Nombre del curso: Problemas abiertos en cosmología

Programa de la unidad curricular: Programa de Posgrado en Física (PEDECIBA)

Fecha: 7 al 17 de diciembre de 2026

Resumen. El curso aborda los principales problemas abiertos de la cosmología y su conexión con la física fundamental. Recorre la expansión del universo, el fondo cósmico de microondas, la materia y energía oscuras, la inflación y la formación de estructuras, con atención a las observaciones que permiten poner a prueba los modelos. Incluye una introducción a la astrofísica multimensajero, una discusión de la tensión de Hubble y una actividad práctica de análisis de simulaciones cosmológicas.

Conocimientos previos sugeridos.
Formación de grado en física y/o astronomía.
Para la actividad práctica, es conveniente contar con nociones básicas de programación en Python y familiaridad con el entorno Jupyter

Tipo de curso: Teórico-práctico.

Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece:

Nombre del/la docente responsable: **Raul Abramo**

E-mail del/la docente responsable:

Modalidad cursada: Presencial

Metodología de enseñanza: Clases teóricas y prácticas presenciales. Elaboración de un proyecto final.

Carga Horaria. Duración en semanas: 2 semanas

Carga horaria total: 45 horas

Carga horaria detallada:

a) Horas aula de clases teóricas: 14 horas (7 clases de 2 hs c/u)

b) Horas aulas de clases prácticas: 3 horas (1 clase final de simulación numérica)

c) Horas de seminarios: 0 horas

d) Horas de talleres: 0 horas

e) Horas de salida de campo: 0 horas

f) Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 14 horas

g) Horas estimadas para la preparación del proyecto final: 14 horas

Créditos sugeridos. Calculado a partir del ítem anterior. 3 créditos.

Metodología de evaluación. Presentación y defensa de un proyecto final.

Sistema de APROBACIÓN final:

Tiene examen final: Sí.

Se exonera el examen final: No.

Tipo de curso:

Sistema de GANANCIA:

Asistencia obligatoria (tolerancia: 1 falta)

Habilitada a rendir en calidad de examen libre: NO

Temario.

Objetivos de la unidad curricular:

- Comprender los principales problemas abiertos de la cosmología y su conexión con la física fundamental.
- Conocer las observaciones y los métodos que permiten determinar parámetros cosmológicos y poner a prueba los modelos.
- Introducir la astrofísica multimensajero y sus aplicaciones a la cosmología.
- Aplicar herramientas básicas de análisis estadístico al estudio de la estructura a gran escala mediante simulaciones numéricas

Temario sintético de la unidad curricular:

1. Geometría y expansión del universo. Introducción a la relatividad. Métrica de Friedmann–Lemaître–Robertson–Walker y curvatura espacial. Distancias cosmológicas y corrimiento al rojo. Expansión cósmica y ley de Hubble–Lemaître. Determinaciones de la constante de Hubble a partir del universo temprano y del universo local.

2. Historia térmica y fondo cósmico de microondas. Modelo del Big Bang caliente. Nucleosíntesis primordial. Física del fondo cósmico de microondas y determinación de parámetros cosmológicos. Oscilaciones acústicas de bariones. Estadística del campo de densidad.

3. Materia oscura y expansión acelerada. Evidencias de materia oscura: dinámica de cúmulos, curvas de rotación de galaxias, fondo cósmico de microondas y lentes gravitacionales. Dinámica newtoniana modificada (MOND). Búsquedas directas e indirectas de materia oscura. Evidencias de expansión acelerada. Constante cosmológica, energía oscura y teorías de gravedad modificada. Modelos con interacción entre los componentes del sector oscuro.

4. Universo primordial y formación de estructuras. Problemas de planitud, horizonte y homogeneidad. Inflación cósmica y origen cuántico de las perturbaciones. Condiciones iniciales y sus propiedades estadísticas. Restricciones observacionales y escenarios alternativos a la inflación. Inestabilidad gravitacional y crecimiento de perturbaciones. Regímenes lineal y no lineal. Halos, vacíos y estructura a gran escala. Simulaciones numéricas.

5. Cartografía del universo. Introducción a la cosmología observacional. Trazadores de la estructura a gran escala. Relevamientos espectroscópicos, fotométricos y en radio. Observables cosmológicos: oscilaciones acústicas de bariones y distorsiones en el espacio de corrimientos al rojo. Relación con el principio de equivalencia. Restricciones sobre parámetros cosmológicos a distintas épocas.

6. Astrofísica multimensajero. Combinación de relevamientos con distintos trazadores. Rayos cósmicos, rayos gamma, neutrinos de alta energía y ondas gravitacionales. Observaciones multimensajero de fenómenos cataclísmicos. Aplicaciones al estudio de la materia oscura. Panorama de observaciones y perspectivas futuras.

7. La tensión de Hubble. Métodos locales y del universo temprano: alcances y limitaciones. Determinación de distancias mediante ondas gravitacionales de sistemas binarios. Medición de la constante de Hubble mediante ondas gravitacionales y retardos temporales en lentes gravitacionales. Posibles explicaciones de la tensión entre mediciones.

8. Actividad práctica: análisis de la estructura a gran escala. Uso de la simulación IllustrisTNG para estudiar la distribución de materia oscura, materia bariónica, halos y galaxias. Cálculo del espectro de potencia de una población de galaxias y, según el tiempo disponible, obtención de restricciones sobre parámetros cosmológicos.