

FECHA: 24/02/2020

EXPEDIENTE Nº: 6800/2013

ID TÍTULO: 4314224

**EVALUACIÓN SOBRE LA PROPUESTA DE  
MODIFICACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS**

Denominación del Título	Máster Universitario en Física Teórica por la Universidad Autónoma de Madrid
Universidad solicitante	Universidad Autónoma de Madrid
Universidad/es participante/s	Universidad Autónoma de Madrid
Centro/s	• Facultad de Ciencias
Rama de Conocimiento	Ciencias

El Consejo de Universidades ha remitido a la Fundación para el Conocimiento MADRI+D la solicitud de MODIFICACIÓN del plan de estudios ya verificado de este título oficial. Dicha solicitud se presenta al amparo del artículo 28 del Real Decreto 1393/2007, modificado por el Real Decreto 861/2010, por el que se establece el procedimiento para la modificación de planes de estudios ya verificados.

Esta evaluación ha sido realizada, de forma colegiada, por la correspondiente Comisión de Evaluación formada por expertos del ámbito académico y estudiantes.

Dicha Comisión de evaluación, de forma colegiada, ha valorado la modificación del plan de estudios de acuerdo con los criterios recogidos en el Protocolo para la verificación y modificación de títulos oficiales de grado y máster de la Fundación para el Conocimiento Madrimasd.

Una vez examinada la solicitud de modificaciones la Comisión de Evaluación emite un informe de evaluación FAVORABLE, considerando que:

La Fundación para el Conocimiento Madri+d ha elaborado una Propuesta de informe favorable.

### **RECOMENDACIONES**

Sería conveniente actualizar el apartado de personal académico.

El presente informe únicamente recoge la evaluación de los aspectos señalados en la solicitud de modificaciones presentada a través de la sede electrónica del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, no considerándose evaluados aquellos aspectos que la Universidad haya

modificado en la memoria y no hayan sido señalados en el formulario de modificación.

Los cambios expresamente indicados en la SOLICITUD DE MODIFICACIÓN son los siguientes:

0 - Descripción general

**Descripción del cambio:**

Justificaciones Gravitación: La enseñanza de la Gravitación tal como se realiza en la actualidad en el MFT es mejorable. Por una parte, su despliegue temporal no permite profundizar en contenidos necesarios para aquellos estudiantes con intereses formativos en aspectos avanzados de la materia (por ejemplo, Gravedad Cuántica). Por otra parte, sus contenidos actuales exceden los intereses formativos de estudiantes cuyos objetivos se centran en temas más empíricos (Astronomía, Física de Partículas Experimental, etc). La Comisión ha considerado que su desdoblamiento en una asignatura más básica (que conservase el nombre de Gravitación, con un recorte de contenidos), y otra de Gravitación Avanzada, satisfaría ambos deficits y conduciría a una situación mucho más satisfactoria. Se proponen los contenidos siguientes para la asignatura obligatoria de Gravitación común para ambas especialidades: Gravitación: - Resumen de relatividad especial, electrodinámica y teoría newtoniana de la gravitación. - Principio de equivalencia. - Gravitación y geometría. Geometría diferencial básica. - Las ecuaciones de Einstein. - Soluciones exactas (de Sitter, Friedman-Robinson-Walker, Schwarzschild). - Solución perturbativa y ondas gravitacionales. - Tests experimentales de la Relatividad General. - Introducción a los agujeros negros. No se solicita modificación en las competencias adquiridas bajo esta asignatura. Tampoco en las Actividades Formativas a realizar para su adquisición. Se proponen los contenidos siguientes para la asignatura de Gravitación Avanzada, optativa de la especialidad de Partículas Elementales y Cosmología: Gravitación

Avanzada: - General Relativity via the Einstein-Hilbert action - Covariant generalizations of General Relativity with higher-curvature and derivative terms - Jordan-Brans-Dicke theory -  $f(R)$  theories - Advanced Black Hole Physics: negative-mass Schwarzschild solution, trapped surfaces, Vaidya space-time, Killing horizons, Reissner-Nordstrom solution, thermodynamics of black holes. Las competencias adquiridas bajo esta asignatura serán similares a las adquiridas bajo la previa, pero profundizadas. Las Actividades Formativas para su adquisición serán las mismas. Disponibilidad de Recursos Humanos para atender a este desdoblamiento: El desdoblamiento no supone un incremento de necesidades materiales, ya que son clases teóricas, sin parte experimental. En cuanto a la suficiencia de recursos humanos, véase más adelante al final de la sección dedicada a la justificación de la solicitud del incremento del número de estudiantes a admitir. Técnicas Observacionales (TOA): El aprendizaje de las técnicas de observación astronómica forma parte fundamental de la formación profesional de un astrónomo. Dado el desarrollo enorme que las potencialidades de la toma de datos en Astronomía han experimentado en los últimos años, considera la Comisión que el título de la especialidad de Astrofísica y Física del Cosmos ha de garantizar el conocimiento de las Técnicas Observacionales en Astrofísica. De ahí la solicitud de modificar su carácter de optativa a obligatoria. En el caso de esta asignatura, las competencias correspondientes se adquieren también por Actividades Formativas de carácter experimental realizadas en laboratorios y centros especializados (en este caso, fundamentalmente el CAHA, Centro Astronómico Hispano Alemán de Calar Alto). Son precisamente estas actividades formativas las que se pretende que involucren a todos los estudiantes de la especialidad de Astrofísica y Física del Cosmos, y no solamente a aquellos que se decanten por elegir esta asignatura. No se solicita ningún cambio en las competencias relativas a esta asignatura ni en las actividades formativas a realizar para adquirirlas. Medio Interestelar (MEIN): Los contenidos imprescindibles (digamos troncales) de esta asignatura, tal y como estaba concebida originalmente, se imparten a un nivel básico en otra asignatura obligatoria de la

especialidad de Astrofísica del MFT (Procesos Radiativos en Astrofísica). En este sentido, ha habido un enorme desarrollo de diferentes aspectos de la Física y las Observaciones del Medio Interestelar a un nivel más específico, demandados por los estudiantes, que necesitan ser incluidos en esta asignatura. Sin embargo, no se trata ya de aspectos troncales, de interés general, por lo que creemos más adecuado transformar esta asignatura en optativa. Por tanto, se van a ampliar ciertos contenidos, ya existentes en el programa, para impartirlos a un nivel más avanzado. Estos aspectos están relacionados con la nueva instrumentación ahora existente en el rango submilimétrico y milimétrico del espectro electromagnético, en especial los datos procedentes de ALMA (Atacama Large Millimeter Array) y el futuro SKA (Square Kilometer Array), en los que España tiene una participación importante. No se requiere cambio del programa, sino simplemente enfatizar más ciertos aspectos y otros menos. De acuerdo con el Documento Verifica de 2014, las Competencias Generales, Básicas y Específicas de las asignaturas MEIN y TOA eran las mismas. Ver en el Verifica, páginas 55++ para MEIN y páginas 77++ para TOA No se solicita ninguna modificación de estas competencias. Incremento del número de estudiantes: Hasta ahora, el número de estudiantes a los que se les permite ingresar en nuestro Master ha sido de 25, para el conjunto de las dos especialidades ofrecidas. Se constata que el número de estudiantes que solicitan admisión a nuestro Master en los últimos años ha aumentado enormemente (como se puede ver en el gráfico adjunto). Dada la capacidad del Departamento de Física Teórica, + Instituto de Física Teórica + Centros Convenidos de Astronomía para gestionar la formación de más de 25 estudiantes, solicitamos aumentar el número de estudiantes permitidos de 25 a 35. El número total de plazas ofertadas se distribuirá de manera aproximadamente paritaria entre los dos itinerarios que conforman el Máster, pero con un máximo de 20 estudiantes en cada especialidad. Suficiencia de medios para atender al incremento del número de estudiantes Con respecto a la suficiencia de recursos humanos y materiales para atender al incremento del número de estudiantes, tenemos que mencionar lo siguiente: Recursos Humanos. El aumento del número de

estudiantes a admitir no afecta relevantemente a la distribución de la docencia. El único aspecto a considerar es el incremento en el número de Trabajos Fin de Máster (TFM) a ofertar y dirigir. La docencia de la especialidad de Partículas Elementales y Cosmología goza de la colaboración de algunos miembros del Instituto de Física Teórica UAM-CSIC, en el campus de Cantoblanco, cuya dotación se ha incrementado en los últimos años. No se espera que el incremento solicitado suponga ningún problema. En el caso de la especialidad de Astrofísica y Física del Cosmos los convenios con las instituciones CAB-CSIC-INTA, Centro de Astrobiología, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial; CIEMAT, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas; ESAC, European Space Astronomy Centre; OAN, Observatorio Astronómico Nacional, ¿ siguen vigentes y sin modificación. Además, tenemos que hacer notar que el número de TFMs ofertados en esta especialidad siempre ha sido superior al número de alumnos de la misma a lo largo de los últimos años. Esto es así porque las instituciones antes mencionadas están off-campus, y sus investigadores tienen en general un gran interés por contactar con el ámbito académico. Estos aspectos están mencionados en la documentación previa de este Máster. Destacamos algunos ejemplos relevantes: ¿ en el Anexo 3 del Verifica de 2014 se dice: ¿Para la realización del Trabajo fin de Master se dispone de una amplia oferta de grupos de investigación dentro de la propia Universidad Autónoma de Madrid, tanto del Departamento de Física Teórica y del Instituto de Física Teórica IFT UAM-CSIC como de centros de investigación asociados a los actuales Programas Oficiales de Posgrado en Física Teórica y Astrofísica (es decir, CAB-CSIC-INTA, CIEMAT, ESAC, OAN, ver más arriba), como [...]¿ (viene una larga lista de centros) ¿ además, en el Anexo 5 del Verifica (páginas 140 ff) se da una amplia lista de profesores y investigadores susceptibles de dirigir Trabajos Fin de Máster (por supuesto, en los campos de ambas especialidades del Máster). Queremos citar también del Informe de la Evaluación y Acreditación de nuestro Máster en el año 2017: Dimensión 2. Recursos, Criterio 4 ¿Personal Académico¿ (página 3): o ¿El número de profesores, así como su experiencia y dedicación y la razón

estudiante/profesor son adecuados. ¿ o ¿Existe la posibilidad de realizar el TFM con supervisores externos a la UAM (CAB-CSIC-INTA, Centro de Astrobiología, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial; CIEMAT, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas; ESAC, European Space Astronomy Centre; OAN, Observatorio Astronómico Nacional. ¿ o ¿El estándar para este criterio se logra completamente y además existen ejemplos que exceden de los requerimientos básicos y que se indican en el presente Informe. ¿ Dimensión 2. Recursos, Criterio 5 ¿Personal de Apoyo, Recursos Materiales y Servicios (página 4): o ¿El título cuenta con los recursos materiales y con diferentes infraestructuras equipadas en función de las actividades formativas que se realizan, de la modalidad de enseñanza en la que se imparten, de la organización y del número de estudiantes que en ella participan. ¿ o ¿El estándar para este criterio se logra completamente y además existen ejemplos que exceden de los requerimientos básicos y que se indican en el presente Informe. ¿ Puntos Fuertes y Buenas Prácticas (página 5): o ¿La alta cualificación del personal académico con una media de 4,4 sexenios y la participación de investigadores del Instituto de Física Teórica IFT UAM-CSIC (centro de Excelencia Severo Ochoa). ¿ o ¿La participación del Instituto de Física Teórica (centro de Excelencia Severo Ochoa) en el Master, tanto por las instalaciones, como por la oportunidad de integración en el ambiente investigador que ofrece. ¿ Recursos materiales.- ¿ Disponibilidad de aulas y espacios.- Tanto en la UAM como en el IFT hay salas suficientes con capacidad para 40 o más alumnos; además, el Anexo 6 del Verifica se especifica que contamos también con las instalaciones de los centros colaboradores bajo convenio en el Programa de Doctorado ¿ Las clases teóricas de nuestro máster no se verán afectadas por el incremento de estudiantes solicitado. ¿ Los estudiantes matriculados en TOA realizan Actividades Formativas en el Centro Astronómico Hispano Alemán de Calar Alto (Almería). Esta actividad la financia la Facultad de Ciencias de la UAM, bajo el concepto de Prácticas de Campo. El incremento que supondrá que TOA sea obligatoria y el número de estudiantes mayor, resultará en un número de estudiantes todavía bajo en relación con los números típicos de

otras asignaturas que realizan asimismo prácticas de campo en la Facultad de Ciencias de la UAM

1.3 - Universidades y centros en los que se imparte

**Descripción del cambio:**

Incremento del número de estudiantes admitidos al máster de 25 en 35

4.1 - Sistemas de información previo

**Descripción del cambio:**

Se añade el Perfil de ingreso recomendado

4.4 - Sistemas de transferencia y reconocimiento de créditos

**Descripción del cambio:**

Se actualiza la normativa de Transferencia y Reconocimiento de Créditos y se añade el Procedimiento de reconocimiento por experiencia laboral

5.1 - Descripción del plan de estudios

**Descripción del cambio:**

- desdoblamiento de la asignatura obligatoria de Gravitación 32880 (común para ambas especialidades) en una más básica, obligatoria para las dos especialidades, y otra de Gravitación Avanzada optativa. - reconversión de la asignatura de Medio Interestelar 32553 (especialidad Astrofísica & Física del Cosmos) de obligatoria en optativa. - reconversión de la asignatura de Técnicas Observacionales en Astrofísica- 32565 (especialidad Astrofísica & Física del Cosmos) de optativa en obligatoria

### 10.1 - Cronograma de implantación

**Descripción del cambio:**

Se añade el curso previsto de implantación de la Modificación

### 11.3 – Solicitante

**Descripción del cambio:**

Cambio del coordinador de Agustín Sabio Vera a Juan García-Bellido Capdevila

Madrid, a 24/02/2020:

EL DIRECTOR DE MADRI+D



Federico Morán Abad