

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Astrofísica**

### **GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 1):**

**Cosmología  
(2021 - 2022)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Asignatura: <b>Cosmología</b>  | Código: <b>275461201</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias. Sección de Física</b></li> <li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Astrofísica</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>2013 (Publicado en 2014-02-11)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ciencias</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s:<br/><b>Astrofísica</b></li> <li>- Área/s de conocimiento:<br/><b>Astronomía y Astrofísica</b></li> <li>- Curso: <b>1</b></li> <li>- Carácter: <b>Obligatorio</b></li> <li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Castellano e inglés</b></li> </ul> |                          |

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

|   |
|---|
| Profesor/a Coordinador/a: <b>JORGE CEPA NOGUE</b>   |
| - Grupo: <b>G1</b>  |
| <b>General</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>JORGE</b></li> <li>- Apellido: <b>CEPA NOGUE</b></li> <li>- Departamento: <b>Astrofísica</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Astronomía y Astrofísica</b></li> </ul>   |
| <b>Contacto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1: <b>922 318133</b></li> <li>- Teléfono 2: <b>922 605235</b></li> <li>- Correo electrónico: <b><a href="mailto:jcepano@ull.es">jcepano@ull.es</a></b></li> <li>- Correo alternativo: <b><a href="mailto:jcn@iac.es">jcn@iac.es</a></b></li> <li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> </ul> |
| <b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>  |

| Desde                | Hasta | Día       | Hora inicial | Hora final | Localización                             | Despacho |
|----------------------|-------|-----------|--------------|------------|--|----------|
| Todo el cuatrimestre |       | Lunes     | 16:00        | 18:00      | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 9        |
| Todo el cuatrimestre |       | Martes    | 16:00        | 18:00      | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 9        |
| Todo el cuatrimestre |       | Miércoles | 16:00        | 18:00      | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 9        |

Observaciones: Las tutorías también podrán ser, indistintamente, en el Instituto de Astrofísica de Canarias. En el escenario 1, las tutorías podrán ser por correo electrónico o por teleconferencia utilizando MEET.

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

| Desde                | Hasta | Día       | Hora inicial | Hora final | Localización                             | Despacho |
|----------------------|-------|-----------|--------------|------------|--|----------|
| Todo el cuatrimestre |       | Viernes   | 10:00        | 14:00      | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 9        |
| Todo el cuatrimestre |       | Lunes     | 15:00        | 18:00      | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 9        |
| Todo el cuatrimestre |       | Miércoles | 15:00        | 18:00      | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 9        |

Observaciones: Las tutorías también podrán ser, indistintamente, en el Instituto de Astrofísica de Canarias. En el escenario 1, las tutorías podrán ser por correo electrónico o por teleconferencia utilizando MEET.

**Profesor/a: FRANCISCO SHU KITaura JOYANES**

- Grupo:

**General**

- Nombre: **FRANCISCO SHU**
- Apellido: **KITaura JOYANES**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

| <b>Contacto</b><br>- Teléfono 1:<br>- Teléfono 2:<br>- Correo electrónico: <b>fkitaura@ull.es</b><br>- Correo alternativo: <b>fkitaura@iac.es</b> |       |           |              |            |  |          |
|---|-------|-----------|--------------|------------|--|----------|
| <b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>  |       |           |              |            |  |          |
| Desde   | Hasta | Día       | Hora inicial | Hora final | Localización                                     | Despacho |
| Todo el cuatrimestre  |       | Martes    | 09:00        | 12:00      | Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC | 1501     |
|   |       | Miércoles | 09:00        | 12:00      | Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC | 1501     |
| Observaciones: está disponible en tutorías telemáticas en google meet. solo hay que concertar una cita por correo electrónico.                    |       |           |              |            |  |          |
| <b>Tutorías segundo cuatrimestre:</b>   |       |           |              |            |  |          |
| Desde   | Hasta | Día       | Hora inicial | Hora final | Localización                                     | Despacho |
| Todo el cuatrimestre  |       | Martes    | 09:00        | 12:00      | Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC | 1501     |
|   |       | Miércoles | 09:00        | 12:00      | Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC | 1501     |
| Todo el cuatrimestre  |       | Martes    | 09:00        | 12:00      | Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC | 1501     |
|   |       | Miércoles | 09:00        | 12:00      | Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC | 1501     |
| Observaciones: está disponible en tutorías telemáticas en google meet. solo hay que concertar una cita por correo electrónico.                    |       |           |              |            |  |          |

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura:  
Perfil profesional:

## 5. Competencias

### Competencia Específicas

**CE1** - Comprender los esquemas conceptuales básicos de la Astrofísica  
**CE5** - Comprender los modelos del origen y evolución del Universo

### Competencias Generales

**CG4** - Evaluar los órdenes de magnitud y desarrollar una clara percepción de situaciones físicamente diferentes que muestren analogías permitiendo el uso, a nuevos problemas, de sinergias y de soluciones conocidas

### Competencias Básicas

**CB6** - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación  
**CB7** - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios  
**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  
**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

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor: Jorge Cepa Nogué  
- Temas (epígrafes):  
1.- El universo observable  
2.- La relatividad aplicada al universo  
3.- Modelos cosmológicos  
4.- Cosmometría  
5.- El universo primordial  
6.- El universo temprano  
- Profesor: Francisco Shu Kitaura Joyanes  
- Temas (epígrafes)  
7.- Conceptos básicos de la radiación cósmica de fondo y de la formación de estructuras

### Actividades a desarrollar en otro idioma

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

La asignatura se imparte mediante una combinación de lecciones magistrales de teoría, clases de resolución de problemas, actividades grupales optativas tales como prácticas virtuales, juegos de rol, y algunas de las clases mediante el método de clase inversa. Las clases podrán ser en inglés. Los conocimientos se impartirán de forma asíncrona mediante el aula virtual de la asignatura utilizando apuntes, bibliografía básica, artículos seleccionados y vídeos. Las clases presenciales tendrán lugar por turnos diarios en el horario oficial establecido. Los turnos se establecerán mediante la confección de grupos. En las clases presenciales se harán actividades como resolver dudas, impartir conocimientos complementarios o especialmente difíciles, resolver ejercicios y problemas, efectuar controles y cuestionarios.

### Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

| Actividades formativas   | Horas presenciales | Horas de trabajo autónomo | Total horas | Relación con competencias         |
|--|--------------------|---------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Clases teóricas  | 50,00              | 0,00                      | 50,0        | [CB6], [CG4], [CE5], [CE1]        |
| Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio) | 10,00              | 0,00                      | 10,0        | [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE5] |
| Estudio/preparación de clases teóricas                                   | 0,00               | 45,00                     | 45,0        | [CB6], [CG4], [CE5], [CE1]        |
| Estudio/preparación de clases prácticas                                  | 0,00               | 45,00                     | 45,0        | [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE5] |
| Total horas  | 60,00              | 90,00                     | 150,00      |                                   |
|  |                    | Total ECTS                | 6,00        |                                   |

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

"Cosmología Física" de Jordi Cepa (AKAL)

### Bibliografía Complementaria

"First Principles of Cosmology" de Eric Linder (Addison-Wesley)

"The Cosmological Background Radiation" de M. Lachièze-Rey y E. Gunzig (Cambridge University Press)

"The Early Universe" de E.W. Kolb y M.S. Turner (Addison-Wesley)

"An Introduction to Modern Astrophysics" de Bradley W. Carroll & Dale A. Ostlie (Addison-Wesley)

"Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity" de Steven Weinberg (John Wiley & Sons)

"Corazones solitarios en el cosmos" de Dennis Overbye (Planeta)

"Historia de la cosmología. De los mitos al universo inflacionario" de Helge Kragh (Planeta)

"Cosmological Physics" de John A. Peacock (Cambridge University Press)

"Cosmology" de Peter Coles & Francesco Lucchin (John Wiley & Sons)

"Cosmology and Particle Astrophysics" de Lars Bergström and Ariel Goobar (John Wiley & Sons Ltd.)

#### Otros Recursos

Publicaciones recientes en revistas internacionales especializadas y en actas de congresos internacionales, a fin de dar una visión lo más actualizada posible. No se incluye una lista dado que la gran actividad en este campo implica una corta escala de tiempo en la renovación de los conocimientos.

A continuación se listan algunas páginas web que contienen información interesante sobre distintos temas relacionados con la Cosmología. No pretende ser una lista exhaustiva, pero sí representativa.

[http://adsabs.harvard.edu/abstract\\_service.html](http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html)

No podía faltar esta página, el Astrophysical Data System, para la búsqueda de bibliografía científica especializada en Astrofísica. Si no se puede acceder a la revista por ser de pago, usualmente el autor proporciona un enlace a astro-ph donde se puede descargar la última versión gratis.

<http://hubblesite.org/gallery/>

Acceso al archivo de imágenes del Hubble Space Telescope.

[http://ned.ipac.caltech.edu/help/cosmology\\_calc.html](http://ned.ipac.caltech.edu/help/cosmology_calc.html)

Enlaces a calculadores cosmológicos de la base de datos de la NASA.

<http://www.ps.uci.edu/~superk>

Información sobre el Super-Kamiokande y neutrinos. Tratan el problema de la masa del neutrino y dan referencias.

<http://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmolog.htm>

Habla sobre Cosmología al nivel preuniversitario. Tiene un tutorial muy interesante con animaciones sobre Cosmología y otro sobre Relatividad General. Proporciona una página con enlaces a otras páginas de Cosmología y un apartado inicial comentando las últimas novedades aparecidas en la prensa americana y en revistas especializadas. También es interesante el apartado sobre anisotropías de la radiación cósmica de fondo. Recomendable.

<https://www.cosmos.esa.int/web/planck/picture-gallery>

Información e imágenes obtenidas por el satélite Planck

El libro "The Cosmological Background Radiation. Echo of the Early Universe" de Lachièze-Rey M. & Gunzig E. 1999

(Cambridge University Press), contiene gran cantidad de páginas www relacionadas con la radiación cósmica de fondo y sus medidas de anisotropía.

<http://www.mpa-garching.mpg.de/millennium/>

Página del MPIA sobre la simulación Millenium de formación y evolución de galaxias.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

Un 30% de la nota se podrá obtener en base a pruebas objetivas multiopción, que se desarrollarán a través del aula virtual de la asignatura. Podría combinarse parcialmente con evaluaciones mediante aprendizaje basado en problemas, prácticas virtuales o juegos de rol, entre otros.

El 70% restante corresponde a un examen, distribuido en una prueba objetiva multiopción (20%) y el resultado de la resolución de problemas (50%).

La calificación final obtenida será la más alta que resulte de considerar solamente el resultado del examen (en cuyo caso la prueba objetiva contabiliza el 50% y los problemas el otro 50%), o bien de considerar el examen junto con la evaluación a través del aula virtual, en los porcentajes mencionados anteriormente.

### Estrategia Evaluativa

| Tipo de prueba                                       | Competencias                              | Criterios   | Ponderación |
|--|---|---|-------------|
| Pruebas objetivas                                    | [CG4], [CE5], [CE1]                       | Prueba multiopción con solo una respuesta correcta entre opciones equiprobables. Se penalizan respuestas erróneas de acuerdo a la estadística.        | 20,00 %     |
| Pruebas de desarrollo                                | [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE5]         | Se valora el rigor y conocimiento de los principios físicos aplicados a la resolución del problema, así como llegar al resultado final correctamente. | 50,00 %     |
| Prácticas virtuales, clase inversa, juegos de rol... | [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE5] | Se valora el proceso seguido y el resultado obtenido.   | 30,00 %     |

## 10. Resultados de Aprendizaje

En esta asignatura, después de un repaso de el modelo cosmológico estándar, se introducen los elementos necesarios para el estudio de la estructura del universo a gran escala. Parte esencial de la asignatura es el estudio de los campos aleatorios y las técnicas usadas para su tratamiento, así como su evolución temporal. Con estas técnicas se muestra la necesidad de la materia oscura para explicar la estructura a gran escala y se estudian los procesos que afectan a los distintos tipos de materia oscura y los espectros de potencias correspondientes.

- *Dotar al alumnado de los conocimientos teóricos necesarios para un buen aprovechamiento de los conocimientos observacionales más recientes en el campo de la Cosmología.*
- *Que el alumnado conozca los últimos avances en el campo de la Cosmología observacional y las restricciones que imponen a los modelos.*
- *Conseguir un equilibrio entre la enseñanza de los modelos cosmológicos más modernos y la de las observaciones más actuales de entre la literatura especializada de vanguardia.*
- *En relación con el punto anterior destacar, si procede, la existencia de opiniones contrarias, de resultados sin*

*explicación satisfactoria o de cambios recientes de interpretación.*

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

El número de la semana corresponde al número especificado en el calendario académico 2021-2022 como semana lectiva.  
\* La distribución de los temas por semana es orientativo; puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

| Segundo cuatrimestre |             |  |                             |                           |        |
|----------------------|-------------|--|-----------------------------|---------------------------|--------|
| Semana               | Temas       | Actividades de enseñanza aprendizaje   | Horas de trabajo presencial | Horas de trabajo autónomo | Total  |
| Semana 1:            | 1           | Teoría, problemas y prácticas virtuales.                                       | 1.00                        | 2.00                      | 3.00   |
| Semana 2:            | 1           | Teoría, problemas y prácticas virtuales.                                       | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 3:            | 1           | Teoría, problemas y prácticas virtuales.                                       | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 4:            | 1           | Teoría, problemas y prácticas virtuales.                                       | 2.00                        | 2.00                      | 4.00   |
| Semana 5:            | 2           | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 6:            | 2           | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 7:            | 2 y 3       | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 8:            | 3 y 4       | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 9:            | 4           | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 10:           | 5           | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 11:           | 5           | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 12:           | 5 y 6       | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 13:           | 6           | Teoría y problemas.  | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 14:           | 6           | Teoría, problemas y prácticas virtuales.                                       | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 15:           | 7           | Teoría, problemas y prácticas virtuales.                                       | 4.00                        | 4.00                      | 8.00   |
| Semana 16 a 18:      | Evaluación. | Evaluación y trabajo autónomo del alumno para la preparación de la evaluación. | 5.00                        | 34.00                     | 39.00  |
| Total                |             |  | 60.00                       | 90.00                     | 150.00 |