

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

## **Introducción a la radioastronomía milimétrica y submilimétrica**

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA

CARGA HORARIA SEMANAL: 4 HORAS DE TEORÍA Y PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL

PROFESORA A CARGO: SILVINA CICHOWOLSKI

### OBJETIVOS

Se espera que al cursar este seminario, las/los estudiantes puedan llevar a cabo proyectos propios utilizando datos milimétricos/submilimétricos. Teniendo en cuenta que Argentina contará con un radiotelescopio como LLAMA se hará especial hincapié en las investigaciones que será posible emprender con el mismo.

El contenido del curso está separado en tres partes: las primeras 5 unidades consisten en el estudio de la instrumentación utilizada en radioastronomía, en las siguientes 4 unidades se plantean los temas astrofísicos para los cuales se utilizan observaciones en el rango mm/submm del espectro electromagnético y, por último, la tercera parte del curso se utiliza para la discusión de trabajos científicos publicados en revistas internacionales en los que se analicen observaciones tomadas con distintos radiotelescopios y que aborden distintas temáticas científicas, como por ejemplo: medio interestelar, astroquímica, formación estelar, campos magnéticos, física solar y astronomía extragaláctica. En cada caso se discutirán los instrumentos y métodos de observación utilizados y los resultados obtenidos.

### CONTENIDO TEMÁTICO

**Unidad 1.** Introducción: Breve historia de la radioastronomía. Emisión del continuo y de líneas. Estructura básica de un radiotelescopio. Imágenes en radio. Medidas de la cantidad de radiación: energía total, luminosidad, flujo, densidad de flujo, intensidad. Radiación de cuerpo negro. Aproximación de Rayleigh-Jeans. Temperatura de brillo. Radiación coherente.

**Unidad 2.** Radiotelescopios: Reflectores, antenas y alimentadores. Reflectores primarios. Determinación del diagrama de antena. Alimentación e iluminación del reflector principal. Imperfecciones de la superficie. Receptores heterodinos: front-end y back-end. Ruido, temperatura de ruido y temperatura de antena. Detectores bolométricos. Espectrómetros.

**Unidad 3.** Radiotelescopios de disco simple: Observaciones con un telescopio de disco simple. Modos de observación. Determinación de la temperatura de sistema. Medición de la temperatura de antena y su incerteza. Diagrama de antena: ángulo sólido de la antena y resolución angular. Eficiencia del haz principal. Observación de fuentes resueltas y no resueltas. Temperatura de brillo vs temperatura de antena, dilución y eficiencia del haz. Observación de líneas espectrales. Obtención de imágenes. Calibración del radiotelescopio. Sensibilidad del radiotelescopio y metodología para el planeo de la observación.

**Unidad 4.** Interferometría: Síntesis de apertura. Interferómetros de dos antenas. Observación de fuentes puntuales. Respuesta del interferómetro (“fringe function”). Función de visibilidad. Observaciones de fuentes extendidas. Coherencia y efectos del ancho de banda y tiempos de integración finitos.

**Unidad 5.** Radiotelescopios mm/submm existentes: Características principales: resolución angular y espectral. Receptores. Modos de observación. El radiotelescopio LLAMA. Tratamiento de datos.

**Unidad 6.** Líneas moleculares: Conceptos básicos. Transiciones rotacionales, vibracionales y electrónicas. Intensidad de la línea. Moléculas lineales, simétricas y asimétricas: niveles de energía, intensidades de línea y densidades de columna. Excitación molecular en ETL, con dos niveles de energía. Densidad crítica. Obtención de parámetros a partir de líneas espectrales. Temperatura cinética, ancho de línea, movimientos radiales y distribución de intensidades. Densidad de columna. Masas. Excitación molecular fuera del ETL. Modelos de transferencia radiativa (ejemplo modelo LVG (Large Velocity Gradient) y RADEX). Emisión máser.

**Unidad 7.** Emisión del continuo: Emisión térmica del polvo. Estimación de densidades y temperatura del polvo.

**Unidad 8.** Nubes moleculares: Distribución en la Galaxia. Clasificación. Principales características. Estructura: núcleos y grumos moleculares. Abundancias. Molécula de H<sub>2</sub> y de CO, características principales. Visualización de cubos de datos.

**Unidad 9.** Emisión de objetos estelares. El Sol. Las estrellas de secuencia principal, gigantes y supergigantes. Estrellas jóvenes. Discos proto-estelares. Radio jets. Outflows moleculares.

**Unidad 10.** Presentación y discusión de artículos científicos publicados en revistas internacionales de alto impacto. Análisis de instrumentos utilizados, modos de observación, técnicas de reducción y discusión de los resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Tools of Radio Astronomy. Rohlfs K. & Wilson T.L. Astronomy and Astrophysics Library. 1997
- Fundamentals of Radio Astronomy: Observational Methods. Jonathan M. Marr, Ronald L. Snell & Stanley E. Kurtz, Series in Astronomy and Astrophysics. 2016
- The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium. Tielens. Cambridge University Press, 2005
- Fundamentals of Radio Astronomy: Astrophysics. Ronald L. Snell, Stanley E. Kurtz, and Jonathan M. Marr, Series in astronomy and astrophysics, 2019
- Tools of Radio Astronomy, Thomas L. Wilson, Kristen Rohlfs, & Susanne Hüttemeister. Astronomy and Astrophysics Library. 2009
- Science with the Atacama Large Millimeter Array, editores Bachiller & Cernicharo, Proceedings of the Conference, Springer, 2008.
- The Interstellar Medium, Lequeux, Springer, 2004.