



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Caracterización de sistemas binarios WD+Ms no resueltos con Gaia y el Observatorio Virtual
<b>Title:</b>	Characterization of unresolved WD+M binary systems with Gaia and the Virtual Observatory
<b>Tutor/es:</b>	Miriam Cortés Contreras
<b>E-mail tutor/es:</b>	mcortescontreras@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

Las estrellas se forman en sistemas binarios en proporciones variables en función a su masa. La evolución de estos sistemas depende fuertemente de su separación. En algunos casos, pueden sobrevivir durante millones de años hasta que una de las componentes finaliza su vida como enana blanca (WD). Las enanas blancas son estrellas de masas iniciales de entre 0.8 y 8 masas solares aproximadamente. En los sistemas binarios encontrados, sus compañeras son típicamente enanas menos masivas que se encuentran en la secuencia principal.

En este trabajo exploraremos un conjunto de sistemas compuestos por enana blanca y enana de tipo M de corta separación no resueltas con Gaia identificadas en Rebassa-Manserga y colaboradores 2021. Se representarán estos sistemas en un diagrama HR y explicarán sus propiedades observacionales en comparación con los sistemas resueltos a grandes separaciones. Por otro lado, se pretende entender las causas por las que este tipo de sistemas sobrevive y la información que se puede obtener de ellos.

## **Metodología:**

Se facilitará una lista de sistemas WD+M del artículo publicado de Rebassa-Manserga y colaboradores en 2021, accesible desde el servicio de archivos del SVO.

Se hará uso de distintos servicios del Observatorio Virtual. En primer lugar se usará Aladin para explorar la región del espacio en la que se encuentran algunos de los pares con el objetivo de familiarizarse con la herramienta e identificar las características de estos sistemas en comparación con estrellas aisladas. Se hará uso de VizieR para aprender a obtener los datos astrofotométricos de Gaia y cartografiados infrarrojos como 2MASS o UKIDSS a partir de las coordenadas de las estrellas. Se enseñará el uso de TOPCAT para manejar los datos y representarlos en los distintos diagramas, y de SIMBAD como recurso para explorar e identificar las características principales de los sistemas. VOSA se utilizaría para recopilar fotometría y representar la distribución espectral de energía de las dos componentes del sistema, de manera que se puedan obtener sus temperaturas superficiales y comparar con los valores encontrados en la literatura.

## **Bibliografía:**

Bayo et al. 2008, 2008 A&A , 492, 277B  
Ochsenbein et al. 2000, A&AS 143, 230  
Taylor, M. B. 2005, in Publ. Astron. Soc. Pac., Vol. 347, Astronomical Data Analysis Software and Systems  
Wenger et al. 2000, A&AS 143, 9  
XIV, ed. P. Shopbell, M. Britton, & R. Ebert, 29  
Rebassa-Manserga et al. 2021 MNRAS, 506, 520  
<https://svo.cab.inta-csic.es/main/index.php>  
<http://svocats.cab.inta-csic.es/wdw4/>



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Caracterización de sistemas binarios WD+Ms resueltos con Gaia y el Observatorio Virtual
<b>Title:</b>	Characterization of resolved WD+M binary systems with Gaia and the Virtual Observatory
<b>Tutor/es:</b>	Miriam Cortés Contreras
<b>E-mail tutor/es:</b>	mcortescontreras@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

Las estrellas se forman en sistemas binarios en proporciones variables en función a su masa. La evolución de estos sistemas depende fuertemente de su separación. En algunos casos, pueden sobrevivir durante millones de años hasta que una de las componentes finaliza su vida como enana blanca (WD). Las enanas blancas son estrellas de masas iniciales de entre 0.8 y 8 masas solares aproximadamente. En los sistemas binarios encontrados, sus compañeras son típicamente enanas menos masivas que se encuentran en la secuencia principal. En este trabajo exploraremos un conjunto de sistemas compuestos por una enana blanca y una enana de tipo M a separaciones grandes recogidas en el catálogo de binarias Washington Double Star catalogue (WDS). Se representarán estos sistemas en un diagrama HR y explicarán sus propiedades observacionales. Por otro lado, se pretende entender las causas por las que este tipo de sistemas sobrevive y la información que se puede obtener de ellos.

## **Metodología:**

Se facilitará una lista de sistemas WD+M conocidos.

Se hará uso de distintos servicios del Observatorio Virtual. En primer lugar se usará Aladin para explorar la región del espacio en la que se encuentran algunos de los pares con el objetivo de familiarizarse con la herramienta e identificar las diferencias visibles en las distintas componentes del sistema. Se hará uso de Vizier para aprender a obtener los datos astrofotométricos de Gaia y cartografiados infrarrojos como 2MASS o UKIDSS a partir de las coordenadas de las estrellas. Se enseñará el uso de TOPCAT para manejar los datos y representarlos en los distintos diagramas, y de SIMBAD como recurso para explorar e identificar las características principales de las estrellas. VOSA se utilizaría para recopilar fotometría y representar la distribución espectral de energía de las dos componentes del sistema, de manera que se puedan obtener sus temperaturas superficiales y comparar con los valores encontrados en la literatura.

## **Bibliografía:**

Bayo et al. 2008, 2008 A&A , 492, 277B

Ochsenbein et al. 2000, A&AS 143, 230

Taylor, M. B. 2005, in Publ. Astron. Soc. Pac., Vol. 347, Astronomical Data Analysis Software and Systems

Wenger et al. 2000, A&AS 143, 9

XIV, ed. P. Shopbell, M. Britton, & R. Ebert, 29

Mason et al. 2001, AJ, 122, 3466

<https://svo.cab.inta-csic.es/main/index.php>



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Elaboración de un modelo numérico de interior estelar
<b>Title:</b>	Development of a stellar-interior numerical model
<b>Tutor/es:</b>	Sergio Pascual Ramírez y Nicolás Cardiel López
<b>E-mail tutor/es:</b>	sergiopr@fis.ucm.es, cardiel@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	2
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

Escritura de un modelo numérico del interior de una estrella. Como datos iniciales dispondremos de la masa total de la estrella y su composición química. El modelo deberá resolver las ecuaciones básicas que gobiernan la generación de energía en el núcleo estelar y su transporte hacia las regiones exteriores. Como resultado final el modelo proporcionará la variación, en función de la distancia al centro de la estrella, de los parámetros físicos más relevantes: temperatura, presión, masa, luminosidad, densidad, opacidad y generación de energía. Se deberá realizar asimismo una discusión razonada de dichos resultados.

### Metodología:

Se facilitará un manual completo en el que se describirán en detalle las ecuaciones a resolver. El modelo numérico podrá programarse en cualquier lenguaje de programación, aunque se recomienda la utilización de Python. Se combinará la integración desde la superficie estelar hacia el interior, con la integración desde el interior hacia la superficie, siendo necesario unir las soluciones en un punto intermedio. Se recomienda que el/la estudiante tenga conocimientos básicos de Astrofísica Estelar a nivel que se imparte en la asignatura "Astrofísica" (3º Grado). También es muy recomendable haber cursado "Astrofísica Estelar" (4º Grado). Finalmente, es importante que el/la estudiante posea conocimientos de programación. Aunque se ofrecen varias plazas para este TFG, a cada estudiante se le asignará una colección diferente de parámetros iniciales, por lo que el modelo resultante será distinto en cada caso.

### Bibliografía:

- Manual para la elaboración de un modelo numérico de interior estelar (será facilitado por los supervisores)
- Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors, E. Novotny, Oxford University Press, 1973
- Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis, D.D. Clayton, McGraw-Hill, 1984
- Introduction to Stellar Astrophysics, Volume 3, Stellar structure and Evolution, E. Böhm-Vitense, Cambridge University Press, 1992
- Evolution of Stars and Stellar Populations, M. Salaris, S. Cassisi, John Wiley & Sons, Ltd, 2005



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Tensor de inercia de estructuras a distintas escalas en simulaciones cosmológicas
<b>Title:</b>	Inertia tensor of structures at different scales in cosmological simulations
<b>Tutor/es:</b>	María de los Ángeles Gómez Flechoso
<b>E-mail tutor/es:</b>	magflechoso@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es el cálculo del tensor de inercia y de los ejes principales de inercia de las estructuras que se forman en el proceso de evolución cosmológica de formación de estructuras, desde grandes escalas como son la red cósmica (cosmic web) hasta escalas más pequeñas como son los discos de galaxias espirales, pasando por grupos de galaxias y halos de materia oscura. Se analizará también la evolución temporal de dichos ejes de inercia, así como sus posibles correlaciones entre las diferentes escalas.

**Metodología:**

Los datos a analizar se obtendrán de simulaciones cosmológicas ya realizadas, de las cuales se tienen posiciones y velocidades de los objetos en diferentes épocas cosmológicas.

El análisis de los datos se realizará mediante programas que tendrá que desarrollar el alumno, preferentemente en lenguaje python, con los que se realizarán los distintos cálculos y análisis posteriores. Son absolutamente recomendables conocimientos básicos de programación, así como de mecánica, estadística y astrofísica (a nivel de la asignatura de Astrofísica de 3º del Grado en Físicas)

**Bibliografía:**

Libeskind, N.I. et al (2013) MNRAS, 428, 2489  
Libeskind, N. I. et al (2015) MNRAS, 452,1052  
Robles, S. et al (2015) MNRAS, 451, 486  
Santos-Santos, I. et al (2023) ApJ, 942, 78  
Tempel, E. et al (2015) MNRAS, 450, 2727



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Efecto de los parámetros orbitales y estructurales de las galaxias satélite sobre su destrucción por fuerzas de marea
<b>Title:</b>	Effects of orbital and structural parameters of the satellite galaxies on their disruption by tidal forces
<b>Tutor/es:</b>	María de los Ángeles Gómez Flechoso
<b>E-mail tutor/es:</b>	magflechoso@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es analizar el efecto que tienen los distintos parámetros orbitales y morfológicos de una galaxia satélite sobre su tiempo de supervivencia orbitando alrededor de una galaxia mayor.

Analizando el efecto de cada uno de estos parámetros se tratará de ver cuáles son las configuraciones más estables y cómo eso puede condicionar la distribución observada de galaxias satélite en sistemas reales.

**Metodología:**

Se analizarán simulaciones numéricas en las que se ha variado la morfología y la órbita de una galaxia satélite, estudiando el decaimiento de su órbita y su destrucción por fuerzas de marea, con el objetivo de analizar la influencia de estos parámetros en la distribución anisótropa de galaxias satélite observada en la Vía Láctea y otras galaxias del Universo Local.

Son absolutamente recomendables conocimientos de programación, así como de mecánica, estadística y astrofísica (a nivel de la asignatura de Astrofísica de 3º del Grado en Físicas)

**Bibliografía:**

Boylan-Kolchin, M.; Ma, C.-P. ; Quataert, E. (2008) MNRAS, 383,93  
Chang, J.; Macciá, A. V.; Kang, X. (2013) MNRAS, 431, 3533  
Kroupa, P.; Theis, C.; Boily, C. M. (2005) A&A, 431, 517  
Lynden-Bell, D. (1976) MNRAS, 174, 695



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Cartografiando la red cósmica mediante agujeros negros supermasivos
<b>Title:</b>	Mapping the cosmic web through supermassive black holes
<b>Tutor/es:</b>	Shane O'Sullivan, David Alonso-López
<b>E-mail tutor/es:</b>	shanepos@ucm.es, dalons07@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	<input type="text" value="2"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

Los AGN radio-ruidosos pueden observarse a lo largo de gran parte de la historia del Universo y son fuentes excelentes para medir las propiedades de la materia en la red cósmica y su evolución [1]. En particular, un efecto conocido como la rotación de Faraday [2] permite detectar "fases oscuras" de gas magnetizado que son difíciles de observar por otros medios (por ejemplo, filamentos en la red cósmica y el medio extendido que rodea a las galaxias). El objetivo de este proyecto es identificar y utilizar las galaxias anfitrionas de una amplia muestra de AGN radio-ruidosos (es decir, agujeros negros supermasivos con chorros relativistas) para medir las propiedades del gas magnetizado en la red cósmica. Esto nos permite tanto explorar el inventario de materia bariónica en el medio intergaláctico como aportar nuevos conocimientos sobre el Universo primitivo, antes de la existencia de galaxias y estrellas [3].

## **Metodología:**

Se utilizarán datos de nuevos cartografiados de galaxias en radio (por ejemplo, [4]) en combinación con catálogos ópticos de galaxias. En términos generales, los datos radioastronómicos se analizarán para medir la rotación de Faraday producida por gas magnetizado en el medio intergaláctico, y los resultados se compararán con modelos cosmológicos recientes.

Más específicamente, un estudiante empleará técnicas estadísticas para buscar la huella del gas magnetizado en los filamentos de la red cósmica entre cúmulos de galaxias. Otro estudiante se centrará en el modelado más detallado de las propiedades del gas magnetizado en AGNs radio-ruidosos individuales, con el objetivo de optimizar su uso como sondas estadísticas.

Para analizar los datos, el estudiante aprenderá a utilizar software de visualización como Aladin [5] y herramientas de manipulación de tablas como TOPCAT [6], además de desarrollar su propio código en Python.

## **Bibliografía:**

- [1] O'Sullivan et al. (2019) <https://arxiv.org/abs/1811.07934v1>
- [2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Faraday\\_effect](https://en.wikipedia.org/wiki/Faraday_effect)
- [3] Neronov et al. (2024) <http://arxiv.org/abs/2412.14825>
- [4] Hale et al. (2021) <https://arxiv.org/abs/2109.00956>
- [5] <https://aladin.cds.unistra.fr/>
- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/TOPCAT\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/TOPCAT_(software))



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Distribuciones Espectrales de Energía de galaxias en cúmulos
<b>Title:</b>	Spectral Energy Distributions of cluster galaxies
<b>Tutor/es:</b>	Armando Gil de Paz
<b>E-mail tutor/es:</b>	agil@fis.ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	2
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

El objetivo es llevar a cabo un estudio de las propiedades de las galaxias en cúmulos a distancias cosmológicas ( $0.15 < z < 0.23$ ) extraídos de la muestra CATARSIS en función de las propiedades globales de los cúmulos y en función de la distancia al centro del cúmulo. En primer lugar, se determinará la pertenencia al cúmulo de las galaxias mediante la estimación de sus desplazamientos al rojo (redshifts) fotométricos haciendo uso de bases de datos públicas de fotometría multi-frecuencia. A continuación, se analizará la relación de la densidad de galaxias (global y localmente dentro del cúmulo) con las propiedades fotométricas (colores, tasa de formación estelar).

**Metodología:**

L@s estudiantes escogerán un cúmulo específico de la muestra de CATARSIS que disponga de suficiente información fotométrica en bases de datos públicas en bandas desde el ultravioleta hasta el infrarrojo. Una vez compilados estos datos fotométricos usará herramientas públicas para el ajuste de sus distribuciones espectrales de energía (SEDs). Esto permitirá analizar el desplazamiento al rojo, la distribución de los colores, la tasa de formación estelar y la masa de las galaxias en función de la densidad local (determinada por su distancia proyectada al centro). Por último, este trabajo permitirá también analizar la bien conocida relación entre densidad y morfología y extenderla a otros parámetros fotométricos y dinámicos.

Especificidad del TFG de cada estudiante: Cada estudiante elegirá un cúmulo distinto, que debido a su amplio rango en desplazamiento al rojo (un factor dos en distancia y resolución) implicará diferencias en las tareas y efectos de selección a tener en cuenta en el análisis.

**Bibliografía:**

1. An Introduction to Galaxies and Cosmology, M.H. Jones y J.A. Lambourne, The Open University Cambridge, edición 2007.
2. Extragalactic Astronomy & Cosmology, An Introduction, P.Schneider, Springer, edición 2006.
3. An Introduction to Modern Astrophysics, B.W.Carroll y D.A.Ostlie, Pearson-Addison Wesley, 2007.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Determinación de propiedades físicas en galaxias cercanas usando espectroscopía 2D
<b>Title:</b>	Physical properties in nearby galaxies using 2D spectroscopy
<b>Tutor/es:</b>	África Castillo Morales
<b>E-mail tutor/es:</b>	acasmor@fis.ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	2
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

Con este trabajo el estudiante aprenderá a derivar propiedades físicas que permiten caracterizar a las galaxias usando datos espectroscópicos y conceptos estudiados en asignaturas de Astrofísica. Se analizarán cubos de datos espectroscópicos, bien del proyecto CALIFA (exploración de galaxias cercanas observadas con el instrumento PPaK en el telescopio 3.5m de CAHA) y/o de cubos de datos observados con MEGARA (espectrógrafo de campo integral en GTC-10.4m). Los principales objetivos que se persiguen con este trabajo son: 1) Familiarización con el manejo de cubos de datos espectroscópicos así como con el uso de las herramientas de análisis cinemático. 2) Determinación de la cinemática estelar y gaseosa en una de las galaxias de la muestra con la obtención de mapas de velocidad y dispersión de velocidades. 3) Obtención y análisis de diferentes propiedades como extinción, tasa de formación estelar, cociente de líneas, etc.

**Metodología:**

Con este mismo título se ofertan dos TFGs que se diferencian en la galaxia a analizar. Cada estudiante tendrá datos diferentes. Se llevará a cabo el ajuste de la población estelar utilizando el software específico (pPXF). Esto permitirá la determinación de la cinemática estelar al mismo tiempo que la obtención del espectro de emisión con el que se trabajará para derivar diferentes propiedades de la galaxia y su distribución espacial en ella. Se utilizarán programas en Python para modelar la emisión/absorción de diferentes líneas ( $H\alpha$ ,  $H\beta$ , NaID, [OIII], [NII],...) y derivar propiedades como el campo de velocidad del gas ionizado, la tasa de formación estelar, extinción, abundancia gaseosa, así como el mecanismo de ionización dominante en la galaxia. Se recomienda que los estudiantes tengan conocimientos básicos de Python así como de Astrofísica (es recomendable haber cursado las asignaturas de "Astrofísica" y "Astrofísica Extragaláctica").

**Bibliografía:**

1. An Introduction to Galaxies and Cosmology, M.H.Jones & J.A. Lambourne, The Open University-Cambridge, edición 2007 (primera en 2003).
2. Extragalactic Astronomy & Cosmology, An Introduction, P.Schneider, Springer, edición 2006.
3. An Introduction to Modern Astrophysics, B.W.Carroll & D.A.Ostlie, Pearson-Addison Wesley, 2007.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Relaciones estructurales de galaxias remotas a partir de la exploración CANDELS
<b>Title:</b>	Structural relations of remote galaxies from the CANDELS survey
<b>Tutor/es:</b>	Jesús Gallego
<b>E-mail tutor/es:</b>	j.gallego@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

El objetivo general del trabajo es formar al alumno en utilizar Internet como un recurso fundamental en investigación. Como ejemplo práctico se plantea estudiar las posibles relaciones entre los diferentes parámetros físicos que describen una galaxia. Se buscan formas fáciles de derivar un parámetro en función de otros y en función del tipo de galaxia y la época del universo. Como datos iniciales se dispondrá de los catálogos de propiedades físicas de galaxias de la exploración CANDELS, disponibles completos en Internet. Se desarrollará una forma sencilla de consultar las tablas de los catálogos y de representar unos parámetros frente a otros. Se utilizarán métodos matemáticos sencillos para cuantificar la bondad de un ajuste, la dispersión y otros indicadores matemáticos. Como resultado final se espera conseguir relaciones con la masa estelar y las diferentes luminosidades, colores y otros parámetros. El análisis se llevará a cabo para diferentes rangos de edad del universo (diferentes desplazamientos al rojo). Al final del TFG se creará una página web de ayuda para futuras consultas de los catálogos.

## **Metodología:**

Se facilitará al alumno/a las páginas web de las que descargar los catálogos en forma de ficheros ASCII multi columna. El alumno deberá adoptar una herramienta informática (Excel, R o Python) para manejar los catálogos y para llevar a cabo las representaciones y los ajustes estadísticos. Para los ajustes se considerará como una de las opciones la regresión lineal bayesiana mediante MCMC. A cada alumno se le asignará un rango diferente de desplazamientos al rojo. La página web se creará en <https://sites.google.com/>

Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos básicos de Astrofísica Extragaláctica al nivel que se imparte en la asignatura "Astrofísica" (obligatoria de 3o Grado en Física, módulo de Física Fundamental). También es muy recomendable haber cursado la asignatura "Astrofísica Extragaláctica" (optativa de la materia Astrofísica y Cosmología, 4o Grado en Física, módulo de Física Fundamental)

## **Bibliografía:**

1. An Introduction to Galaxies and Cosmology, M.H.Jones & J.A. Lambourne, The Open University-Cambridge, edición 2007 (primera edición en 2003).
  2. Extragalactic Astronomy & Cosmology, An Introduction, P.Schneider, Springer, edición 2006.
  3. An Introduction to Modern Astrophysics, B.W.Carroll & D.A.Ostlie, Pearson-Addison Wesley, 2007.
- Complementaria:
4. Galaxy Formation and Evolution, H.Mo, F.vandenBosch, S.White, Cambridge, 2010.
  5. Galactic Astronomy, J.Binney & M.Merrifield, Princeton,1998.
  6. Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei, D. Osterbrock, University Science



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Observaciones históricas de eclipses solares totales desde la península ibérica
<b>Title:</b>	Historical observations of total solar eclipses from the Iberian Peninsula
<b>Tutor/es:</b>	Jesús Gallego, Sergio Pascual
<b>E-mail tutor/es:</b>	j.gallego@ucm.es, sergiopr@fis.ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado es analizar y documentar las observaciones históricas de eclipses solares totales desde la península ibérica. Se pretende recopilar datos de diversas fuentes históricas, incluyendo crónicas, manuscritos y registros astronómicos. Además, se busca identificar tendencias en la frecuencia y características de estos eclipses a lo largo de los siglos. Otro objetivo es comparar las observaciones históricas con los modelos astronómicos actuales para evaluar la precisión de los registros antiguos. Este estudio también tiene como meta entender el impacto cultural y científico de los eclipses solares en las sociedades ibéricas. Se espera que los resultados contribuyan a una mejor comprensión de la evolución de la astronomía en la región. Finalmente, se pretende ofrecer una perspectiva detallada sobre cómo los eclipses solares han influido en la historia y el desarrollo científico de la península ibérica.

## Metodología:

La metodología de este Trabajo Fin de Grado se basa en una investigación documental exhaustiva. Primero, se realizará una búsqueda y recopilación de los eclipses que fueron observables y luego se buscarán fuentes históricas que contengan registros de eclipses solares totales observados desde la península ibérica. Estas fuentes incluirán crónicas, manuscritos y registros astronómicos antiguos. Luego, se procederá a la digitalización y análisis de estos documentos para extraer datos relevantes. Se utilizarán herramientas de análisis estadístico para identificar tendencias en los eclipses registrados en función de las diferentes regiones. Además, se compararán estos datos históricos con modelos astronómicos modernos para evaluar la precisión de las observaciones antiguas. Finalmente, se analizará el impacto cultural y científico de los eclipses en las sociedades ibéricas, utilizando un enfoque interdisciplinario que combine historia y astronomía.

## Bibliografía:

1. Eclipses históricos en la Península Ibérica - Astrosafor.net. Este artículo ofrece un resumen de los eclipses solares históricos observados en la península ibérica, incluyendo detalles sobre los registros y las observaciones realizadas.  
Enlace <https://www.astrosafor.net/Huygens/2005/56/HistoriaEclipses.htm>
  2. Eclipses 2026-2027-2028 - Sociedad Española de Astronomía. Este recurso proporciona información sobre los próximos eclipses solares que serán visibles desde la península ibérica, incluyendo mapas y guías de observación.  
Enlace <https://www.sea-astronomia.es/eclipses-2026-2027-2028>
  3. Dónde ver los eclipses totales de España - Spain.info. Este sitio web ofrece detalles sobre los lugares en España donde se podrán observar los eclipses solares totales en los próximos años.  
Enlace <https://www.spain.info/es/top/eclipses-solares-totales-espana/>
  4. Five Millennium Canon of Solar Eclipses: -1999 to +3000  
NASA Technical Publication TP-2006-214141, by Fred Espenak and Jean Meeus  
<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEpubs/5MCSE.html>
- Bibliografía en forma de libros:
1. "Eclipses solares históricos en España" por José María Fernández. Este libro ofrece un análisis detallado de los eclipses solares observados en España a lo largo de la historia, incluyendo datos astronómicos y culturales.
  2. "Astronomía y cultura en la península ibérica" por Antonio Belmonte. Este libro explora la relación entre la astronomía y la cultura en la península ibérica, con capítulos dedicados a los eclipses solares y su impacto en la sociedad.
  3. "Eclipses y otros fenómenos astronómicos" por Rafael Bachiller. En este libro se abordan diversos fenómenos astronómicos, incluyendo los eclipses solares, con un enfoque en las observaciones históricas y su relevancia científica.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Abundancias Químicas en Cúmulos de Galaxias
<b>Title:</b>	Chemical Abundances in Galaxy Clusters
<b>Tutor/es:</b>	Patricia Sánchez Blázquez
<b>E-mail tutor/es:</b>	patsan17@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	2
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

1. Familiarizarse con el concepto de evolución química en el universo, los lugares y las escalas de tiempo donde se procesan los distintos elementos químicos, y los intercambios de metales entre las distintas componentes.
2. Familiarizarse con un código de evolución química escrito en python, entender el significado de los parámetros clave que afectan a la evolución química del universo.
3. Aprender a representar datos científicos con python en gráficos y a analizar los resultados con tests estadísticos robustos.
3. Entender el problema existente para explicar, simultáneamente, las abundancias químicas de galaxias y medio intracumular en los cúmulos de galaxias y las soluciones propuestas para explicarlos en distintas publicaciones científicas. Usar el código de evolución química para ver si las distintas soluciones pueden explicar las nuevas

**Metodología:**

La estudiante usará un código de evolución química escrito por la tutora, familiarizándose con los distintos parámetros del código. Posteriormente, modificará los distintos parámetros para ver como afectan estos a las abundancias químicas de distintos elementos, tanto en las galaxias como en el medio intracumular. Finalmente, comparará con observaciones recientes de abundancias químicas en el medio intracumular y en galaxias de cúmulos cercanos y a redshift intermedios.

**Bibliografía:**

1. Matteucci, F., & Chiappini, C. 2005, PASA, 22, 49
2. Bastian, N., Covey, K. R., & Meyer, M. R. 2010, ARA&A, 48, 339
3. Mernier F.; Cucchetti E.; Tornatore L., et al., 2020,A&A 642, A90.
4. Madau, P., & Dickinson, M. 2014, ARA&A, 52, 415



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Análisis de la tasa de formación estelar y polvo en galaxias cercanas
<b>Title:</b>	Analysis of the star formation rate and dust in nearby galaxies
<b>Tutor/es:</b>	Maritza A. Lara-López
<b>E-mail tutor/es:</b>	maritzal@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	2
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

La formación estelar es uno de los procesos más complejos y menos comprendidos en astronomía, a pesar de que es un proceso crítico que influye cada aspecto de la evolución en galaxias. Para poder entender este proceso, es necesario entender cómo se consume el gas al formar estrellas, así como los procesos físicos internos y externos que la afectan. El objetivo de este proyecto es analizar la tasa formación estelar (SFR) resuelta y polvo en esta muestra de galaxias cercanas.

Para ello se usarán observaciones de galaxias con espectroscopia de campo integral (IFU) del survey Metal-THINGS (PI. Maritza Lara-López). La/el estudiante estimara la SFR y polvo con las líneas de emisión de los espectros usando los métodos más recientes y generará mapas resueltos de la misma.

Dependiendo del número de estudiantes, uno/a trabajará con SFR, y el/la otra con polvo.

**Metodología:**

Se proporcionarán al estudiante mapas de líneas de emisión para 20 galaxias cercanas.

La/el estudiante analizará las líneas de emisión, clasificará cada spaxel de la galaxia según su tipo de ionización usando diagramas de BPT (Baldwin, Phillip and Terlevich et al. 1981), y finalmente se estimará la SFR y polvo resueltos para cada galaxia.

El/la estudiante usará un código de su elección (e.g., Python, R) y con los catálogos estimará mediante métodos convencionales la formación estelar y polvo resueltos para cada galaxia. Finalmente procederá a generar gradientes de cada propiedad, para cada galaxia.

Es recomendable haber cursado la asignatura de Astrofísica extragaláctica, y tener conocimientos básicos de estadística. Es preferible que el estudiante tenga experiencia en algún lenguaje de programación, o bien interés en aprender.

**Bibliografía:**

1. Nucleosynthesis and Chemical Evolution of Galaxies, B. Pagel, Cambridge University Press, 2nd edition, 2009.
2. Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei, D. Osterbrock, University Science Books, 2006.
3. An Introduction to Modern Astrophysics, B.W.Carroll & D.A.Ostlie, Pearson-Addison Wesley, 2007.
4. Practical statistics for astronomers, J. V. Wall and C. R. Jenkins, Cambridge University Press, 2nd edition, 2012



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Estudio de diagramas color-magnitud con datos de Gaia
<b>Title:</b>	Study of colour-magnitude diagrams with Gaia data
<b>Tutor/es:</b>	David Montes Gutiérrez
<b>E-mail tutor/es:</b>	dmontes@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	1
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

El objetivo del trabajo es estudiar en detalle el diagrama color-magnitud (diagrama HR, Hertzsprung-Russell) para diferentes muestras de estrellas utilizando los recientes datos de la misión astrométrica Gaia DR3 que gracias a la precisión en distancias y colores permite sacar el máximo provecho a estos diagramas y entender diferentes efectos físicos de los que depende como el estado evolutivo (edad) y la composición química (metalicidad) de las estrellas individuales.

El trabajo se centrará en muestras de estrellas frías (F, G, K, M) con parámetros adicionales determinados desde Tierra con espectroscopia de alta resolución que combinados con los datos de la misión Gaia permitirán estudiar el efecto que la metalicidad en los diagramas color-magnitud tanto con los colores que Gaia como con los disponibles de otras exploraciones fotométricas y discernir de otros efectos como la edad o binariedad.

## Metodología:

El alumno recibirá una tabla de datos con parámetros espectroscópicos de una muestra de estrellas y recopilará también estos parámetros de otras exploraciones espectroscópicas desde Tierra. Para todas estas estrellas aprenderá cómo obtener todos los parámetros astrométricos y fotométricos que la misión Gaia proporciona y como representar a partir de ellos el diagrama color-magnitud. Para todo ello se utilizarán herramientas del observatorio virtual como TOPCAT o programas sencillos en Python. Se realizarán además búsquedas cruzadas con otras exploraciones para poder realizar el mismo estudio, pero utilizando otras bandas fotométricas. Con toda esta información se podrá entonces estudiar cómo influye la metalicidad ( $[Fe/H]$ ) en la posición de las estrellas en estos diagramas.

Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos básicos de Astrofísica Estelar al nivel que se imparten en la asignatura "Astrofísica" (obligatoria de 3º Grado en Física, módulo de Física Fundamental). También es muy recomendable haber cursado las asignaturas optativas "Astronomía Observacional" y "Astrofísica Estelar". Finalmente, es recomendable que el alumno posea conocimientos de programación en lenguaje Python.

## Bibliografía:

- GAIA DATA RELEASE 3 (GAIA DR3)

<https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3>

- "Gaia Early Data Release 3: Summary of the contents and survey properties"

Gaia Collaboration, Brown, A.G.A., et al. A&A 649, A1 (2021)

- "Gaia Data Release 3: Analysis of RVS spectra using the General Stellar Parametriser from spectroscopy"

Recio-Blanco, et al. 2022arXiv220605541R

- "Calibrating the metallicity of M dwarfs in wide physical binaries with F-, G-, and K- primaries - I: High-resolution spectroscopy with HERMES: stellar parameters, abundances, and kinematics"

D. Montes, R. González-Peinado, H.M. Tabernero et al.

2018, MNRAS, 479, 133, 2018MNRAS.479.1332M



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Caracterización de sistemas exoplanetarios
<b>Title:</b>	Characterization of exoplanetary systems
<b>Tutor/es:</b>	David Montes Gutiérrez
<b>E-mail tutor/es:</b>	dmontes@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	1 <input type="text" value="1"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

El objetivo de este trabajo es familiarizarse con los diferentes métodos para la detección y caracterización de exoplanetas. En particular determinarán los parámetros fundamentales de un exoplaneta (masa y radio) así como posibles sistemas exoplanetarios múltiples en estrellas de tipo F, G, K, y M combinando la información proporcionada por el método de las velocidades radiales y el de los tránsitos fotométricos.

### Metodología:

Para la caracterización de sistemas exoplanetarios se combinará la información proporcionada por series temporales de velocidad radial disponibles de espectrógrafos de alta resolución como HARPS, HARPS-N, HIRES y CARMENES y series temporales fotométricas (tránsitos) disponibles de exploraciones desde Tierra como HAT-Net, KELT, WASP y de misiones espaciales como Kepler, K2 y TESS. Se realizarán ajustes conjuntos de las curvas de velocidad radial y de luz. Se compararán los resultados obtenidos con diferentes paquetes de software disponibles en la actualidad como *PYTRANSIT*, *PyTranSpot*, *RVLIN*, *TLMC*, *EXOFAST*, *Systemic*, *Pyaneti*, *juliet*, *pyORBIT*, *Exo-Striker*, *Allesfitter* y *exoplanet* y se estudiará cual el mas adecuado en función del tipo de datos disponibles y tipo de estrella y sistema planetario en estudio.

### Bibliografía:

- *"The Exoplanet Handbook"*, 2nd Edition  
Author: Michael Perryman, University College Dublin Date Published: August 2018 ISBN: 9781108419772, [Cambridge University Press](https://www.cambridge.org/9781108419772)
- *"The Exo-Striker: Transit and Radial velocity Interactive Fitting tool for Orbital analysis and N-body simulations"*,  
T. Trifonov, <https://github.com/3fon3fonov/exostriker> *uper-Earths orbiting GJ 9827, and implications*
- *"Pyaneti: a fast and powerful software suite for multi-planet radial velocity and transit fitting"*, O. Barragán, D. Gandolfi, G. Antoniciello  
2019, MNRAS, 482, 1017, [2019MNRAS.482.1017B](https://doi.org/10.1093/mnras/stz1017)
- *"juliet: a versatile modelling tool for transiting and non-transiting exoplanetary systems"*, Néstor Espinoza, Diana Kossakowski, Rafael Brahm,  
2019, MNRAS, 490, 2262, [2019MNRAS.490.2262E](https://doi.org/10.1093/mnras/stz1017)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Física de la Tierra y Astrofísica
<b>Título:</b>	Estudio espectroscópico de vientos galácticos en una galaxia cercana
<b>Title:</b>	Spectroscopic Analysis of Galactic Winds in a Nearby Galaxy
<b>Tutor/es:</b>	Cristina Catalán Torrecilla
<b>E-mail tutor/es:</b>	ccatalan@ucm.es
<b>Número de plazas:</b>	2
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación directa

### Objetivos:

El objetivo principal de este trabajo es que el/la estudiante adquiera experiencia con el análisis de cubos de datos de espectroscopía bidimensional. Para ello, se llevará a cabo la caracterización de la cinemática del gas ionizado en una galaxia perteneciente a la muestra MEGADES (MEGARA Galaxy Disks Evolution Survey), con el fin de identificar y analizar la presencia de vientos galácticos, estimar sus propiedades físicas y evaluar su posible origen considerando distintos mecanismos como la presencia de AGNs o la formación estelar.

**Metodología:**

En primer lugar, se determinará la cinemática estelar aplicando un software que permita el modelo del continuo y de las absorciones estelares de los cubos de datos del instrumento MEGARA/GTC que ya se encuentran procesados. En segundo lugar, se procederá a caracterizar la cinemática del gas ionizado mediante el modelado de las líneas espectrales de emisión para poder separar la contribución de la componente sistémica y la asociada al viento. El siguiente paso será la estimación de los parámetros físicos asociados a los vientos tales como la masa total del gas ionizado, la energía cinética, el valor del mass-loading factor, etc., Se propone comparar los valores derivados en este trabajo con los obtenidos por otros autores en galaxias similares a las aquí empleadas. Finalmente, el/la alumno/a tratará de discernir la posible fuente de origen del viento evaluando si es compatible con un escenario en el que domina la emisión del AGN o los procesos de formación estelar.

A lo largo del trabajo se emplearán scripts elaborados en Python por lo que sería aconsejable tener nociones de programación en este lenguaje. Se propone un total de 2 plazas para la realización de este TFG de modo que cada alumno/a empleará datos de diferentes galaxias.

**Bibliografía:**

- \* Galactic Astronomy, J.Binney & M.Merrifield, Princeton, 1998.
- \* An Introduction to Galaxies and Cosmology, M.H.Jones & J.A. Lambourne, The Open University-Cambridge, edición 2007 (primera en 2003).
- \* Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei, D. Osterbrock, University Science Books, 2006.
- \* Extragalactic Astronomy & Cosmology, An Introduction, P.Schneider, Springer, edición 2006.
- \* An Introduction to Modern Astrophysics, B.W.Carroll & D.A.Ostlie, Pearson-Addison Wesley, 2007.