docente								Actividad Investigadora						
Nombre Asignatura/módulo/materia	N.º grupos	N.º Créditos	N.º Créditos totales	Se dispone de profesor (sí/no)	N.º Previsto de créditos impartidos	Categoría	Doctorado (sí/no)	Titulación	Ámbito trabajo*	Acreditación ANECA (sí/no)	Dedicación (TC/TP)	Experiencia docente (en años)	Exp. docente Ent. Semipres y a distan. Si procede (en años).	Grupo de investigación en activo (sí/no)	Lineas de investigación	Nº sexenios	SI NO SEXENIOS N.º artíc. Revis. Index.	SI NO SEXENIOS: Participa en Proyectos de investigación
Temas actuales en cosmología, astrofísica y Física de partículas	1	6	6	sí	0,6	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	> 25		Sí	Física de astropartículas	5	n.a.	n.a.
	1	6	6	sí	0,6	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	> 25		Sí	Física de partículas/astropartículas	4	n.a.	n.a.
	1	6	6	sí	0,6	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>20		Sí	Física de astropartículas	4	n.a.	n.a.
	1	6	6	sí	0,6	Emérito	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>45		Sí	Física de partículas	6		
	1	6	6	sí	0,6	Contratado Doctor	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>10		Sí	Física de partículas	4		
	1	6	6	sí	0,6	Contratado Beatriz Galindo	sí	Doctor en Física	Astronomía y Astrofísica	NO	TC	>20		Sí	Astropfísica	n.a	>70	sí
	1	6	6	sí	1,2	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>25		Sí	Física de astropartículas	5		
1	6	6	sí	1,2	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>15		Sí	Física de partículas	4			
Métodos y técnicas en cosmología, astrofísica y Física de partículas	1	9	9	sí	1,8	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>15		Sí	Supercomputaci	3		
	1	9	9	sí	1,8	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	> 20		Sí	Física de astropartículas	4		
	1	9	9	sí	1,8	Investigador contratado	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	> 8		Sí	Física de astropartículas		>500	sí
	1	9	9	sí	1,8	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>25		Sí	Física de partículas	4		
	1	9	9	sí	1,8	Contratado Doctor	sí	Doctor en Física	Astronomía y Astrofísica	Sí	TC	>5		Sí	Astrofísica	n.a	>50	sí
Cosmología y Gravitación	1	12	12	sí	3,0	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	> 20		Sí	Física de partículas/astropartículas	5		
	1	12	12	sí	1,5	Contratado Doctor	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>5		Sí	Física de partículas	3		
	1	12	12	sí	3,0	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>25		Sí	Física de partículas	4		
	1	12	12	sí	1,5	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Astronomía y Astrofísica	Sí	TC	>30		Sí	Astrofísica	3		
	1	12	12	sí	3,0	Contratado BG	sí	Doctor en Física	Astronomía y Astrofísica		TC	>15		Sí	Astrofísica	n.a		
Física de Partículas	1	12	12	sí	3	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>30		Sí	Física de partículas	6		
	1	12	12	sí	3	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>25		Sí	Física de partículas	4		
	1	12	12	sí	2	Contratado Doctor	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>20		Sí	Física de partículas	4		
	1	12	12	sí	2	Ayudante Doctor	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>15		Sí	Física de partículas	n.a		
	1	12	12	sí	2	Contratado Doctor	sí	Doctor en Física	Física Teórica	Sí	TC	>5		Sí	Física de partículas	3		
Física de Astropartículas	1	12	12	sí	3	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>25		Sí	Física de astropartículas	5		
	1	12	12	sí	3	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>20		Sí	Física de partículas/astropartículas	4		
	1	12	12	sí	3	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	sí	TC	>20		Sí	Física de astropartículas	5		
	1	12	12	sí	3	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	sí	TC	>15		Sí	Física de astropartículas	4		



Tabla detallada de la plantilla de profesorado asignado al MU. en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas

Asignatura / módulo / materia				Perfil Docente										Actividad Investigadora				
Nombre Asignatura/módulo/materia	N.º grupos	N.º Créditos	N.º créditos totales	Se dispone de profesor (sí/no)	N.º Previsto de créditos impartidos	Categoría	Doctorado (sí/no)	Titulación	Ámbito trabajo*	Acreditación ANECA (sí/no)	Dedicación (TC/TP)	Experiencia docente (en años)	Exp. docente Ens. Semipres y a distan. Si procede (en años).	Grupo de investigación en activo (sí/no)	Líneas de investigación	Nº sexenios	SI NO SEXENIOS N.º artíc. Revis. Index.	SI NO SEXENIOS: Participa en Proyectos de investigación
Tecnología e Instrumentación	1	12	12	sí	1	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>25		Sí	Física de astropartículas	5		
	1	12	12	sí	2	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>25		Sí	Física de astropartículas	5		
	1	12	12	sí	2	Catedráticos de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>20		Sí	Física de astropartículas	4		
	1	12	12	sí	2	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>15		Sí	Física de astropartículas	3		
	1	12	12	sí	1	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	sí	TC	>15		Sí	Física de astropartículas	4		
	1	12	12	sí	2	Investigador	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	Sí	TC	>5		Sí	Física de astropartículas	n.a	>71	
	1	12	12	sí	2	Investigador	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	NO	TC	>5		Sí	Física de astropartículas	n.a	>72	
Astrofísica	1	12	12	sí	2	Titular de Universidad	sí	Doctor en Física	Astronomía y Astrofísica	Sí	TC	>30		Sí	Astrofísica/Cosmología	3		
	1	12	12	sí	2	Investigador	sí	Doctor en Física	Física Atómica, Molecular y Nucl	NO	TC	>5		Sí	Física de astropartículas	n.a	>70	sí
	1	12	12	sí	3	Contratado Doctor	sí	Doctor en Física	Astronomía y Astrofísica	Sí	TC	>5		Sí	Astrofísica	n.a	>50	sí
	1	12	12	sí	5	Contrato BG	sí	Doctor en Física	Astronomía y Astrofísica	NO	TC	>15		Sí	Astrofísica	n.a	>70	sí
Trabajo Fin de Máster				Todos los profesores implicados en la docencia del Máster														



5.2. PERFIL BÁSICO DE OTROS RECURSOS DE APOYO A LA DOCENCIA NECESARIOS

El personal de apoyo de servicios generales y el personal administrativo y técnico tanto de la Secretaría de la Facultad como del Departamento de Física Teórica son suficientes y adecuados y se detallan en los siguientes enlaces:

Enlace a la RPT del PTGAS (págs. 43 a 46): [Relación de Puestos de Trabajo del Personal Técnico, de Gestión y de Administración y Servicios](#)

Además, existe un apoyo del personal administrativo del LSC, del CEFCA y del CCBPP para cualquier tema que implique estancias de profesores y/o estudiantes en sus instalaciones, incluyendo visitas docentes, la realización de prácticas especiales en centros de investigación como el LSC o Galáctica, y trabajos de investigación, como el TFM.

También, tal y como se ha reflejado en el apartado anterior, se cuenta con el apoyo técnico de unas 15 personas, que trabajan como técnicos, ingenieros e investigadores (doctores) en los grupos de investigación y en los Centros y Laboratorios implicados: UNIZAR (3 ingenieros), LABAC (1 doctora en Física), LSC (2 doctores en Física y 1 licenciada en Química), CEFCA (técnicos astrónomos, astrónomos de datos, ingenieros, ...). Todos ellos, con más de 10 años de experiencia en su trabajo.

5.3. PERFIL DE PROFESORADO Y PERSONAL DE APOYO NECESARIO Y NO DISPONIBLE Y PLAN DE CONTRATACIÓN

No es necesario personal adicional al disponible.

6. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE: MATERIALES E INFRAESTRUCTURAS, PRÁCTICAS Y SERVICIOS

6.1. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

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 docencia e investigación en la Facultad de Ciencias, gestionados por el Departamento de Física Teórica: dos Seminarios (FT y FAMN) [reservados para la docencia del Máster, con capacidad para 35 y 25 personas](#), tres salas de reuniones (dos de FT y una de FAMN) [con capacidad para 10 personas cada una](#), una sala de informática (FT), dos laboratorios de docencia (FAMN), [con capacidad para 15 personas](#), y dos laboratorios de investigación (FAMN), y dos laboratorios de electrónica (FAMN y Elec).
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, además de telescopios en Galáctica.

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, o trabajos fin de máster.



6.2. PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE LAS PRÁCTICAS EXTERNAS

No procede, ya que no hay prácticas externas ni curriculares ni extracurriculares. Las prácticas que se realizan en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) y en el Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ) son prácticas especiales (prácticas de campo) dentro de la asignatura Temas Actuales y gestionadas por la coordinadora y el personal de ambos centros.

6.3. PREVISIÓN DE DOTACIÓN DE RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

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.

7. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

7.1. CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN DEL TÍTULO

CURSO DE INICIO	2025-26
-----------------	---------

ESTUDIOS DE MÁSTER UNIVERSITARIO

CURSO	IMPLANTACIÓN MÁSTER		TITULACIÓN QUE SE EXTINGUE	
	1º	2º	1º	2º
2025/2026	1º			2º

7.2. PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN

El procedimiento de adaptación se realizará según lo indicado en el capítulo VIII de las “Directrices generales para la elaboración de los planes de estudio de las enseñanzas universitarias oficiales de Máster adaptados al Real Decreto 822/2021”

En la tabla siguiente se establece la relación de adaptaciones por materias. La tabla de adaptaciones por asignaturas se describe en el proyecto formativo.

TITULACIÓN QUE SE EXTINGUE		NUEVA PROPUESTA		
Asignatura	ECTS	Materia	Bloque temático	ECTS
Temas Actuales	6	Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas	Temas actuales en cosmología, astrofísica y física de partículas	6
Cosmología I: el universo temprano.	6	Cosmología y gravitación	Cosmología	6
Cosmología II: formación de estructuras en el universo.	6			
Relatividad general y ondas gravitacionales	6	Cosmología y gravitación	Gravitación	6
Astrofísica observacional	6	Astrofísica	Astrofísica observacional	6



Astrofísica estelar	6	Astrofísica	Astrofísica estelar y extragaláctica	6
Astrofísica extragaláctica	6			
Teoría cuántica de campos	6	Física de partículas	Teoría de campos y partículas	6
Electrodinámica: interacción de radiación y materia	6			
Teoría y fenomenología del Modelo Estándar de física de partículas	6	Física de partículas	Fenomenología de física de partículas	6
Física de partículas más allá del Modelo Estándar	6			
Física de astropartículas I: rayos gamma, neutrinos y rayos cósmicos	6	Física de astropartículas	Rayos cósmicos	6
Física de astropartículas II: el universo oscuro	6	Física de astropartículas	Materia oscura	6
Técnicas de bajo fondo radiactivo	6	Tecnología e instrumentación	Aplicaciones tecnológicas	6
Física e ingeniería de detectores de partículas	6	Tecnología e instrumentación	Detectores de partículas	6

7.3. ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN

CÓDIGO RUCT	TÍTULO QUE SE EXTINGUE
4317540 - 50008848	Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas

8. SISTEMA INTERNO DE GARANTÍA DE LA CALIDAD

8.1. SISTEMA INTERNO DE GARANTÍA DE LA CALIDAD

La Facultad de Ciencias desde la que se imparte esta titulación es un centro acreditado institucionalmente. El funcionamiento del Sistema Interno de Garantía de la Calidad del centro se basa en una serie de órganos y mecanismos de coordinación, evaluación y mejora continua de los estudios, previstos en la normativa de la Facultad de Ciencias.

8.2. MEDIOS PARA LA INFORMACIÓN PÚBLICA

La Universidad de Zaragoza cuenta con una Instrucción técnica sobre la información pública de las titulaciones oficiales en la que se establece la forma en que la Universidad efectúa la publicación y revisión de información sobre sus estudios oficiales para los distintos grupos de interés, así como los responsables y los agentes de los procesos internos necesarios para que toda la información académica esté disponible en la web de estudios (principal plataforma de publicación de información de los títulos oficiales).

De manera adicional, para facilitar la búsqueda de la información según una serie de criterios (disciplina, modalidad, palabras clave, duración...) se ha configurado un buscador de máster universitario, que se actualiza cada curso en el momento de apertura de la primera fase de admisión.

Por otra parte, la universidad pone a disposición de cada estudiante tanto una cuenta de correo personal, como una cuenta de acceso a la plataforma de Anillo Digital Docente mediante la que puede comunicarse con todo el sistema administrativo de la entidad y con el equipo docente de cada titulación.

