

Guía docente de la asignatura

## Cosmología y Galaxias (M44/56/2/26)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 18/07/2023

**Máster**

Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica

**MÓDULO**

Física de Partículas y Astrofísica

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

6

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

La Astrofísica y Cosmología actuales se fundamentan en el desarrollo de instrumentos astronómicos de vanguardia - que proporcionan observaciones con una gran precisión - y en modelos físicos y simulaciones numéricas con las que contrastar predicciones teóricas y observaciones. Pretendemos dar una visión global y moderna al alumno de la Astrofísica/Cosmología, desde el origen del universo, inflación y nucleosíntesis primordial, y formación de las primeras estrellas y estructuras que darán lugar a las futuras galaxias. Dentro de las galaxias, los procesos de formación estelar y el rol jugado por las estrellas en la evolución química del medio interestelar y las galaxias; haciendo especial énfasis en la estructura y formación de la Vía Láctea, y del Universo en su conjunto.

### COMPETENCIAS

#### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de



- resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
  - CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
  - CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.



## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- El alumno sabrá/comprenderá:
- La dinámica del Universo en expansión. El origen del fondo cósmico de microondas. El espectro primordial de fluctuaciones. La dinámica inflacionaria.
- Qué es una galaxia. El concepto de Población estelar. La Vía Láctea como prototipo de galaxia espiral. Los principales hitos observacionales para la formación de las galaxias. Los principales problemas para ajustar la formación de la Vía Láctea al modelo cosmológico actual.
- El alumno será capaz de:
- Analizar la dinámica de la expansión dependiendo del contenido de materia-energía.
- Obtener las predicciones inflacionarias en modelos sencillos. Comparar las predicciones con las observaciones.
- Analizar la cinemática de diferentes poblaciones estelares y a usar modelos on-line de la Vía Láctea.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### Parte I: Cosmología

##### Tema 1. El Universo en expansión:

Geometría del espacio-tiempo. Desplazamiento hacia el rojo cosmológico. Diagrama de Hubble. Distancias.

**Tema 2.** Modelos de Friedmann-Robertson-Walker y dinámica de la expansión: Ecuaciones de Einstein. Principio cosmológico y Ecuaciones de Friedmann. Tipos de expansión: universo dominado por materia, radiación y/o constante cosmológica.

**Tema 3.** Historia térmica del universo: Entropía. Distribuciones de equilibrio. Desacoplo de neutrinos. Introducción a la nucleosíntesis de elementos ligero. El origen de la asimetría materia-antimateria. Materia oscura y energía oscura.

**Tema 4.** La radiación de fondo de microondas: Equilibrio, recombinación y last scattering. El efecto Sachs-Wolfe. Los espectros de potencia de las anisotropías en la temperatura y la polarización del fondo de radiación. Observaciones: COBE, WMAP y Planck.

**Tema 5.** El paradigma de la inflación cosmológica: Problemas de la expansión estándar cosmológica. Dinámica de un campo escalar homogéneo. Origen de las perturbaciones primordiales de densidad. Ondas gravitacionales primordiales. El recalentamiento del Universo.



**Tema 6.** Formación de estructura a gran escala: Teoría de perturbaciones lineales cosmológicas invariantes gauge. Evolución de las perturbaciones de densidad. Materia oscura fría/caliente. Observaciones.

## Parte II: Galaxias

**Tema 7.** Galaxias: Subsistemas fundamentales. Clasificación Morfológica.

**Tema 8.** Galaxias: Medio Interestelar y Poblaciones Estelares. Principales variables físicas del problema.

**Tema 9.** La Vía Láctea: Estructura espacial y cinemática. Modelos numéricos on-line.

**Tema 10.** La Vía Láctea: Análisis histórico de los modelos de formación. Principales ligaduras observacionales. Modelo actual.

**Tema 11.** La formación de las galaxias: La materia oscura fría. Esquema global. Principales problemas.

## PRÁCTICO

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- "Modern Cosmology". S. Dodelson. Academic Press (2003).
- "The Early Universe". E.W. Kolb, M.S. Turner. Addison-Wesley (1990).
- "Physical Foundations of Cosmology". V. Mukhanov. Cambridge (2005).
- "Cosmology and astrophysics through problems", T. Padmanabhan, Cambridge University Press, (1993).
- "Galactic Astronomy", James Binney & Michael Merrifield, Princeton University Press (1998).
- "Galactic Dynamics" Second Edition, James Binney & Scott Tremaine, Princeton University Press (2008).
- "Galactic Astronomy", Dimitri Mihalas, W. Freeman (1968).
- "The Formation of the Milky Way" Emilio J. Alfaro & Antonio J. Delgado, Cambridge University Press (2011).



## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- “Cosmological Inflation and Large Scale Structure”, A. Liddle y D. Lyth, Cambridge University Press (2000).
- “The cosmic microwave background”, R. Durrer, Cambridge University Press (2008)

## ENLACES RECOMENDADOS

<http://arxiv.org/>

<http://map.gsfc.nasa.gov/>

<http://sci.esa.int/planck/>

[http://www.damtp.cam.ac.uk/research/gr/public/cos\\_home.html](http://www.damtp.cam.ac.uk/research/gr/public/cos_home.html)

<http://stev.oapd.inaf.it/cgi-bin/trilegal>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- MD03 Seminarios. Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- MD04 Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- MD05 Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- MD06 Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)



## EVALUACIÓN ORDINARIA

La **EVALUACIÓN CONTINUA** se realizará mediante

- 1- Entrega de las relaciones de ejercicios propuestos a los largo del curso, a través de la plataforma PRADO.
- 2- Realización y presentación de trabajos desarrollados de forma autónoma.

En **EVALUACIÓN CONTINUA** (Convocatoria ORDINARIA) la calificación final responderá al siguiente baremo:

- Relaciones de ejercicios propuestos: 60%
- Realización y presentación de trabajos: 40%

## EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

En **EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA** la calificación final responderá al siguiente baremo:

- Entrega de una colección de ejercicios: 20%
- Examen de la materia impartida: 80%

## EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación consistirá en un Examen teórico-práctico, que supondrá el 100% de la nota.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

