

EX-2025-00111784- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: La conexión Halo-Galaxia y Cosmología.	AÑO: 2025
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La cosmología actual está en un punto de inflexión, ya que datos del fondo de radiación cósmica (CMB) a un corrimiento al rojo de ~ 1000 y los del universo cercano han ganado suficiente precisión para llegar a encontrar alguna tensión con el modelo fiducial de materia oscura fría con una constante cosmológica. Una de las actuales tensiones entre estos dos tipos de datos corresponde a la de la amplitud lineal de fluctuaciones hoy, la que se puede extrapolar a partir de fluctuaciones de temperatura del CMB, e inferir de las fluctuaciones de densidad de número de galaxias. Esto indica que es extremadamente importante poder relacionar las fluctuaciones de masa dominadas, en principio, por materia oscura y las de galaxias. En este curso ahondaremos en la relación entre ambas, concentrándonos en las regiones de materia oscura colapsadas gravitacionalmente, los halos, y su relación con galaxias. Hay sospechas fundadas de que la tensión mencionada arriba se debe a un mal modelo de esta relación.

Objetivos:

- Comprender la interrelación entre inferencias de parámetros cosmológicos a partir del CMB y de la distribución de galaxias.
- Ahondar en el modelo donde las galaxias se forman y evolucionan dentro de estructuras colapsadas gravitacionalmente dominadas por materia oscura, cuya evolución temporal depende fuertemente de factores ambientales no lineales.
- Notar diferencias de procesos físicos a los que están sujetos los picos de densidad dominantes en halos de materia oscura, respecto de los secundarios (llamados subhalos). Todos estos picos estarían en su mayoría poblados por galaxias, lo que permite modelar la evolución de galaxias centro y satélites en halos.
- Alcanzar a comprender los modelos de ocupación de halo actuales, con dependencias no sólo con la masa del halo si no con su historia de formación y ambiental.
- Manejar los modelos de igualado de abundancia de subhalos, una alternativa a los modelos de ocupación de halos, y entender las ventajas comparativas de ambos.
- Aplicar estos conceptos al ajuste de parámetros cosmológicos con mediciones relacionadas a la distribución espacial de galaxias, y su combinación con otras fuentes de ajuste, como el CMB y estadísticas de lentes débiles.

CONTENIDO

Unidad 1: Cosmología a partir del fondo de radiación de microondas, y de la distribución de galaxias

Relación entre la forma del espectro de fluctuaciones de temperatura y los distintos parámetros cosmológicos. Relación entre estos parámetros y estadísticas de la distribución espacial de galaxias. Parámetros extra necesarios en cada caso. Tensiones actuales entre ambos sets de datos y un único conjunto de parámetros cosmológicos para el model estándar actual de materia oscura fría con constante cosmológica.

Unidad 2: Modelo de formación de galaxias en un universo dominado por materia oscura

EX-2025-00111784- -UNC-ME#FAMAF

Evolución no lineal de la masa. Colapso esférico. Abundancia y evolución temporal de halos de materia oscura mediante extensiones numéricas del modelo de Press y Schechter. Conjunto de ecuaciones diferenciales acopladas correspondientes al modelo más simple de evolución de la materia visible dentro de estos halos de materia oscura. Estadísticas espaciales de halos de materia oscura y de galaxias, abundancias, relaciones de escala.

Unidad 3: Modelo de ocupación de halos por galaxias

Modelo de ocupación de halos, dependencia con distintos parámetros de halos y con su ambiente. Función condicional de luminosidad. Relación entre el modelo de ocupación y estadísticas de la distribución espacial de galaxias. Conjunto de parámetros adicionales a la cosmología asociados al modelo de ocupación.

Unidad 4: Igualado de abundancia de subhalos

Uso de la abundancia de galaxias, incluyendo centrales y satélites, a la abundancia de picos de densidad internos de halos de materia oscura. Relación con modelos de ocupación. Ventajas relativas de ambos modelos.

Unidad 5: Ajustes de parámetros cosmológicos con estadísticas de galaxias y modelos de ocupación

Ajustes de parámetros cosmológicos y marginalización sobre parámetros de ocupación o de igualado de abundancias entre galaxias y halos/subhalos. Comparación con parámetros de modelos de formación de galaxias aplicados a simulaciones hidrodinámicas y semianalíticas. Implementación con emuladores para ampliar las dimensiones del espacio de parámetros cosmológicos. Estudio sobre la tensión en la amplitud de fluctuaciones de densidad de masa inferidas del CMB y de galaxias, y su posible solución al introducir mejoras en el modelo de relación entre galaxias y halos de materia oscura.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Galaxy Formation and Evolution, Mo, van den Bosch and White, 2010, Cambridge University Press
- Galaxy Formation, Malcolm Longair, 2da Edición, 2008, Springer

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Papers actuales del área, que constituirán la mayoría de la bibliografía del curso:
- "The Occupation Distribution of Galaxies in Dark Matter Halos" - Peñarrubia, J., et al. (2008).
- "Halo Occupation Distribution Models: A Review" - S. A. Tinker, et al. (2010).
- "The Subhalo Abundance Matching Technique: A Modern View" - Conroy, C., & Wechsler, R. H. (2009).
- "Galaxy Formation in a Hierarchical Universe" - Kauffmann, G., White, S. D. M., & Guiderdoni, B. (1993).
- "The Relationship between Galaxies and Dark Matter Halos" - Zhang, J., et al. (2008).
- "The Role of Subhalos in Galaxy Formation" - Burch, B. & Johnston, K. V. (2016).
- "Modeling the Galaxy-Halo Connection" - Yang, X., Mo, H. J., & van den Bosch, F. C. (2003).
- "Using the galaxy-galaxy lensing signal to measure the halo mass function" - Mandelbaum, R., et al. (2005).
- "Subhalo abundance matching: A new method for testing galaxy formation scenarios" - Moster, B. P., et al. (2010).
- "The Baryonic Tully-Fisher Relation and the Role of Dark Matter" - McGaugh, S. S. (2012).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

2 actividades prácticas
examen final oral de carácter integrador.



Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF
Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EX-2025-00111784- -UNC-ME#FAMAF

REGULARIDAD

aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio

PROMOCIÓN

No tiene régimen de promoción

CORRELATIVIDADES

Para cursar:

- Electromagnetismo I (aprobada)

Para rendir:

- Electromagnetismo II (aprobada)