

# Formación Estelar

## Programa

### Años 2010 - Segundo Cuatrimestre

#### **Unidad No. 1: Nubes Moleculares**

Diferentes tipos de nubes moleculares. Clasificación. Características observacionales y propiedades físicas. Composición. Masas y dimensiones. Soporte térmico, magnético y turbulento. Observaciones en Radio y en el Infrarrojo lejano. Nubes activas en la formación de estrellas.

#### **Unidad No. 2: Núcleos Moleculares Densos**

Características. Masas y dimensiones. Empleo de diferentes trazadores moleculares (en radio) para su estudio. Observaciones en el infrarrojo. Asociación con fuentes IRAS. Localización espacial. Evidencias observacionales del colapso gravitacional: Glóbulos de Bok. Asociación con protoestrellas.

#### **Unidad No. 3: Proto-Estrellas u Objetos de Clases 0 y I**

Características observacionales. Detección en radio e infrarrojo. Envoltentes colapsantes. Distribución espectral de energía. Interpretación. Determinación de edades y masas.

#### **Unidad No. 4: Estrellas de Tipo T Tauri: Objetos de Clases II y III**

Características espectroscópicas y fotométricas. Interpretación. Clasificación: Estrellas T Tauri clásicas y con emisión débil. Discos de acreción y de re-procesamiento. Discos de tipo “flare”. Modelo de la “boundary layer” o región de acreción. Modelo de transferencia de masa “magneto-hidrodinámico”. Dimensiones y masas de discos circunestelares jóvenes. Implicaciones para la formación de planetas. Vientos estelares y de discos. Conexión acreción - eyección.

#### **Unidad No. 5: Eventos de Tipo FU Orionis**

Características fotométricas y espectroscópicas. Cuasi-periodicidad. Estadística de los eventos. Modelo de acreción. Tasa de acreción de masa del disco a la estrellas. Importancia de estos eventos para la formación de la nueva estrella. Probable conexión causal con los llamados objetos HH (Herbig-Haro).

#### **Unidad No. 6: Flujos Moleculares, Jets (Chorros) Estelares, Objetos de Tipo HH (Herbig-Haro)**

Características observacionales. Flujos moleculares clásicos y altamente colimados. Rol

e importancia para la formación de estrellas. Jets ópticos y objetos de tipo HH. Flujos ópticos gigantes. Escenario unificado de los tres eventos (flujos moleculares, jets estelares, objetos de tipo HH).

### **Unidad No. 7: Binarias y Multiplicidad de Estrellas de Pre-Secuencia Principal**

Detección e identificación de binarias de pre-secuencia principal. Frecuencia. Estadística. Cúmulos estelares extremadamente jóvenes o embebidos. Frecuencias de discos circunestelares. Relevancia para la formación estelar en escala galáctica.

### **Unidad No. 8: Formación de Estrellas de Gran Masa**

Acresción versus "Merger" o modelo colisional. Protoestrellas de gran masa. Discos y Jets. Mseres. Regiones HII ultra-compactas. Identificación de distintos estadios evolutivos en la formación de las estrellas de gran masa.

### **Unidad No. 9: Estrellas de Tipo Vega**

Definición y características. Discos de escombros o "debris". Detección de análogos al cinturón de Kuiper. Métodos de detección. Resultados recientes de Spitzer y extrapolaciones sobre el número de análogos solares en la vecindad Solar. Binaridad en estrellas con discos.

### **Unidad No. 10: Enanas Marrones**

Definición y escenarios de formación. Métodos de detección. Tipos espectrales L y T. Escala de Temperaturas. Función Inicial de Masa en el rango subestelar.

### **Unidad No. 11: Planetas Extrasolares**

Definición. Métodos de detección. Ventajas y limitaciones de cada técnica. Características de los planetas extrasolares conocidos. Misiones espaciales futuras. Planetas habitables. Binaridad en estrellas que albergan planetas extrasolares.

### **Unidad No. 12: Los llamados Planetas Fénix**

Formación de discos y planetas en estrellas evolucionadas de tipo gigantes rojas, enanas blancas y estralles de neutrones/pulsars. Planetas Fénix y planetas remanentes. Propiedades físicas de estos tipos de planetas. Resultados recientes de Spitzer. Formación de planetas y sistemas planetarios en todo el espectro de masas estelares y todos los estadios evolutivos de la estrella asociada.

## Bibliografía

### Libros

Physics of Star Formation and Early Stellar Evolution (1991), NATO Adv. Study Inst., editado por C.J. Lada & N.D. Kylafis.

Protostars and Planets III (1993), University of Arizona Press, editado por E.H. Levy & J. Lunine.

Accretion Processes in Star Formation (1998), Lee Hartmann, Cambridge Astrophysics Series Vol. 32.

The Origins of Stars and Planetary Systems (1998), Kluwer Academic Press, editado por C.J. Lada y N.D. Kylafis.

Protostars and Planets IV (2000), Tucson: University of Arizona Press; editado por Mannings, V., Boss, A.P., Russell, S. S.

The Origins of Stars and Planets: The VLT View; (2001), Springer; editado por J.F. Alves & M. J. McCaughrean

The Formation of Stars (2004) Stahle, S. W. y Palla, F. editado por WILEY-VCH.

Protostars and Planets V (2006), Tucson: University of Arizona Press; editado por B. Reipurth, D. Jewitt, y K. Keil.

Handbook of Star Forming Regions Vol. I. The Northern Sky; Handbook of Star Forming Regions Vol. II. The Southern Sky (2008), ASP Conference Series, editado por B. Reipurth.

### Artículos Selectos del Annual Review of Astronomy and Astrophysics

Pre-Main-Sequence Binary Stars, Mathieu, R., (1994), ARA&A 32, 465.

Bipolar Molecular Outflows from Young Stars and Protostars (1996), Bachiller, R., ARA&A 34, 111.

The FU Orionis Phenomenon (1996), Hartmann, L., & Kenyon, S.J. ARA&A 34, 207.

Physical Conditions in Regions of Star Formation; (1999) Evans, Neal J., II ARA&A 38, 311.

Observations of Brown Dwarfs; (2000) Barsi ARA&A 38, 485.

Theory of Low-Mass Stars and Substellar Objects; (2000) Chabrier & Baraffe ARA&A 38, 337.

Dusty Circumstellar Disks; (2001) Zuckerman ARA&A 39, 549.

Herbig-Haro Flows: Probes of Early Stellar Evolution; (2001) Reipurth & Bally ARA&A 39, 403

Ultra-Compact HII Regions and Massive Star Formation; (2002) Churchwell ARA&A 40, 27

Embedded Clusters in Molecular Clouds; (2003) Lada C. J. & Lada, E. A., ARA&A 41, 57.

New Spectral Types L and T; (2005) Kirkpatrick, J. D., ARA&A 43, 195

Dra. Mercedes Gómez