



●● **Universidad
para Mayores**

CURSO 2025-2026

CURSO MONOGRÁFICO

Universo extraño

Profesores:

Luis Javier Garay Elizondo

José Alberto Ruiz Cembranos



1. JUSTIFICACIÓN

En este curso monográfico trataremos distintos conceptos asociados a la física teórica y que constituyen objetos de investigación actual. Algunos de estos temas se encuentran en la frontera de la ciencia, y a menudo son estudiados desde un punto de vista filosófico, o incluso por parte de profesionales ajenos al ámbito académico. Los seminarios que constituyen el curso se ceñirán a su estudio dentro del marco de la física teórica, aunque también se expondrán comentarios históricos o se debatirán diferentes puntos de vista filosóficos. Entre los temas tratados se encuentran los agujeros negros, los viajes en el tiempo, la energía oscura y la materia oscura. Para discutir sobre estos temas, será necesario introducir la relatividad especial y la relatividad general enunciadas por Albert Einstein a principios del siglo XX, así como fundamentos de cosmología, de Física cuántica y de física de partículas.

2. OBJETIVOS

- Comprender el concepto de relatividad en la física moderna.
- Acotar el concepto de viaje temporal a través de la concepción actual de la estructura del espacio-tiempo.
- Analizar el concepto de singularidad y comprender la fenomenología de los agujeros negros.
- Adquirir un conocimiento general sobre la teoría del Big Bang y la cosmología estándar.
- Entender la necesidad de la existencia de la materia y la energía oscura.

- Explorar las consecuencias que la Física Cuántica induce en la comprensión de la naturaleza.
- Comprender los fundamentos de distintos modelos teóricos que intentan solucionar los problemas de la física actual.

3. CONTENIDOS

El programa del curso se ha formalizado de manera que se puedan introducir los distintos conceptos necesarios para el seguimiento del monográfico de una forma continua. Comenzaremos por introducir los límites del conocimiento científico y los temas y metodología propios de la física. Pasaremos después a exponer el carácter relativo del tiempo dentro del marco de la relatividad especial. Trataremos entonces la naturaleza dinámica del espacio-tiempo, introduciendo el concepto de métrica dentro de la relatividad general. Será en esta teoría donde definiremos la idea de agujero negro asociada a la existencia de horizontes de sucesos más que a la presencia de una singularidad. Describiremos distintos tipos de agujeros negros y agujeros de gusano. En ellos, describiremos curvas espaciotemporales cerradas y los viajes en el tiempo.

Pasaremos después a describir el modelo cosmológico estándar y la teoría del Big Bang. Además de introducir la idea de la inflación cosmológica, expondremos la ecuación de Friedmann y la ley de Hubble. Estudiaremos la expansión que experimenta nuestro universo y la forma en la que somos capaces de medir distancias astrofísicas. Finalmente, discutiremos la necesidad de introducir materia y energía oscuras. Ambos conceptos responden a distintas necesidades que tiene

el modelo cosmológico estándar de describir las observaciones astrofísicas. A través de ellos, introduciremos distintos modelos y candidatos que desde la física teórica se han propuesto como soluciones de estos dos problemas actualmente abiertos. Para entenderlos, expondremos algunos fundamentos de teorías no comprobadas experimentalmente, como la teoría de cuerdas o la supersimetría.

El programa de la asignatura se detalla a continuación:

Tema 1.- INTRODUCCIÓN

El conocimiento científico. Los límites de la Física. Física o metafísica. Temas y métodos.

Tema 2.- LOS AGUJEROS NEGROS Y LOS VIAJES EN EL TIEMPO

El electromagnetismo y la relatividad especial. El carácter relativo del tiempo. Contracción espacial. Transformaciones de Lorentz. El concepto de espacio-tiempo dinámico y la relatividad general. De la ley de gravitación universal de Newton a las ecuaciones de Einstein. De la geometría Minkowskiana a la geometría Riemanniana. Singularidades gravitacionales y horizontes de sucesos. Radiación de Hawking. Agujeros de gusano y curvas temporales cerradas.

Tema 3.- LA ENERGÍA OSCURA

La Teoría del Big Bang y la cosmología estándar. La inflación cosmológica. La ecuación de Friedmann. La ley de Hubble y la expansión del Universo. Medición de distancias astrofísicas. La formación de elementos ligeros primordiales. La formación de estructuras. El fondo cósmico de microondas. La energía de vacío y el problema de la

constante cosmológica. La expansión acelerada del Universo y su destino último.

Tema 4.- LA MATERIA OSCURA

La estructura de la materia y los modelos atómicos. la cuantificación del átomo y la hipótesis de Bohr. El espectro del cuerpo negro y la constante de Planck. La mecánica cuántica y su interpretación. El modelo estándar de partículas. La materia fermiónica y las interacciones bosónicas. El escalar de Higgs. Modelos más allá del estándar. Candidatos de materia oscura. La supersimetría. La teoría de cuerdas. Dimensiones espaciales adicionales.

Algunas de las clases en el aula podrán ser sustituidas por actividades complementarias, como, por ejemplo:

- Actividad #1: Asistencia a representaciones de teatro científico.
- Actividad #2: Asistencia a coloquios y seminarios de divulgación científica.

4. METODOLOGÍA

El programa del curso será impartido de forma presencial mediante el apoyo de presentaciones audiovisuales. Dichas presentaciones se distribuirán gratuitamente a través del campus virtual junto con algún otro material pertinente.

5. EVALUACIÓN

La evaluación es voluntaria y consistirá en:

- Asistencia (40% de la calificación): solamente para aquellos alumnos que asistan regularmente a las clases.
- Ensayo (60% de la calificación): Los alumnos serán evaluados a través de la realización de un ensayo que deberá tratar alguno de los temas analizados durante el curso. Dependiendo de las limitaciones de tiempo, los ensayos serán expuestos y debatidos en clase con el resto de los estudiantes durante las últimas clases del curso.
- Ficha de muestreo (+10% de la calificación): Los alumnos tendrán la posibilidad de completar una ficha sobre una producción audiovisual o literaria donde se introduzca el viaje en el tiempo como parte de su argumento. Los puntos por tratar en la ficha de muestreo serán propuestos por el profesor de la asignatura. Por cada ficha completada, el alumno conseguirá un punto extra sobre 10. También, durante las últimas clases del curso, se expondrán y discutirán en clase los resultados de esta actividad dependiendo del tiempo disponible.

6. BIBLIOGRAFÍA

No es necesario que los alumnos adquieran ningún texto puesto que el curso se ha programado de forma auto-contenida. Además, la mayor parte de la información relacionada con los temas tratados puede encontrarse en internet de forma más actualizada. En cualquier caso, como bibliografía adicional para los estudiantes interesados, pueden

citarse las siguientes referencias bibliográficas que están accesibles en la Biblioteca de la Universidad Complutense:

- R. Fernández Álvarez-Estrada, M. Ramón Medrano y F.J. Llanes Estrada. Partículas elementales: Una vía hacia el cosmos, Amazon, 2016.
- C. Sánchez del Río. Los principios de la física en su evolución histórica. Editorial Complutense, Madrid, 1986.
- Kip S. Thorne. Agujeros negros y tiempo curvo: el escandaloso legado de Einstein, Crítica, 2011.
- Paul Strathern. Hawking y los agujeros negros, Siglo Veintiuno, 1999.
- M. Friedmann. Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo: Física relativista y filosofía de la ciencia, Alianza 1991.
- A. Galindo, P. Pascual. Mecánica Cuántica. Eudema. Madrid. 1989.
- Sonia Fernández Vidal. Desayuno con partículas: La ciencia como nunca antes se ha contado, Plaza & Janes, 2013.
- Robert P. Kirshner. El universo extravagante: estrellas explosivas, energía oscura y cosmos acelerado, Siruela, 2006.

NOTA ACLARATORIA

Durante la exposición de los distintos temas que se imparten en el curso, se hará uso de conocimientos y elementos propios del cálculo y el álgebra, tales como el concepto de derivada, vector o tensor. Estos elementos se describirán brevemente al ser introducidos. El dominio de este tipo de nociones matemáticas no es necesario para el seguimiento del monográfico, pero sí es recomendable poseer conocimientos previos de matemáticas.

