

EX-2024-00605830- -UNC-ME#FAMAF

| PROGRAMA DE ASIGNATURA                                                                          |                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>ASIGNATURA:</b> Espectroscopía Integrada de Sistemas Estelares Galácticos y Extragalácticos. | <b>AÑO:</b> 2024                                       |
| <b>CARACTER:</b> Especialidad                                                                   | <b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre |
| <b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía                                                      |                                                        |
| <b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral                                                                   | <b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas                        |

| FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS |
|----------------------------|
|----------------------------|

Los cúmulos estelares pueden considerarse como los bloques o “building blocks” de las galaxias que los albergan, por lo cual su estudio provee valiosa información acerca de los procesos de formación estelar y sobre la historia de evolución química de las galaxias en general. Si bien en los últimos años se han desarrollado numerosos proyectos, nuestro conocimiento sobre los mencionados procesos es incompleto, aún en las galaxias del Grupo Local. En este contexto, los cúmulos estelares, tanto de nuestra Galaxia como de las Nubes de Magallanes, debido a su proximidad, riqueza y variedad, facilitan nuestra comprensión acerca del enriquecimiento químico y de la historia de formación estelar en general.

Una de las técnicas observacionales disponibles para estudiar objetos relativamente compactos es la espectroscopía integrada, la cual ha probado ser altamente efectiva para determinar las propiedades de los cúmulos estelares en particular. Recientemente se han desarrollado diferentes códigos de síntesis espectral que permiten obtener, a partir de espectros integrados, una serie de parámetros de poblaciones estelares compactas, particularmente de cúmulos estelares.

En el desarrollo de esta asignatura aplicaremos diversas técnicas actuales para el tratamiento, análisis y modelización de los espectros integrados de cúmulos estelares a fin de derivar sus parámetros astrofísicos.

Al completar este curso el alumno deberá estar en condiciones de manipular datos espectroscópicos de poblaciones estelares. Asimismo, podrá determinar los parámetros fundamentales de los objetos mencionados tanto mediante el ajuste de espectros patrones o templates, como a partir de síntesis de poblaciones estelares. Se espera que además el alumno adquiera o incremente la habilidad para discutir y presentar los datos obtenidos. Está dirigido a quienes se dediquen al estudio de poblaciones estelares en general.

| CONTENIDO |
|-----------|
|-----------|

**Unidad 1: Sistemas estelares**

Estrellas individuales. Sistemas estelares. Evolución estelar. Edades y metalicidades en cúmulos estelares. Formación y destrucción de cúmulos estelares. Cúmulos estelares en nuestra Galaxia y en las Nubes de Magallanes.

**Unidad 2: Síntesis Evolutiva de Poblaciones Estelares**

Poblaciones estelares simples. Poblaciones estelares múltiples. Librerías espectrales empíricas y teóricas. Evolución espectral de poblaciones estelares simples y compuestas.

**Unidad 3: De la Teoría a las Observaciones**

De modelos estelares a espectros observados. Espectros teóricos versus espectros empíricos. El efecto de la extinción interestelar. Degeneración edad-metalicidad.

**Unidad 4: Reducción y Análisis de Datos Espectroscópicos**

EX-2024-00605830- -UNC-ME#FAMAF

Herramientas básicas para el tratamiento de datos con el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). Tareas espectroscópicas. Trazado de aperturas en espectros 2D de poblaciones compactas y en estrellas individuales. Extracción y calibración de espectros. Limpieza de características espúreas y por efectos de contaminación. Determinación del continuo y medición de anchos equivalentes. Estimación de errores involucrados. Calibraciones de anchos equivalentes en función de la edad y la metalicidad.

### **Unidad 5: Síntesis Espectral de Poblaciones Estelares y Templates. Herramientas.**

Introducción a los softwares ASAD, FADO y STARLIGHT. Ajustes de espectros sintéticos. Ingredientes de un modelo de síntesis. Librerías de espectros estelares. Precisión de las librerías. Síntesis de cúmulos estelares. Índices espectrales. Generación de poblaciones estelares. Análisis del espectro residual. Diferentes librerías de templates. Construcción de templates o espectros patrones. Parámetros espectroscópicos integrados: edad, enrojecimiento y metalicidad. Determinación de errores. Aplicación de las técnicas presentadas. Obtención de parámetros. Discusión de resultados obtenidos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

#### Libros:

- Archinal, B.A., Hynes, S.J., 2003, "Star Clusters", Willmann-Bell Pub.
- de Boer, K., Seggewiss, W., 2008, "Stars and Stellar Evolution", EDS Science.
- Greggio, L., Renzini, A., 2012, "Stellar Populations: A Guide from Low to High Redshift", John Wiley & Sons, Pub.
- Salaris, M., Cassisi, S., 2005, "Evolution of Stars and Stellar Populations", John Wiley & Sons, Pub.
- van Loon, J.Th., Oliveira, J.M. (Eds.), 2008, "The Magellanic System: Stars, Gas, and Galaxies", IAU Symposium 256.
- Westerlund, B.E., 1997, "The Magellanic Clouds", Cambridge Univ. Press, Cambridge Astrophys. Ser., 29.

#### Papers:

- Ahumada, A.V., Vega, L.R., Clariá, J.J., et al., 2019, PASP 131:124101.
- Ahumada, A.V., Vega, L.R., Clariá, J.J., et al., 2016, PASP 128, 14.
- Asa'd, R. S., Hanson, M. M., Ahumada, A. V., 2013, PASP, 125, 1304.
- Asa'd, R. S., Vazdekis, A., Cerviño, M., et al., 2017, MNRAS, 471, 3599.
- Asa'd, R. S., Vazdekis, A., & Zeinelabdin, S., 2016, MNRAS, 457, 2151.
- Benítez-Llambay, A., Clariá, J.J., Piatti, A.E., 2012, PASP 124, 173.
- Bica, E., Alloin, D., 1986, A&A; 162, 21.
- Bica, E., Alloin, D. 1986, A&AS; 66, 171.
- Cid Fernandes, R., González Delgado, R.M., 2010, MNRAS 403, 78.
- Cid Fernandes, R., Mateus, A., Sodré, L., et al., 2005, MNRAS 358, 363.
- Gomes, J., Papaderos, P., 2017, A&A; 603, A63.
- Martins, L., et al., 2019, MNRAS, 484, 2388.
- Piatti, A.E., Bica, E., Clariá, J.J., et al., 2002, MNRAS 335, 233.
- Santos, J.F.C., Jr., Bica, E., Clariá, J.J., et al. 1995, MNRAS 276, 1155.
- Santos, J.F.C., Jr., Piatti, A.E., 2004, A&A; 428, 79.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Papers de actualidad en los que se determinen parámetros astrofísicos mediante las técnicas acá presentadas y en los que se discutan las diferentes herramientas para la síntesis espectral.

#### Tesis/Tesinas:

- Ahumada, A.V., 2004, Tesis doctoral: "Evolución Espectral Integrada de Cúmulos Galácticos y de la Nube Menor de Magallanes" Director: J.J. Clariá Olmedo. FaMAF 2004/33.

EX-2024-00605830- -UNC-ME#FAMAF

- Minniti, J.H., 2013, Trabajo Especial: "Estudio espectral integrado de cúmulos estelares pertenecientes a la Nube Mayor de Magallanes", Directora: A.V. Ahumada. FaMAF.
- Vega, L.V., 2009, Tesis Doctoral: "Poblaciones Estelares y Mecanismo de Ionización en Núcleos Activos de Galaxias", Director: Roberto Cid Fernandes. FaMAF 2009/57.

**Manuales:**

- Ahumada, A.V., 2004, "Adquisición y Reducción de Imágenes Astronómicas, obtenidas mediante la técnica de la Espectroscopía Integrada". Seminario de la materia de postgrado "Adquisición y tratamiento de imágenes" (FaMAF).
- Barnes, J., 1993, "A Beginner's Guide to Using IRAF", IRAF Version 2.10.  
(<http://iraf.noao.edu/iraf/web/docs/spectra.html>).
- Cid Fernandes, R., 2007, "Spectral fitting with STARLIGHT", UFSC, Brasil.
- Gomes, J., 2017, "Spectral Synthesis Tool",  
(<http://www.spectralsynthesis.org/codes.html>).
- Massey, P., 1992, "A User's Guide to CCD Reductions with IRAF".  
(<http://iraf.noao.edu/iraf/web/docs/spectra.html>).
- Massey, P., Valdes, F., Barnes, J., 1992, "A User's Guide to Reducing Slit Spectra with IRAF"  
(<http://iraf.noao.edu/iraf/web/docs/spectra.html>).

|                   |
|-------------------|
| <b>EVALUACIÓN</b> |
|-------------------|

**FORMAS DE EVALUACIÓN**

Durante el cursado los alumnos deberán realizar un trabajo práctico en el que determinarán las propiedades de un grupo de cúmulos estelares mediante las técnicas presentadas. La evaluación final se realizará mediante un examen oral sobre los conceptos presentados en la materia frente al Tribunal designado.

**REGULARIDAD**

Aprobar el trabajo práctico de la materia.

**PROMOCIÓN**

No tiene promoción.

|                         |
|-------------------------|
| <b>CORRELATIVIDADES</b> |
|-------------------------|

Para cursar:

Astrofísica General regularizada

Para rendir:

Astrofísica General aprobada