



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2024-00149385- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Medio Interestelar, Galaxias Starburst y Núcleos Activos de Galaxias	<b>AÑO:</b> 2024
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 1° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

El medio interestelar constituye aproximadamente el 10 % de la materia visible de las galaxias, estando compuesto principalmente por gas y en mucha menor proporción por el polvo interestelar. El estudio del medio interestelar en sus distintos estados (ionizado, atómico, molecular) resulta de fundamental importancia, ya que está asociado a procesos directamente vinculados a la formación de estrellas en la Vía Láctea, así como en otras galaxias. El medio interestelar también puede ser un indicador de procesos que involucran alta emisión de energía y que no pueden ser explicados a partir de la formación de estrellas, como es el caso de los núcleos activos de galaxias.

En particular, en la primera sección de este curso se abordarán los fundamentos físicos que permitan entender los procesos que tienen lugar en el medio interestelar en su estado ionizado. Es necesario que el estudiante adquiera este conocimiento básico acerca de la física de las nebulosas gaseosas, ya que le permitirá comprender la fenomenología vinculada a las galaxias Starbursts y los Núcleos Activos de Galaxias, temática que también será abordada en este curso.

### **CONTENIDO**

#### **1- FÍSICA DEL MEDIO INTERESTELAR**

Conceptos físicos básicos acerca del Medio Interestelar. Organización del Medio Interestelar y sus diferentes Fases. Proceso de Ionización en las distintas fases. Composición del Medio Interestelar. Equilibrio de fotoionización en el medio difuso. Fotoionización y recombinación del hidrógeno. Fotoionización en una nebulosa de hidrógeno puro; esfera de Strömgren. Fotoionización en una nebulosa de hidrógeno y helio. Reacciones de Intercambio de Carga. Equilibrio térmico. Inyección de energía por fotoionización. Pérdida de energía por recombinación, radiación libre-libre y por radiación de líneas excitadas colisionalmente. Densidad crítica. Equilibrio térmico resultante. Espectro emitido. Líneas de recombinación y radiación continua en el óptico. Líneas prohibidas. Coeficientes de emisión. Decremento de Balmer; casos de nebulosas transparentes y no transparentes a las líneas de Lyman. Polvo interestelar: extinción interestelar; polvo en Regiones H II. Distribución de nebulosas planetarias y regiones H II en la Galaxia y en otras galaxias. Mapeos de la estructura espiral en la Galaxia. Detección de la emisión nebular: instrumental espectroscópico e interferométrico.

#### **2- DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS EN REGIONES H II.**

Estimación de Enrojecimiento y su corrección. Determinación de Temperatura y Densidad electrónicas a partir de líneas de emisión en el rango óptico (método directo y método semi-empírico). Abundancias de elementos. Determinación de Abundancias de oxígeno y nitrógeno mediante métodos semi-empíricos.

#### **3- GALAXIAS STARBURST**

Introducción. Diferentes tipos de galaxias peculiares: Núcleos Starburst y Regiones HII Extragalácticas, Blue Compact Dwarf Galaxies, etc.. Propiedades integradas de las Galaxias Starburst. Distribución espectral de energía: emisión continua y de líneas. Indicadores de Formación Estelar: colores, H $\alpha$ , IR, etc. Ley de Kennicutt- Schmidt. Diagramas de diagnóstico en diferentes rangos de frecuencia (óptico, infrarrojo cercano, etc.). Luminosidad y tasas de formación estelar.

Disparadores de la actividad de formación estelar. Asociación entre las propiedades galácticas

EX-2024-00149385- -UNC-ME#FAMAF

globales de los SBs y la Formación Estelar. Espectrofotometría de galaxias con Formación Estelar (Starburst99). Interacciones de Galaxias. Starbursts a alto redshift.

#### 4- NÚCLEOS ACTIVOS DE GALAXIAS

Antecedentes históricos. Características generales. Clasificación de galaxias activas: Galaxias Seyferts, LINERs, QSOs, Radio Galaxias. Espectros; líneas de emisión anchas y angostas. Proceso de Fotoionización. Parámetro de ionización. Regiones de líneas anchas y angostas: propiedades físicas (densidades, temperaturas electrónicas); estimaciones de masas y dimensiones.

Observaciones de AGNs en diferentes rangos de frecuencia. Fuente de energía. Masa de la fuente central. Relación de masas entre agujero negro y bulbo de la galaxia huésped. Tasas de acreción de masa. Variabilidad del continuo y de las líneas. Método de reverberación. Modelo unificado.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei. 2nd Edición 2006; Osterbrock. D. E. and Ferland, G. (University Science Books).
- Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium. 2011. Bruce T. Draine (Princeton University Press).
- Active Galactic Nuclei, Beckman V. & Shradler, C., 2012 (Wiley-VCH)
- Understanding Galaxy Evolution through Emission Lines; Lisa J. Kewley, David C. Nicholls, & Ralph S. Sutherland 2019, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 57, 511.
- Starburst Galaxies. Orlitova, I. 2020, in Reviews in Frontiers of Modern Astrophysics; From Space Debris to Cosmology. Springer International Publishing, pp. 379-411
- The high-redshift Universe with Spitzer; Maruza Bradac 2020, Nature Astronomy 4, 478.

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Active galactic Nuclei. 1990. Ed. R. D. Blandford, H. Netzer and L. Woltjer.
- Massive stars in Starbursts. 1991, Ed. C. Leitherer, N. R. Walborn, T. M. Heckman and C. A. Norman.
- Active Galactic Nuclei. 1996. I. Robson. (Wiley Praxis series in Astronomy and Astrophysics).
- The Nature of the Starburst Galaxies. M.D. Lehnert and T.M. Heckman. A. J., 472, 546, 1996.
- Active Galactic Nuclei. 1999. J.H. Krolik (Cambridge University Press).
- Galactic Astronomy. 1998. Binney & Merrifield. (Princeton University Press).
- Nuclei of Seyfert galaxies and QSOs - Central engine and conditions of star formation. Valencia et al. 2013, Proceedings of Science - Workshop summary and open questions ( ArXiv 1312.1281v1).
- Mid to far infrared properties of star-forming galaxies and active galactic nuclei, Magdis et al 2013, Astronomy and Astrophysics, 558, 136.
- Massive black holes in galactic nuclei: Observations, Marianne Vestergaard and Kayhan Gültekin; 2024, The Encyclopedia of Cosmology. Set 2: Frontiers in Cosmology. Volume 3: Black Holes. Edited by Zoltan Haiman. Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2024.

#### EVALUACIÓN

##### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se evaluarán los informes que realice el alumno de tres trabajos prácticos que tendrán lugar durante el dictado de la materia. Además, el alumno deberá preparar un seminario con tema a elección, para exponer y ser evaluado durante la última semana de clases.

El examen final constará de una evaluación oral que englobará los contenidos teóricos dictados en el cursado de la materia.

##### REGULARIDAD



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2024-00149385- -UNC-ME#FAMAF

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos (tres de cuatro, incluyendo el seminario).

#### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

- Astronomía Esférica (aprobada) – Astrofísica General (regularizada).

Para rendir:

- Astrofísica General (aprobada).