FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Análisis de la tasa de formación estelar en galaxias cercanas
Title:	Analysis of the star formation rate in nearby galaxies
Tutor/es:	Maritza Arlene Lara López
E-mail tutor/es:	maritzal@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	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 con las líneas de emisión de los espectros usando los métodos más recientes, y generará mapas y gradientes resueltos para la muestra de galaxias.

Metodología:

Se proporcionarán a la/el 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 catalogos 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 Astrofisica extragalactica, y tener conocimientos básicos de estadística. Es preferible que el/la 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 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Distribuciones Espectrales de Energía de galaxias en cúmulos
Title:	Spectral Energy Distributions of cluster galaxies
Tutor/es:	Armando Gil de Paz
E-mail tutor/es:	agil@fis.ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	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, brillos) y derivadas (masa, edad, 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 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Compañeras binarias separadas en subenanas M y L con el Observatorio Virtual
Title:	Wide binary companion to M and L subdwarfs with the Virtual Observatory
Tutor/es:	Miriam Cortés Contreras
E-mail tutor/es:	mcortescontreras@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Las estrellas se forman en sistemas binarios en proporciones variables en función a su masa. Las subenanas son estrellas pobres en metales que pertenecen a la población II y se encuentran en el dico grueso y halo de la galaxia.

El objetivo de este trabajo es caracterizar una lista de sistemas binarios de subenanas con componentes de los tipos más fríos (tipos espectrales M y L).

Metodología:

Se recopilará información astrofotométrica y se comprobará que comparten movimiento propio y distancia. Se representarán los sistemas en distintos diagramas color magnitud y se comparará con estrellas de metalicidad solar. Se analizará la distribución espectral de energía de las componentes.

Se facilitará un listado con los nombres y coordenadas de las estrellas de trabajo.
Se hará uso de distintos servicios del Observatorio Virtual. En primer lugar se usará Aladin para ubicar las estrellas en la región del espacio y SIMBAD como recurso para explorar e identificar las características principales de las estrellas. Se hará uso de VizieR para aprender a obtener los datos astrofotométricos de Gaia y 2MASS/UKIDSS a partir de las coordenadas de las estrellas. Se enseñará el uso de TOPCAT para manejar los datos, compararlos con los ya publicados y representarlos en los distintos diagramas. VOSA se utilizaría para recopilar fotometría y representar la distribución espectral de energía, de manera que se puedan obtener temperaturas y metalicidades.

Bibliografía:

González-Payo et al. 2021 2021 A&A 650A190

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Efecto de los parámetros orbitales y estructurales de las galaxias satélite sobre su destrucción por fuerzas de marea
Title:	Effects of orbital and structural parameters of the satellite galaxies on their disruption by tidal forces
Tutor/es:	María de los Ángeles Gómez Flechoso
E-mail tutor/es:	magflechoso@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	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 muy 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
Santos-Santos, I. et al (2023) ApJ, 942,78

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Análisis de herramientas de detección de galaxias satélite en imágenes simuladas para la misión espacial ARRAKIHS
Title:	Analysing detection tools for satellite galaxies in mock images of the ARRAKIHS space mission
Tutor/es:	María de los Ángeles Gómez Flechoso
E-mail tutor/es:	magflechoso@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es analizar diversos métodos de aprendizaje automático aplicados a imágenes astronómicas simuladas.
El estudiante tendrá que analizar la eficiencia de los algoritmos en la detección y clasificación de galaxias enanas que orbitan alrededor de galaxias tipo Vía Láctea.
Este análisis estará centrado en la completitud y el posible sesgo de los resultados para el caso de galaxias satélite de baja luminosidad, con el objetivo de estimar el éxito en la detección de este tipo de objetos que obtendrá la misión espacial ARRAKIHS de la ESA.
Estos resultados permitirán comparar la población de galaxias satélite que se obtiene en las observaciones con la predicha en las simulaciones cosmológicas del modelo estándar ("lambda cold dark matter model"), permitiendo evaluar los sesgos observaciones y su posible relación con el problema de las galaxias satélite desaparecidas ("missing satellite problem") descrito por primera vez por Klypin et al (1999).

Metodología:

Se utilizarán imágenes simuladas que reproducen fielmente uno o varios de los efectos observacionales e instrumentales que tendrán las imágenes que obtendrá la misión espacial ARRAKIHS para galaxias tipo Vía Láctea. Sobre estas imágenes se inyectarán imágenes de galaxias enanas, variando sus parámetros estructurales, y se aplicarán diversos algoritmos de aprendizaje automático para tratar de recuperar los objetos inyectados.
Se analizará la completitud y sesgo en la detección y caracterización con el fin de evaluar los algoritmos más eficientes y medir el sesgo en la detección y caracterización de las galaxias enanas.
Son muy recomendables conocimientos de programación, así como de estadística y astrofísica (a nivel de la asignatura de astrofísica de 3º del grado en Físicas).

Bibliografía:

Freund, Y.; Schapire, R. (1997) Journal of computer and system sciences 55, 119
GNU Astronomy Utilities (GnuAstro, https://gnu.org/software/gnuastro)
Kirillov, A. et al (2023) IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV), Paris, France, 2023, pp. 3992-4003
Klypin, A. et al (1999) ApJ, 522, 82
Xu, D.; Zhu, Y. (2024) Astronomy and Computing, 48, 100838

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Estudio espectroscópico de vientos galácticos
Title:	Spectroscopic Analysis of Galactic Winds
Tutor/es:	Cristina Catalán Torrecilla
E-mail tutor/es:	ccatalan@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	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.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Poblaciones estelares en galaxias a alto redshift con redes neuronales
Title:	Stellar Population properties in high redshift galaxies using neural networks
Tutor/es:	Patricia Sánchez Blázquez
E-mail tutor/es:	psanchezblazquez@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

La relación de abundancias químicas de distintos elementos ofrece mucha información acerca de la formación estelar de galaxias. Sin embargo, este estudio requiere la observación de espectros con alta señal ruido, por lo que demanda mucho tiempo de telescopio.

En el pasado hemos usado una red neuronal para obtener edades y metalicidades globales de galaxias lejanas usando imágenes tomadas en filtros de banda media del proyecto SHARDS, con resultados muy buenos. El objetivo de este trabajo es entrenar la red con modelos sintéticos de distintas abundancias químcas y aplicar el modelo para analizar la evolución de las abundancias químicas en galaxias a distintos redshifts.

Metodología:

1) Crear observaciones sintéticas midiendo los flujos en los filtros de SHARDS en espectros simulados de distintas historias de formación estelar y abundancias químicas.
2) Entrenar la red neuronal con estos modelos.
3) Aplicar el modelo entrenado a datos reales de galaxias y analizar la evolución de abundancias químicas en función de la masa y del redshift.

Bibliografía:

1) SHARDS: An optical spectro photometric survey of distant galaxies, Pérez-González P., Cava A., Barro G., et al., 2013, ApJ, 762, 46.

2) J-PAS: A neural network approach to single stellar population characterization, Dominguez-Sanchez H., Coelho P., Bruzual G., et al., 2026, A&A, 705, 219.

3) Stellar Population Photometric Synthesis with Artificial Intelligence of S-PLUS galaxies, Cernic et al., 2021, Journal of Production and Automation, 4, 8.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Importancia de los brazos espirales en el enriquecimiento químico de las galaxias
Title:	The role of spiral structure in the chemical enrichment of galaxies
Tutor/es:	Patricia Sánchez Blázquez
E-mail tutor/es:	psanchezblazquez@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Conocer la naturaleza de la estructura espiral en galaxias de disco y su influencia en los procesos de formación estelar y evolución química es clave para entender la evolución de las galaxias como la nuestra. Aunque existen predicciones teóricas, los datos existentes hasta la fecha no tenían suficiente resolución espacial. Los objetivos del trabajo son:

1) Estudiar la naturaleza de los brazos espirales en una muestra de galaxias cercanas usando observaciones de alta resolución espacial del proyecto PHANGS (Physics at High Anglar resolution in Nearby GalaxieS, https://www.phangs.org/data) .

2) Determinar si existen distintos tipos de brazos espirales en galaxias de distintas propiedades morfológicas o distintas masas.

Metodología:

El/La estudiante usará datos de espectroscopía integral de MUSE/VLT y de ALMA de galaxias de cercanas observados en la colaboración PHANGS y hará uso de las herramientas de análisis elaboradas dentro de la colaboración para:

1) Analizar la distribución espacial de los campos de velocidad residual en una muestra de galaxias cercanas.
2) Comparar con las predicciones teóricas publicadas en la literatura para determinar la naturaleza de los brazos espirales y estudiar posibles diferencias en galaxias con distinta morfología o masa.
3) Estudiar las variaciones de metalicidad del gas para estudiar la influencia de los brazos de distintos tipos en los flujos radiales del gas de las galaxias.

Uno de los estudiantes realizará el análisis de los campos de velocidad estelares, y el segundo en los campos de velocidad del gas molecular, con técnicas ligeramente distintas en cada caso. La comparación de resultados en uno y otro caso aportará información adicional a las conclusiones de ambos trabajos.

Bibliografía:

1) On galaxy spiral arms' nature as revealed by rotation frequencies, Roca-Fabrega S., Valenzuela O; Figueras F.; Gomez-Romero M., et al., 2013, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 432, 4.

2) Evidence of Ongoing Radial Migration in NGC 6754: Azimuthal Variations of the Gas Properties, Sánchez-Menguiano, L., Sánchez, S. F., Kawata, D., Chemin, L., Pérez, I., Ruiz-Lara, T., Sánchez-Blázquez, P., Galbany, L., Anderson, J. P., Grand, R. J. J., Minchev, I., & Gómez, F. A. (2016), ApJL, 830, L40.

3) Gas and stellar motions and observational signatures of corotating spiral arms, Kawata, D.; Hunt, J. A. S.; Grand, R. J. J.; Pasetto, S.; Cropper, M., 2014, MNRAS, 443, 2757.

4) Spiral-induced velocity and metallicity patterns in a cosmological zoom simulation of a Milky Way-sized galaxy, Grand, R. J. J.; Springel, V.; Kawata, D.; Minchev, Ivan; Sánchez-Blázquez, P.; Gómez, F. A.; Marinacci, F.; Pakmor, R.; Campbell, D. J. R., MNRAS, 460, L94.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Simulaciones de datos sub-mm mediante el software maria
Title:	Simulations of sub-mm datasets with the maria software
Tutor/es:	Sergio Pascual Ramírez, Jesús Gallego Maestro
E-mail tutor/es:	sergiopr@ucm.es, j.gallego@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo es dar una introducción a la simulación de datos submilimétricos con telescopios de antena única (single-dish) e instrumentación de continuo (bolómetros o cámaras KIDs). Para ello se utilizará el software de simulación maria, desarrollado recientemente [1, 2] en el contexto de los estudios de diseño del futuro observatorio AtLAST (Atacama Large Aperture Sub-mm Telescope) [3,4], aunque también compatible con otros telescopios e instrumentos en operación, como MUSTANG2 en el GBT o ACT. Maria permite simular diferentes configuraciones y características instrumentales obteniendo, entre otros productos, mapas de objetos astronómicos con características de ruido realistas [6,7].
Este trabajo contempla comprender los aspectos que involucran las observaciones en radio [5], particularmente en el rango milimétrico y sub-milimétrico a través del uso de maria. Entre ellos se encuentran las diferentes fuentes de ruido introducidas ya sea por la atmósfera, el telescopio o el instrumento, y cuyo espectro de potencias es necesario estudiar; o los parámetros de observación tales como el patrón y la velocidad de escaneo, el muestreo temporal y espacial, etc.; o los relativos al proceso de calibración y formación de imagen. También se deben considerar aspectos relacionados con la eficiencia de cálculo para el procesamiento de datos.
Se explorarán las limitaciones del software de simulación, apuntando a una más precisa interpretación de los resultados o incluso proponer posibles mejoras.

Metodología:

En este trabajo fin de grado se pretende:

- Estudiar las técnicas utilizadas con telescopios de antena única para realizar observaciones en el rango mm/sub-mm, prestando atención a los parámetros que se consideran en las simulaciones.
- Adquirir destrezas en el uso del lenguaje Python y de los cuadernos de Jupyter, necesarios para el uso del simulador.
- Obtener e instalar el software maria y familiarizarse con su uso, con sus diferentes módulos y los parámetros involucrados en la simulación.
- Producir simulaciones en diferentes configuraciones, estudiando los efectos en los mapas simulados, lo que proporcionará ayuda de cara a diseñar las futuras observaciones con AtLAST.
- Encontrar las mejores características de ruido en la imagen o las que mejor permiten recuperar estructuras en diferentes escalas espaciales.
- Comparar los resultados de las simulaciones con datos reales de archivo (por ejemplo, de MUSTANG2 o de ACT) para verificar el desempeño del simulador e identificar posibles mejoras.

Es recomendable tener conocimientos sólidos de computación y de óptica. También se recomiendan mínimos conocimientos de Python.

Bibliografía:

1] J. van Marrewijk, T. W. Morris, et al. (2024), “maria: A novel simulator for forecasting (sub-)mm observations" The Open Journal of Astrophysics, 7.

[2] Sitio web de maria: https://thomaswmorris.com/maria/index.html

[3] T. Mroczkowski, et al. (2025), Design of the 50-meter Atacama Large Aperture Submm Telescope: A next-generation high throughput single dish facility for submillimeter astronomy, Astronomy & Astrophysics Vol, 694, A142.

[4] Sitio web de AtLAST: https://www.atlast-telescope.org

[5] Tools of Radio Astronomy. 2009. K. Rohlfs. Springer Verlag.

[6] J. Würzinger, et al. (2025), “maria goes NIFTy: Gaussian Process-Based Reconstruction and Denoising of Simulated (Sub-) Millimetre Single-Dish Telescope Data” arXiv preprint arXiv:2509.01600.

[7] J. Würzinger, “maria goes NIFTy” Seminario presentado con ocasión del AtLAST forum, disponible en Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=Hcu7s3J6pm4

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Caracterización y calibración fotométrica de la cámara CMOS del observatorio UCM
Title:	Characterization and photometric calibration of the CMOS camera at the UCM Observatory
Tutor/es:	Sergio Pascual Ramírez, David Montes Gutiérrez
E-mail tutor/es:	sergiopr@fis.ucm.es, dmontes@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo fundamental es la caracterización y calibración de una cámara astronómica de tipo CMOS instalada en el observatorio UCM, con el fin de evaluar su idoneidad para observaciones científicas.

Como objetivos particulares:

- Caracterizar los principales parámetros instrumentales del detector, incluyendo el nivel de bias, la corriente de oscuridad, el ruido de lectura, la ganancia electrónica y la linealidad de la respuesta del sensor.

- Analizar la dependencia de estos parámetros con la temperatura y los ajustes de ganancia propios del funcionamiento de sensores CMOS refrigerados

- Desarrollar y validar un procedimiento completo de calibración basado en la obtención y combinación de imágenes de bias, dark y flat-field, adecuado para esta cámara en particular y para las condiciones reales del observatorio.

- Evaluar el impacto de la calibración en la calidad científica de las imágenes mediante análisis estadístico del ruido residual.

Metodología:

La calibración de detectores CCD y COS en astronomía tiene unos procedimientos descritos con detalle en la literatura académica. Estos procedimientos se adaptarán al hardware específico de la cámara.

- Se realizará una adquisición sistemática de datos de calibración bajo condiciones controladas.
- Se obtendrán series de imágenes de bias, imágenes de dark para diferentes tiempos de exposición y temperaturas del sensor, y flats mediante iluminación uniforme, asegurando niveles de señal dentro del régimen lineal del detector.
- A partir de estas imágenes, se llevará a cabo la construcción de calibraciones de referencia mediante combinaciones estadísticas robustas, con el objetivo de minimizar el ruido aleatorio.
- Se analizará la distribución espacial y temporal del bias y del dark current, identificando posibles estructuras sistemáticas o píxeles calientes.
- La ganancia electrónica y el ruido de lectura se determinarán mediante el método clásico de la relación varianza–señal.
- Asimismo, la linealidad del detector se estudiará midiendo la respuesta del sensor a exposiciones crecientes y comparándola con una relación lineal ideal, identificando posibles desviaciones cercanas a la saturación.
- Finalmente, se aplicará el procedimiento de calibración desarrollado a un conjunto de imágenes astronómicas reales adquiridas con la cámara.

Opcionalmente, estas imágenes astronómicas podrían ser obtenidas como parte del TFG si las condiciones (disponibilidad de tiempo del observatorio, condiciones metereológicas, etc) lo permiten.

Bibliografía:

- "Astrophysical Techniques". C.R. Kitchin, 1984, Adam Hilger ltd. Bristol.
- "Handbook of CCD Astronomy". S.B. Howell, 2006, 2nd ed. Cambridge University Press
- "CCD Data Reduction Guide", Astropy Project.
https://www.astropy.org/ccd-reduction-and-photometry-guide/

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Estudio de diagramas color-magnitud con datos de Gaia
Title:	Study of colour-magnitude diagrams with Gaia data
Tutor/es:	David Montes Gutiérrez
E-mail tutor/es:	dmontes@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	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 como 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 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Caracterización de sistemas exoplanetarios
Title:	Characterization of exoplanetary systems
Tutor/es:	David Montes Gutiérrez
E-mail tutor/es:	dmontes@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo de este trabajo es familiarizarse con los diferentes métodos para la detección y caracterización de exoplanetas. En particular determinarám 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 más adecuado en función del tipo de datos disponibles y tipo de estrella y sistema planetario en estudio.

En cada uno de los trabajos ofertados el estudiante trabajará con datos de distintos sistemas exoplanetarios y se centrara en un paquete de análisis diferente.

Bibliografía:

- *"The Exoplanet Handbook"*, 2nd Edition
Author: Michael Perryman, University College Dublin Date Published: August 2018 ISBN: 9781108419772, Cambridge University Press

- *"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

- "*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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Identificación y caracterización de galaxias con líneas de emisión extremas (EELGs) en la exploración CEERS del JWST
Title:	Identification and Characterization of Extreme Emission Line Galaxies (EELGs) in the JWST CEERS Survey
Tutor/es:	Jesús Gallego, María Delgado Mancheño
E-mail tutor/es:	j.gallego@ucm.es, mariadm@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo principal es formar al estudiante en la identificación de poblaciones de galaxias jóvenes y compactas mediante el uso de excesos fotométricos. Se enfocará en el estudio de las Extreme Emission Line Galaxies (EELGs) dentro del catálogo CEERS, disponible completo en Internet. Las EELGs son galaxias caracterizadas por tener grandes anchuras equivalentes en líneas como [OIII] o Halpha. Actualmente, se cree que estos objetos son frecuentes en el universo temprano, convirtiéndolas en análogos locales de las galaxias que reionizaron el Universo.

Como resultado final se espera conseguir una muestra de galaxias candidatas a EELGs dentro del catálogo CEERS a diferentes desplazamientos al rojos (redshifts), junto con una caracterización de sus propiedades físicas fundamentales. Al final del TFG se espera crear una página web de ayuda para futuras consultas del catálogo.

Metodología:

Se le facilitará a la/el estudiante las páginas web de las descarga de los catálogos. La/el estudiante deberá adoptar una herramienta informática (Python, R o Excel) para manejar el catálogo y llevar a cabo las representaciones gráficas y los ajustes estadísticos. Se utilizarán métodos matemáticos sencillos para cuantificar la bondad de un ajuste, la dispersión y otros indicadores matemáticos.

Utilizando los datos que ofrece el catálogo de CEERS, el estudiante aprenderá a:

- Selección por color: utilizar diagramas color-color para visualizar saltos en flujos fotométricos producidos por las líneas de emisión intensas.

-Estimación de EW: desarrollo de un método sencillo para la estimación de la anchura equivalente de las líneas a partir de la fotometría de banda ancha.

- Obtención de las propiedades físicas: analizar las características principales de estas galaxias tales como la masa estelar, colores, tamaños, etc.

Se recomienda que las/los solicitantes 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 estar cursando o haber cursado la asignatura “Astrofísica Extragaláctica” (optativa de la materia Astrofísica y Cosmología, 4º Grado en Física, módulo de Física Fundamental). Finalmente, es recomendable que el/la estudiante posea conocimientos de programación en algún lenguaje (Python, C, Fortran, etc.) y de inglés para entender los manuales de los catálogos.

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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de la Tierra y Astrofísica
Título:	Observaciones históricas de eclipses solares totales desde la península ibérica península ibérica
Title:	Historical observations of total solar eclipses from the Iberian Peninsula
Tutor/es:	Jesús Gallego, Sergio Pascual
E-mail tutor/es:	j.gallego@ucm.es, sepascua@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	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.
Los dos estudiantes se centrarán cada uno en una serie concreta de eclipses diferentes para cada estudiante.

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. 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. 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. 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 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

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