

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
2º	6	Optativa	Presencial	Español
MÓDULO		Física de Partículas y Astrofísica		
MATERIA		Astrofísica		
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO		Escuela Internacional de Posgrado		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE		Máster en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica		
CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA		Facultad de Ciencias		
PROFESORES⁽¹⁾				
M. Inmaculada Domínguez Aguilera				
DIRECCIÓN	Dpto. Física Teórica y del Cosmos Edificio Mecenaz, planta baja, Facultad de Ciencias (UGR). 18071 Granada Despacho nº 17 Correo electrónico: inma@ugr.es			
TUTORÍAS	X: 16 -19 V: 11- 14h			
Carlos A. Abia Ladrón de Guevara				
DIRECCIÓN	Dpto. Física Teórica y del Cosmos Edificio Mecenaz, planta baja, Facultad de Ciencias (UGR). 18071 Granada Despacho nº 18 Correo electrónico: cabia@ugr.es			
TUTORÍAS	L, M y X: 9 - 11 h			
José M. Vílchez Medina				

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))

DIRECCIÓN	Dpto. Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) Glorieta de la Astronomía, 18008 Granada Correo electrónico: jvm@iaa.es
TUTORÍAS	L, X: 17:30-19:30
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES	
<p>CG3 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.</p> <p>CG4 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar su potencial personal para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.</p> <p>CG5 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.</p> <p>CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.</p> <p>CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.</p> <p>CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.</p> <p>CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.</p> <p>CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.</p>	
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	
<p>CE1 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.</p> <p>CE2 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.</p> <p>CE3 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.</p> <p>CE4 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.</p>	
COMPETENCIAS TRANSVERSALES	



CT2 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.

CT1 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.

CT3 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.

CT4 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

El alumno sabrá/comprenderá: El origen y evolución de los elementos químicos, su generación a través de las reacciones nucleares en diferentes escenarios astrofísicos, desde el Big-Bang al Universo actual, incluyendo evolución estelar, en condiciones hidrostática y explosiva (estrellas AGBs, supernovas, novas, estallidos de rayos-x, fusión de estrellas de neutrones), y rayos cósmicos. Los parámetros que dominan la evolución química de las galaxias. Las simulaciones numéricas actuales y las técnicas observacionales y sus resultados. Las limitaciones de los modelos y los problemas aún pendientes de resolver.

El alumno será capaz de: Identificar en qué condiciones y objetos astrofísicos puede originarse un determinado elemento y la relevancia que ello puede tener en la evolución química de las galaxias. Interpretar las observaciones y los resultados de las simulaciones numéricas. Determinar las abundancias de elementos. Identificar las limitaciones de los modelos teóricos. Aplicar lo aprendido a otros contextos, ampliando y profundizando en los temas propuestos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

La Astrofísica y la Cosmología actuales se fundamentan en el desarrollo de instrumentos astronómicos de vanguardia - que proporcionan observaciones con una gran precisión - y en modelos físicos y simulaciones numéricas con las que contrastar predicciones teóricas y observaciones. En esta asignatura se estudiará el rol jugado por las estrellas en la evolución química del medio interestelar y las galaxias; con especial énfasis en la nucleosíntesis asociada a las reacciones nucleares que determinan la evolución estelar, incluyendo fenómenos explosivos, como novas, supernovas, estallidos de rayos X y fusión de estrellas de neutrones. Finalmente, teniendo en cuenta todos los ingredientes físicos necesarios, las observaciones disponibles y los modelos numéricos, se analizará la evolución química de las galaxias, desde el Big-Bang hasta nuestro entorno local.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- **Tema 1. Evolución de estrellas de masa baja e intermedia.** El origen de los elementos y las abundancias observadas en el Sistema Solar. Ecuaciones de estructura y evolución estelar. Reacciones nucleares. Convección. Combustión central y en capa de H. Combustión central y en capa de He. La fase AGB y los pulsos térmicos. El proceso-s y las fuentes de neutrones. La pérdida de masa. Relación masa final - masa inicial. Modelos de estrellas AGB. Nucleosíntesis, *yields* y observaciones de estrellas AGB con metalicidad



solar. Nucleosíntesis, *yields* y observaciones de estrellas AGB de baja metalicidad. Procesos *extra* de mezcla y rotación.

- **Tema 2. Evolución de estrellas masivas y supernovas de colapso gravitatorio.** Combustión de H y He en las estrellas masivas. Neutrinos y fases avanzadas de combustión hidrostática: combustión de C, Ne, O, Si, equilibrio estadístico nuclear y neutronización. Colapso gravitatorio y mecanismos de explosión. Combustión explosiva. Supernovas de colapso gravitatorio. *Mass-cut*, nucleosíntesis y *yields* en estrellas masivas con metalicidad solar. Nucleosíntesis y *yields* en estrellas masivas de baja metalicidad. Influencia de la pérdida de masa y de la rotación.

- **Tema 3. Evolución en sistemas binarios próximos: novas, supernovas termonucleares, novas, estallidos de rayos X y fusión de estrellas de neutrones.** Acreción sobre objetos compactos. Novas: nucleosíntesis y *yields*: modelos, el ciclo CNO caliente y observaciones. Progenitores de supernovas termonucleares. Mecanismos de explosión y nucleosíntesis. Simulaciones numéricas y observaciones. Las supernovas termonucleares como indicadores de distancia. Estallidos de rayos X y nucleosíntesis asociada: modelos, el proceso-rp y observaciones. Fusión de estrellas de neutrones y el proceso-r.

- **Tema 4. El ciclo de la formación estelar en las galaxias: estrellas, gas y polvo. Regiones HII y abundancias de elementos.**

Formación estelar masiva: estrellas, gas y polvo en la Vía Láctea y en otras galaxias. Regiones HII: propiedades físicas y químicas. Distribución espacial. Mecanismos de excitación y espectro emitido. Extinción y emisión térmica del polvo. Determinación de abundancias de elementos en el medio interestelar. Método directo. Métodos empíricos. Problemas pendientes, ventajas e inconvenientes. El enriquecimiento metálico de las galaxias y su historia. Metalicidad. Quemo-dinámica y evolución de galaxias.

- **Tema 5. Evolución química de las galaxias: ecuaciones y parámetros fundamentales.** Definiciones y observables. Ecuaciones fundamentales. Parámetros: tiempo de vida estelares, los *yields*, la función inicial de masa, ritmo de formación estelar, flujos de gas. Soluciones simples: aproximación del reciclaje instantáneo. El problema de las enanas G. Migración. Otras soluciones. Aproximaciones multidimensionales.

- **Tema 6. Evolución química de las galaxias. Resultados observacionales y sus implicaciones.**

Distribución de abundancias de elementos. Abundancias en el entorno local y en las galaxias mas lejanas: helio, oxígeno, carbono, nitrógeno y otros elementos. Formación estelar a gran escala. Ritmos e historia de la formación estelar en galaxias. Propiedades físicas y químicas globales de las galaxias. Gradientes de abundancias en galaxias. Origen de los gradientes de metalicidad en la formación de las galaxias. Relaciones fundamentales: metalicidad-luminosidad, masa-metalicidad, y la influencia del ritmo de la formación estelar. Evolución química de las galaxias con la edad del Universo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Hansen, C.J., Kawalet S.D., Trimble V. (2005) *Stellar Interiors: Physical Principles, Structure and Evolution*. Springer Verlag, 2nd edition
- Pagel, B. E. J. *Nucleosynthesis and Chemical Evolution of the Galaxies*, Cambridge Eds. 1997
- Sparke, L. S., Gallagher III, J.S.: *Galaxies in the Universe: An introduction*. Cambridge Eds. 2000



- Recchi, S. Chemodynamical Simulations of Dwarf Galaxy Evolution. Advances in Astronomy especial issue “Metals in 3D: A cosmic view from integral field spectroscopy”, Iglesias-Paramo, Vilchez, Papaderos & Roth Eds. 2013.
- Osterbrock, D., Ferland, G., Astrophysics of Gaseous Nebulae and AGNs,

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Arnett, D. (1996): Supernovae and Nucleosynthesis, Princeton Series in Astrophysics
- Branch, D & Wheeler, C.J. (2017): Supernova Explosions (Astronomy and Astrophysics Library), Springer
- Clayton, D.D. (1968): Principles of Stellar Structure and Nucleosynthesis, Univ of Chicago
- Iliadis, C. (2015): Nuclear Physics of Stars, Wiley - VCH
- Jose, J. (2015): Stellar Explosions: Hydrodynamics and Nucleosynthesis, Taylor & Francis Group
- Kippenhahn, R. Weigert, A. (1990): Stellar structure and evolution. A&A Library
- Maeder, A. (2009): Physics, formation and evolution of rotating stars. A&A library

ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

Digital Library portal for researchers in Astronomy and Physics

<https://ui.adsabs.harvard.edu/>

Modelos y Nucleosíntesis de estrellas de masa baja e intermedia

<http://fruity.oa-teramo.inaf.it/>

Modelos y Nucleosíntesis de estrellas masivas

http://www.iasf-roma.inaf.it/orfeo/public_html/

Propiedades fundamentales de galaxias: bases de datos y artículos de referencia.

<http://ned.ipac.caltech.edu/level5/>

Instituto de Astrofísica de Andalucía: <http://www.iaa.es/>

Instituto de Astrofísica de Canarias: <http://www.iac.es/>

Sociedad Española de Astronomía: <http://sea.am.ub.es/>

ESO: <https://www.eso.org/public/about-eso/esoglance/>

ESA: <https://www.esa.int/>

Web del Grupo “Stellar Evolution and Nucleosynthesis”: <http://wpd.ugr.es/~fqm292/>

METODOLOGÍA DOCENTE

Lección magistral (Clases teóricas-expositivas): Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.

Seminarios: Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.



Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.

Estudio y trabajo autónomo del alumnado: Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus intereses.

Estudio y trabajo en grupo: Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

CONVOCATORIA ORDINARIA

1- Realización de cuestionarios y ejercicios escritos y evaluación de los resultados de las actividades propuestas por los profesores que se irán entregando de forma continua.

Ponderación mínima: 50.0 Ponderación Máxima: 80.0

2- Presentación oral de trabajos desarrollados de forma autónoma y participación en los seminarios.

Ponderación mínima: 20.0 Ponderación Máxima: 50.0

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Se realizará una prueba escrita y otra oral donde el estudiante deberá demostrar que ha adquirido todas las competencias descritas en esta guía docente

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL, ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

Se realizará una prueba escrita y otra oral donde el estudiante deberá demostrar que ha adquirido todas las competencias descritas en esta guía docente.

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO
(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS
(Indicar medios)

Como en la modalidad presencial (arriba indicado)

Presencial cuando sea posible, Google meet, email, teléfono

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Google meet, email, teléfono

Teniendo en cuenta el número de alumnos en cursos pasados y el tamaño del aula asignada, se espera que en una situación de bajo riesgo de contagio, todas las clases puedan ser presenciales. Si esto no fuese viable, una parte de las mismas (1 h a la semana de las 3 h asignadas) se impartiría por vídeo conferencia via google meet, siempre en el horario establecido. Los materiales se distribuirán a través de



la plataforma PRADO, y la comunicación se realizará presencialmente cuando sea posible y por PRADO, email, Google meet, teléfono y cualquier otro medio que se estime conveniente.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

Igual que en la modalidad presencial

Convocatoria Extraordinaria

Igual que en la modalidad presencial

Evaluación Única Final

Igual que en la modalidad presencial

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO
(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL
(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Como en la modalidad presencial (arriba indicado)

Google meet, email, teléfono

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Las clases se impartirán por vídeo conferencias a través de google meet en el horario establecido, materiales en la plataforma PRADO, comunicación por email, PRADO, Google meet, teléfono y adicionalmente cualquier otro medio que se estime conveniente.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

Igual que en la modalidad presencial

Convocatoria Extraordinaria

Igual que en la modalidad presencial

Evaluación Única Final

Igual que en la modalidad presencial

