



Universidad de Sonora  
División de Ciencia Exactas y Naturales  
Departamento de Física  
Licenciatura en Física

## Astrofísica III

Eje formativo:	Especializante		
Requisitos:	Astrofísica II		
Carácter:	Optativo		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	3	2	0
Créditos:	08		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

### 1. Introducción

La Astrofísica es una ciencia básica cuyo entendimiento requiere del conocimiento de distintas herramientas físicas como mecánica, termodinámica, electromagnetismo, física moderna, etc. junto con de otras, de forma interdisciplinaria. Las observaciones astronómicas permiten utilizar el universo como laboratorio para probar el comportamiento de objetos o procesos físicos muchas veces bajo circunstancias extremas, las cuales sirven para comprobar teorías o dan lugar a la observación de nuevos fenómenos físicos que necesitan ser estudiados.

### 2. Objetivo general

Durante el curso el alumno profundizará en el conocimiento de la estructura y evolución estelar, así como de los distintos estados y fases del medio interestelar. Se familiarizará con las observaciones que nos han llevado al estado de comprensión actual de estos procesos. Al final del curso el alumno tendrá la habilidad de discutir y desarrollar estos temas con soltura.

### 3. Objetivos específicos

El alumno aprenderá y manejará conceptos avanzados de estructura y evolución estelar, y del medio interestelar. Utilizará las ecuaciones básicas de estructura estelar, procesos de generación y transporte de energía, construcción de sencillos modelos numéricos de evolución estelar, y manejará las ecuaciones hidrodinámicas que describen el comportamiento del medio interestelar.

### 4. Temario

#### **Estructura Estelar:**

1. Ecuaciones de estructura estelar: Equilibrio hidrostático y de conservación de momento.
2. Ecuación de estado. Radiación y ionización. Opacidades y conductividad electrónica.
3. Producción de energía por reacciones nucleares. Cristalización, neutronización y otros efectos menores. Sección eficaz. Tasas de reacciones termonucleares. Ciclos de quemado termonuclear.
4. Conservación y transporte de energía. Transporte por radiación y conducción. Teoría de transporte de energía por convección: teoría de longitud de mezcla, semiconvección, sobremezclado.
5. Ecuación de evolución química. Procesos de difusión.
6. Escalas de tiempo estelares.
7. Teorema del virial. Estrellas homólogas y polítropos.
8. Modelo estándar de Eddington.
9. Envoltentes y modelos en el plano U-V.
10. Estrellas totalmente convectivas. La línea de Hayashi.
11. Estrellas masivas y presión de radiación. Límite de Eddington.

#### **Evolución estelar:**

1. Métodos numéricos. Método de Heyney. Existencia y unicidad de soluciones.
2. Formación estelar: criterio de Jeans, formación de protoestrellas, edad cero de secuencia principal (ZAMS).
3. Secuencia principal.
4. Evolución de estrellas de baja masa. Flash de Helio. Rama horizontal y AGB. Nebulosas planetarias y enanas blancas.
5. Evolución de estrellas masivas. Quemado en capas. Viento estelar y pérdida de masa. Gigantes y supergigantes. Fase WR, LBV, etc.... El "gap" de Herzprung-Russell.
6. Pulsaciones en estrellas.
7. Las últimas fases de evolución. Supernovas Tipo Ia, Ib y II.

#### **Medio Interestelar:**

1. Condiciones físicas y fases del medio interestelar. Polvo interestelar. Extinción interestelar.
2. Regiones HI, HII. Procesos de calentamiento y enfriamiento. Esferas de Strömgen. Estructura del frente de ionización.

3. Líneas para determinar densidad, temperatura y abundancias químicas. Población de niveles.
4. Nubes moleculares. Colapso de una nube esférica.
5. Vientos estelares y dinámica del medio circumestelar. Soluciones autosimilares. Formación de burbujas estelares.
6. Choques. Objetos HH y jets. Remanentes de supernova.
7. Medio intergaláctico y halo de galaxias. Bosque de Lyman.

## 5. Estrategias didácticas

Exposición de los temas a cargo del profesor. Exposición de temas derivados a cargo de los estudiantes. Presentación de videos y películas. Discusión de artículos relevantes del tema. Proyectos de solución numérica.

## 6. Estrategias para la evaluación

Dos exámenes parciales. Evaluación de las participaciones, listas de problemas, tareas, proyectos numéricos. Trabajo de exposición final.

## 7. Bibliografía

1. E. Böhm-Vitense. "*Introduction to Stellar Astrophysics. Stellar Estructure and Evolution*". 1992. Cambridge University Press.
2. Clayton, D.F., "*Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis*", Univ. of Chicago, Press, Chicago, 1983
3. Hansen, C.J., & Kawaler, S.D. "*Stellar Interiors: Physical Principles, Structure and Evolution*", Springer, Berlin, 1994
4. Kippenhahn, R. & Weigert, A. "*Stellar Structure and Evolution*", Springer, Berlin, 1990
5. Dyson, J.E. & Williams, D.A. "*The Physics of the Interstellar Medium*", Manchester University Press, Manchester, 1980
6. Osterbock, D.E., "*Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei*" University Science Books, Mill Valley, California,
7. Shu, F.H. "*The Physics of Astrophysics, Vol. 1 & 2*". University Science Books, Mill Va

## 8. Perfil docente

El profesor responsable del curso deberá tener amplia formación en Física especializado en la Astronomía, así como tener dominio de los temas que comprenden en el temario del curso.